

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DISTÚRBIOS DA  
COMUNICAÇÃO HUMANA

Bianca Nunes Pimentel

**EQUILÍBRIO CORPORAL NO TRAUMATISMO CRANIOENCEFÁLICO:  
DA AVALIAÇÃO À REABILITAÇÃO**

Santa Maria, RS  
2021

**Bianca Nunes Pimentel**

**EQUILÍBRIO CORPORAL NO TRAUMATISMO CRANIOENCEFÁLICO: DA  
AVALIAÇÃO À REABILITAÇÃO**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Doutora em Distúrbios da Comunicação Humana**.

Orientadora: Valdete Alves Valentins dos Santos Filha

Santa Maria, RS  
2021

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Pimentel, Bianca Nunes  
Equilíbrio Corporal no Traumatismo Cranioencefálico:  
da Avaliação à Reabilitação / Bianca Nunes Pimentel.- 2021.  
153 p.; 30 cm

Orientadora: Valdete Alves Valentins dos Santos Filha  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós  
Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, RS, 2021

1. Traumatismo Cranioencefálico 2. Equilíbrio  
postural 3. Testes de função vestibular 4. Movimentos  
oculares 5. Reabilitação I. Alves Valentins dos Santos  
Filha, Valdete II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, BIANCA NUNES PIMENTEL, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Tese) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

**Bianca Nunes Pimentel**

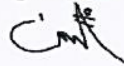
**EQUILÍBRIO CORPORAL NO TRAUMATISMO CRANIOENCEFÁLICO:  
DA AVALIAÇÃO À REABILITAÇÃO**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Doutora em Distúrbios da Comunicação Humana**.

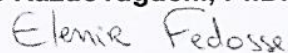
**Aprovado em 26 de novembro de 2021:**

\_\_\_\_\_  
**Valdete Alves Valentins dos Santos Filha, Dra. (UFSM)**  
(Presidente/Orientadora)

  
\_\_\_\_\_  
**Anaelena Bragança de Moraes, Dra. (UFSM)**



\_\_\_\_\_  
**Carlos Kazuo Taguchi, PhD. (UFS)**



\_\_\_\_\_  
**Elenir Fedosse, Dra. (UNIFESP)**



\_\_\_\_\_  
**Pricila Sleifer, Dra. (UFRGS)**



## **AGRADECIMENTOS**

*À minha família, por respeitar e apoiar minhas escolhas, e aos meus sobrinhos Husni, Samuel e Izadora, pelos quais tento ser melhor a cada dia.*

*Ao meu querido Uiliam, pelo cotidiano de companheirismo, de cuidado, de gentileza e de amor e por, mais uma vez, em meio a tantas dificuldades, ter me apoiado para que eu pudesse enfrentar este desafio.*

*À Universidade Federal de Santa Maria, instituição pública e de qualidade, da qual tenho muito orgulho de ter recebido minha formação acadêmica até o momento.*

*Aos Professores e Funcionários do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, por contribuírem com a construção desta tese.*

*À Profa. Dra. Valdete Alves Valentins dos Santos Filha, pela orientação desta tese, mas também pelos anos de trabalho em seu laboratório, com muitas oportunidades de aprendizagem e amadurecimento acadêmico, e pela confiança em mim depositada para a realização deste estudo.*

*À Profa. Dra. Elenir Fedosse, por suas contribuições nesta tese, mas antes, por ter sido a base da minha formação acadêmica. Seu ensinar afetuoso faz com que a chama da esperança em uma sociedade mais justa não se apague em mim.*

*À Profa. Dra. Anaelena Bragança de Moraes, por seus ensinamentos em Estatística e por sua amável disponibilidade para colaborar com este trabalho.*

*Aos Professores Dra. Pricila Sleifer e Dr. Carlos Kazuo Taguchi, pelas valiosas contribuições durante a qualificação e defesa desta tese.*

*Ao Hospital Universitário de Santa Maria, aos funcionários do setor de Estatística e à Dra. Ana Valéria de Almeida Vaucher, os quais foram fundamentais para a realização da coleta de dados da pesquisa.*

*Aos colegas do Laboratório de Otoneurologia, pela troca de conhecimentos e cotidiano fraterno durante os últimos anos.*

*À Fisioterapeuta Camila Baldissera, pessoa íntegra, “dona e proprietária” de um coração imenso, agradeço a parceria e amizade durante o doutorado.*

*Aos amigos Andressa e Flávio, pela amizade que nem o tempo, nem a distância podem diminuir. Vocês moram em mim, meus queridos!*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro, possibilitando minha dedicação exclusiva a este trabalho.*

*Aos sujeitos que participaram desta pesquisa, sem os quais a mesma não seria possível, o meu respeito e eterna gratidão.*



*“Todo ser humano, si se lo propone, puede ser escultor de su propio cerebro”.*

*(Santiago Ramón Y Cajal, 1852-1934)*





## RESUMO

### EQUILÍBRIO CORPORAL NO TRAUMATISMO CRANIOENCEFÁLICO: DA AVALIAÇÃO À REABILITAÇÃO

AUTORA: Bianca Nunes Pimentel

ORIENTADORA: Valdete Alves Valentins dos Santos Filha

**Introdução:** O Traumatismo Cranioencefálico (TCE) é uma epidemia silenciosa que afeta milhões de pessoas ao redor do mundo, deixando sequelas físicas e funcionais, dentre as quais a dificuldade na manutenção do equilíbrio corporal. **Objetivo:** avaliar as funções vestibulares, oculomotoras e posturais em sujeitos com sequelas de TCE e a eficácia da reabilitação vestibular na recuperação dessas funções. **Método:** sujeitos com sequelas de TCE foram submetidos à anamnese, triagem cognitiva, visual e auditiva e aos procedimentos: avaliação audiológica, *Dizziness Handicap Inventory* (DHI), Testes de coordenação motora e de equilíbrio estático e dinâmico, testes *Dix-Hallpike* e *Head Roll Test*, Posturografia Dinâmica *Foam Laser* (Teste de Organização Sensorial - TOS), Vectoeletronistgmografia Computadorizada (VENG), Potencial Evocado Miogênico Vestibular cervical (cVEMP) e ocular (oVEMP). Posteriormente, foram submetidos à reabilitação vestibular por meio das manobras de reposicionamento para Vertigem Posicional Paroxística Benigna (VPPB), seguido do protocolo *de Cawthorne-Cooksey* adaptado. Para a comparação dos resultados pré e pós-intervenção, foram utilizados os testes pareados de *Wilcoxon* e *McNemar*; para as correlações o Teste de *Spearman*, e para comparação de amostras independentes o teste U de *Mann-Whitney*, por meio do aplicativo computacional STATISTICA 9.1, considerando o nível de significância de 5%. **Resultados:** observou-se VPPB-traumática em cinco (31,25%) sujeitos. As alterações no TOS envolveram todos os sistemas, mas principalmente o vestibular e a preferência visual. Na VENG, observaram-se alterações em sacadas, rastreo pendular e optocinético, além de assimetrias nas provas rotatória e calórica. Houve alterações no cVEMP e oVEMP, incluindo alterações de latência, amplitude, índice de assimetria, bem como ausência de resposta uni ou bilateralmente. A análise indicou uma restrição de participação severa no DHI. Os sujeitos apresentaram melhora em todas as posições avaliadas no TOS, e em todos os sistemas, porém significativamente no vestibular após intervenção. Houve diminuição significativa das alterações oculomotoras e aumento significativo da simetria nas provas rotatória e calórica. Houve melhora significativa do índice de assimetria no cVEMP, bem como nas latências e amplitudes do oVEMP, com diminuição de casos alterados após intervenção. No DHI, observou-se diminuição significativa do escore de todos os aspectos, modificando a restrição de participação geral para leve. **Conclusão:** Os sujeitos apresentaram sintomas vestibulares, vestibulo-visuais, posturais e visuais. O TOS, os testes oculomotores e vestibulares evidenciaram alterações importantes do sistema vestibulo-ocular e postural, com significativa melhora dos escores e diminuição de casos alterados após reabilitação. Os VEMP evidenciaram alterações nas vias vestibulocervical e vestibulo-ocular independentemente da gravidade do TCE, com significativa melhora dos valores de latência e amplitude no cVEMP e do índice de assimetria no oVEMP, diminuição de casos alterados e da restrição da participação causada pela tontura após a intervenção.

**Palavras-chave:** Traumatismo Cranioencefálico. Equilíbrio postural. Testes de função vestibular. Movimentos oculares. Reabilitação.



## ABSTRACT

### BODY BALANCE IN TRAUMATIC BRAIN INJURY: FROM ASSESSMENT TO REHABILITATION

AUTHOR: Bianca Nunes Pimentel  
ADVISOR: Valdete Alves Valentins Santos Filha

**Introduction:** Traumatic Brain Injury (TBI) is a silent epidemic that affects millions of people around the world, causing physical and functional sequelae, causing physical and functional sequelae, including the difficulty in maintaining body balance. **Purpose:** evaluate vestibular, oculomotor and postural functions in subjects with TBI sequelae and the effectiveness of vestibular rehabilitation in the recovery of these functions. **Methods:** subjects with TBI sequelae underwent anamnesis, cognitive, visual and hearing screening and the procedures: audiological assessment, Dizziness Handicap Inventory (DHI), tests of motor coordination and static and dynamic balance, Dix-Hallpike and Head Roll Test, Foam Laser Dynamic Posturography (Sensory Organization Test - SOT), Computerized Vectoelectronistgmography (VENG), Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential (cVEMP) and ocular (oVEMP). Subsequently, they underwent vestibular rehabilitation through repositioning maneuvers for Benign Paroxysmal Positional Vertigo (VPPB), followed by the adapted Cawthorne-Cooksey protocol. To compare the results before and after the intervention, Wilcoxon and McNemar's paired tests were used, Spearman's Test was used for correlations and for comparison of independent samples the Mann-Whitney U test, using the computer application STATISTICA 9.1, with a significance level of 5%. **Results:** traumatic BPPV was observed in five (31.25%) subjects. SOT alterations involved all systems, but mainly the vestibular and visual preference. In VENG, they presented altered saccades, pendular and optokinetic tracking, in addition to asymmetries in the rotational and caloric tests. There were changes in cVEMP and oVEMP, including latency, amplitude, asymmetry index, as well as lack of response uni or bilaterally. The analysis indicated a severe handicap in the DHI. The subjects showed improvement in all SOT positions, and in all systems, but significantly in the vestibular after the intervention. There was a significant decrease in oculomotor alterations and a significant increase in symmetry in the rotational and caloric tests. There was a significant improvement in the asymmetry index in the cVEMP, as well as in the latencies and amplitudes of the oVEMP, with a decrease in altered cases after rehabilitation. In the DHI, there was a significant decrease in the score of all aspects, changing the general handicap from severe to mild. **Conclusion:** The subjects presented vestibular, vestibulo-visual, postural and visual symptoms. The SOT and the oculomotor and vestibular tests showed important changes in the vestibulo-ocular and postural system, with a significant improvement in scores and a reduction in altered cases after the intervention. VEMPs showed alterations in the vestibulo cervical and vestibulo-ocular pathways regardless of the severity of the TBI, with significant improvement in latency and amplitude values in the cVEMP and the asymmetry index in the oVEMP, a decrease in altered cases and the handicap caused by dizziness after intervention.

**Keywords:** Traumatic Brain Injuries. Postural Balance. Vestibular Function Tests. Eye Movements. Rehabilitation.



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Amplitude
CSC	Canal Semicircular
cVEMP	Potencial Evocado Miogênico Vestibular cervical
D	Direita
DHI	Dizziness Handicap Inventory
DP	Desvio Padrão
DV	Disfunção Vestibular
E	Esquerda
IA%	Índice de Assimetria
MASB	Módulo de Aquisição de Sinais BioElétricos
Md	Mediana
MEEM	Mini Exame do Estado Mental
ms	milissegundo
NE	Nistagmo Espontâneo
NO	Nistagmo Optocinético
NSE	Nistagmo Semi Espontâneo
NV	Núcleo Vestibular
oVEMP	Potencial Evocado Miogênico Vestibular ocular
PDFL	Posturografia Dinâmica <i>Foam Laser</i>
Q1-Q3	Intervalo Interquartil
RP	Rastreio Pendular
RPh	Rastreio Pendular horizontal
RPv	Rastreio Pendular vertical
PRPD	Prova Rotatória Pendular Decrescente
RV	Reabilitação Vestibular
RVC	Reflexo Vestibulocervical
RVO	Reflexo Vestíbulo-Ocular
s	segundo
SNC	Sistema Nervoso Central
SUS	Sistema Único de Saúde
SVNC	Sistema para Videonistagmoscopia
TCE	Traumatismo Cranioencefálico
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TOS	Teste de Organização Sensorial
TVL	Trato Vestibulospinal Lateral
TVM	Trato Vestibulospinal Medial
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
VACL	Velocidade Angular da Componente Lenta
VEMP	Potencial Evocado Miogênico Vestibular
VENG	Vectoeletronistagmografia computadorizada
VPPB	Vertigem Posicional Paroxística Benigna
VPPB-T	Vertigem Posicional Paroxística Benigna Traumática
X	Média



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	17
1.1	HIPÓTESE DE ESTUDO .....	20
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	21
2.1	OBJETIVO GERAL .....	21
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	21
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	23
3.1	TRAUMATISMO CRANIOENCEFÁLICO (TCE).....	23
<b>3.1.1</b>	<b>Aspectos epidemiológicos do TCE</b> .....	23
<b>3.1.2</b>	<b>Definição e fisiopatologia do TCE</b> .....	25
3.2	ANATOMIA E FISILOGIA DO EQUILÍBRIO.....	26
<b>3.2.1</b>	<b>Labirinto vestibular</b> .....	26
<b>3.2.2</b>	<b>Oculomotricidade: o controle do olhar</b> .....	28
<b>3.2.3</b>	<b>Vias vestibulares centrais e reflexos vestibulares</b> .....	32
3.3	ALTERAÇÕES NOS SISTEMAS ENVOLVIDOS NO EQUILÍBRIO CORPORAL APÓS TCE.....	35
3.4	AVALIAÇÃO E REABILITAÇÃO VESTIBULAR.....	37
<b>3.4.1</b>	<b>Avaliação Vestibular</b> .....	37
<b>3.4.2</b>	<b>Reabilitação Vestibular</b> .....	39
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODO</b> .....	43
4.1	ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA.....	43
4.2	CARACTERIZAÇÃO E LOCAL DA PESQUISA.....	43
4.3	SELEÇÃO DA AMOSTRA .....	45
<b>4.3.1</b>	<b>Crterios de inclusão e exclusão</b> .....	45
4.3.1.1	<i>Procedimentos para atender critrios de inclusão e exclusão</i> .....	46
4.4	INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS.....	48
<b>4.4.1</b>	<b>Etapa 1 – Avaliação</b> .....	48
4.4.1.1	<i>Avaliação Audiológica</i> .....	49
4.4.1.2	<i>Avaliação da coordenação motora e do equilbrio esttico e dinmico</i> .....	49
4.4.1.3	<i>Posturografia Dinmica Foam Laser</i> .....	50
4.4.1.4	<i>Testes de posicionamento</i> .....	51
4.4.1.5	<i>Vectoeletronistagmografia computadorizada</i> .....	52
4.4.1.6	<i>Potencial Evocado Miogênico Vestibular cervical e ocular</i> .....	54
4.4.1.7	<i>Dizziness Handicap Inventory</i> .....	56
<b>4.4.2</b>	<b>Etapa 2 – Reabilitação</b> .....	56
4.4.2.1	<i>Manobras de reposicionamento</i> .....	56
4.4.2.2	<i>Protocolo de Cawthorne-Cooksey</i> .....	58
<b>4.4.3</b>	<b>Etapa 3 – Reavaliação</b> .....	60
4.5	ANÁLISE DOS DADOS.....	60
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	61
5.1	ESTUDO 1.....	63
5.2	ESTUDO 2.....	89
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO GERAL</b> .....	113
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO GERAL</b> .....	121
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	123
	APÊNDICES.....	137
	ANEXOS .....	145





## 1 INTRODUÇÃO

As lesões traumáticas representam, mundialmente, a principal causa de morte de pessoas entre cinco e 44 anos. Corresponde a aproximadamente 10% do total de mortes, acarretando expressivos danos socioeconômicos para a sociedade. Estima-se que 69 milhões de indivíduos em todo o mundo sofrem um Traumatismo Cranioencefálico (TCE) a cada ano. A incidência geral de TCE por 100.000 pessoas é maior na América do Norte e Europa. Os países de baixa e média renda experimentam quase três vezes mais casos de TCE, proporcionalmente, do que os de alta renda (DEWAN et al., 2018).

Da mesma forma, no Brasil, as ocorrências de TCE aumentam a cada ano e são responsáveis por altas taxas de mortalidade, sendo mais prevalente em jovens do sexo masculino, causadas principalmente por acidentes automobilísticos (KOIZUMI et al., 2000; MELO; SILVA; MOREIRA, 2004; SILVA et al., 2017). Essa prevalência revela a necessidade de maior conscientização dos profissionais sobre as características peculiares dessa população em múltiplas especialidades da saúde, exigindo uma abordagem interdisciplinar desde a prevenção primária até a repercussão social que as sequelas trazem para os acometidos (CAPIZZI; WOO; VERDUZCO-GUTIERREZ, 2020).

O TCE é definido como uma alteração na função cerebral, ou outra evidência de patologia encefálica, causada por uma força externa (MENON et al., 2010), seja por trauma fechado, explosão ou grande aceleração-desaceleração (HOFFER; SCHUBERT; BALADAN, 2015). As incapacidades agudas, subagudas e crônicas mais comuns observadas após TCE são neurossensoriais, entre as quais distúrbios cognitivos, do sono, da audição (zumbido, alterações no processamento auditivo, por exemplo), sendo, também, frequente a alteração do equilíbrio corporal, incluindo a Vertigem Posicional Paroxística Benigna (VPPB) (GANANÇA et al., 2016; HOFFER, 2015).

O equilíbrio corporal depende de um complexo sistema, a saber, aparelho vestibular (labirinto posterior), sistema visual e somatossensorial, cujas informações são processadas e enviadas para centros integrativos no tronco cerebral, cerebelo e córtex (LUNDY-EKMAN, 2008). Devido à complexidade de seu funcionamento, o equilíbrio corporal é vulnerável às afecções que perturbem qualquer um dos sistemas,

seja periférico ou central (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2017).

As lesões decorrentes do TCE podem acometer tanto as porções periféricas dos sistemas visual e vestibular como seus processamentos, desencadeando dificuldades na manutenção do equilíbrio (HOFFER, 2015). A estabilidade postural e a integração sensorial são fortemente afetadas pelo TCE e os sintomas podem persistir, por anos, nos sujeitos acometidos (ARSHAD et al., 2017).

Alterações vestibulo-oculares estão entre os sintomas mais comumente relatados após TCE. Em acidentes automobilísticos, 25% dos sujeitos acometidos referem tontura até 12 meses após a lesão encefálica (HARTVIGSEN et al., 2014).

A recuperação dos pacientes pode ser tardia e os sintomas decorrentes têm sido tradicionalmente atribuídos às lesões cerebrais, mas nem sempre recebem uma discriminação confiável. Nos últimos anos, houve um aumento de pesquisas, envolvendo estratégias de avaliação e de reabilitação para essa população, bem como um aumento de estudos sobre testes especializados para a investigação do equilíbrio corporal, porém, ainda, são necessárias pesquisas sobre diagnóstico e tratamento da população com essas sequelas (HOFFER, 2015). A rotina clínica ainda carece de investigações precisas que identifiquem déficits específicos em cada sistema, com ou sem sobrecarga sensorial. A vestibulometria pode fornecer dados concretos sobre o equilíbrio corporal e a coordenação motora do paciente, relacionando-os com sua capacidade funcional, o que auxilia na etiologia dos sintomas após o acometimento encefálico (LEDDY et al., 2015).

A avaliação da função vestibular e dos sistemas envolvidos na manutenção do equilíbrio corporal é considerada uma tarefa complexa, pois depende inteiramente das respostas motoras, principalmente dos movimentos oculares e das alterações posturais (ALBERNAZ et al., 2019). A função vestibular pode ser avaliada por meio de: provas de equilíbrio estático e dinâmico; provas coordenação dos movimentos; pesquisa das diferentes formas de nistagmo, incluindo o uso de testes diagnósticos, como a manobra de *Dix-Hallpike*; posturografia dinâmica; vectoeletronistagmografia computadorizada (VENG); bem como os potenciais evocados miogênicos vestibulares cervicais e oculares (cVEMP e oVEMP).

A distinção entre o acometimento do sistema vestibular periférico ou do sistema nervoso central (SNC) pode ser desafiante, pois se tratam de etiologias com gravidade, prognóstico e condutas diferentes (GANANÇA et al., 2016). As provas oculomotoras, na VENG, permitem a identificação objetiva e precisa do acometimento,

inclusive permite o acompanhamento da progressão do mesmo, sobretudo nas alterações centrais (MAIA; ALBERNAZ; CARMONA, 2014). A prova calórica é fundamental por fornecer medidas objetivas da função vestibular, devido à capacidade de investigar os labirintos de forma individual e separadamente. A prova rotatória pendular decrescente (PRPD), por sua vez, permite a avaliação da sinergia dos canais semicirculares (CSC), oferecendo informações importantes sobre o processo de compensação central (MEZZALIRA; BITTAR; ALBERTINO, 2014).

Por outro lado, os VEMPs são considerados instrumentos importantes para a avaliação da função dos órgãos otolíticos e nervo vestibular, além das vias centrais, tornando-se um componente útil na avaliação do equilíbrio corporal humano. Esses reflexos otólito-dependentes são produzidos pela estimulação das orelhas com som conduzido pelo ar ou vibração do crânio e registrados a partir de eletrodos de superfície colocados sobre músculo esternocleidomastoideo, no pescoço (cVEMP), e sobre os músculos oculares (oVEMP). As anormalidades do VEMP têm sido relatadas em várias patologias auditivas e vestibulares, desempenhando um papel claro no diagnóstico (ROSENGREN et al., 2019).

Quanto às formas de tratamento das vestibulopatias, a Reabilitação Vestibular (RV) pode ser utilizada como método principal ou complementar a outros recursos que dependerão dos déficits funcionais e necessidades individuais dos pacientes. Os principais objetivos da RV são: promover a estabilização visual e aumentar a interação vestibulo-ocular durante a movimentação da cabeça; proporcionar melhor estabilidade estática e dinâmica nas situações de conflito sensorial e diminuir a sensibilidade individual durante a movimentação cefálica (GANANÇA et al., 2000).

Por meio da compensação central, a RV é capaz de melhorar os sintomas de desequilíbrio, quedas, medo de cair, oscilopsia, tontura, vertigem, sensibilidade ao movimento e sintomas secundários como os neurovegetativos ou os psicológicos, no contexto de distúrbios vestibulares unilaterais e bilaterais (SULWAY; WHITNEY, 2019). Em sujeitos com alterações centrais, sobretudo crônicas, os exercícios de RV modificados proporcionam redução da restrição de participação causada pela tontura, representando uma modalidade segura, viável e benéfica (KLEFFELGAARD et al., 2019).

Especificamente na VPPB, as manobras de reposicionamento, em cerca de 75% dos casos, apresentam resolução significativa dos sintomas em algumas

semanas (OUCHTERLONY et al., 2016). Nos casos em que as manobras não eliminam completamente os sintomas, ainda que o tratamento medicamentoso seja uma opção ou, muitas vezes, a primeira via de cuidado, proporcionando melhora da vertigem, as tonturas subjetivas restantes podem necessitar de uma abordagem múltipla.

Apesar de crescente, a literatura sobre a avaliação e RV, relacionada às sequelas de TCE, necessita ser aprofundada, pois não há um consenso na literatura sobre a RV nessa população (MURRAY et al., 2017). São necessários mais estudos que possam produzir esclarecimentos sobre a RV junto a essa população, bem como convém adequada investigação da VPPB-T e da tontura central que ocorrem concomitantemente nos casos de TCE.

## 1.1 HIPÓTESE DE ESTUDO

Considerando o TCE uma das principais causas de incapacidade funcional em adultos em idade produtiva, os quais podem apresentar afastamentos ocupacionais e/ou perda da atividade laboral, considera-se que avaliar a capacidade de manutenção do equilíbrio corporal de forma integral favorece um diagnóstico preciso e a elaboração de um plano terapêutico condizente com as necessidades subjetivas, potencializando, assim, seus resultados. Todavia, não há um consenso sobre um padrão de alterações vestibulo-oculares, bem como sobre os benefícios da RV, considerando globalmente os sistemas do equilíbrio corporal. Assim, o presente estudo está subsidiado nas hipóteses de que: a) Sujeitos com sequelas de TCE podem apresentar alterações nos reflexos vestibulares, na oculomotricidade e na organização sensorial, passíveis de identificação com a avaliação vestibular; e b) a RV pode melhorar a manutenção do equilíbrio corporal de sujeitos com queixa de tontura ou alterações vestibulares, oculomotoras ou organização sensorial após o TCE.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as funções vestibulares, oculomotoras e posturais em sujeitos com sequelas de Traumatismo Cranioencefálico e, posteriormente, analisar o benefício da reabilitação vestibular na recuperação dessas funções.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Identificar a presença de queixa de tontura e traçar um perfil de sintomas nos sujeitos após TCE;
- Quantificar a restrição de participação causada pela tontura;
- Avaliar a coordenação motora e o equilíbrio estático e dinâmico;
- Avaliar a Organização Sensorial;
- Avaliar os reflexos vestíbulo-ocular e vestibulocervical;
- Identificar a presença da VPPB;
- Reabilitar os sujeitos que apresentarem tontura, VPPB ou alterações dos reflexos vestíbulo-ocular e vestibulocervical ou na análise sensorial;
- Avaliar o efeito da intervenção sobre a função vestibular, oculomotora e postural;
- Comparar a restrição de participação nesses sujeitos antes e depois da reabilitação vestibular.



### **3 REVISÃO DA LITERATURA**

A revisão da literatura foi elaborada baseada nos aspectos envolvidos no TCE e subdividida nos subtítulos: traumatismo cranioencefálico; anatomia e fisiologia do equilíbrio; alterações nos sistemas envolvidos no equilíbrio corporal após traumatismo cranioencefálico e; avaliação e reabilitação vestibular.

#### **3.1 TRAUMATISMO CRANIOENCEFÁLICO**

##### **3.1.1 Aspectos Epidemiológicos**

Estima-se que sessenta e nove milhões (IC 95%: 64-74 milhões) de indivíduos sofrem TCE, independentemente das causas, a cada ano, principalmente em regiões do Sudeste Asiático e Pacífico Ocidental. No entanto, a incidência estimada de TCE é mais alta em regiões com dados de maior qualidade, especificamente na América do Norte e na Europa (DEWAN et al., 2018).

A Organização Mundial da Saúde estima que quase 90% das mortes devido a lesões ocorrem nos países de baixa renda, onde vivem 85% da população. Em países de baixa e média renda, as vítimas são geralmente pedestres, ciclistas ou motociclistas adultos jovens. Em regiões onde a prevalência da violência armada é maior (América Central, Oriente Médio e África Central), os ferimentos por assalto e armas de fogo são causas frequentes do TCE. Além disso, o TCE pode estar sub-representado devido à sua natureza silenciosa e à ausência de sistemas de vigilância ou notificação de lesões em muitas partes do mundo (IACCARINO et al., 2018). É importante ressaltar que a incidência do TCE é influenciada, além das variáveis sexo e idade, pelo local de residência, tais como residir em zona rural, áreas remotas e desfavorecidas socioeconomicamente (YUE et al., 2020).

Na América Latina, o TCE devido a acidente de trânsito é mais frequente em homens entre as idades de 15 e 35 anos, sobretudo com veículos motorizados, seguidos por pedestres, motociclistas e ciclistas. Noventa por cento desses casos são considerados leves (DUNNE et al., 2020).

No Brasil, entre 2008 e 2012, houve, em média, 125.551 admissões hospitalares pelo TCE, sendo 78% do sexo masculino, aproximadamente. O custo



para o Sistema Único de Saúde (SUS) é de mais de 71 milhões, com 9.715 óbitos em média por ano (ALMEIDA et al., 2016).

As causas de TCE estão relacionadas ao grupo de doenças ocorridas por “causas externas”, sendo a principal os acidentes automobilísticos (50%). Neste grupo, o perfil de maior ocorrência são homens adolescentes ou adultos jovens. Dos 15 aos 24 anos, os acidentes de trânsito são responsáveis por mais mortes que todas as outras causas. Uma pesquisa brasileira identificou uma ocorrência de óbitos por TCE de 16%, maior na faixa etária de 20-30 anos, maior nos finais de semana, e até 82% no sexo masculino (SILVA et al., 2017), pois estes estão mais expostos a acidentes de trânsito, acidentes ocupacionais e violência (DALTO; ESCOBAR, 2016). Esse perfil de indivíduos com menos de 40 anos, do sexo masculino, que sofrem acidentes de trânsito, é consistente nas pesquisas brasileiras. Não obstante, estudos epidemiológicos sobre o TCE no Brasil ainda são escassos (MAGALHÃES et al., 2017).

O segundo grupo de maior ocorrência é a queda, especialmente entre os idosos (CUSIMANO et al., 2020). Entretanto, no Brasil são muito frequentes as quedas de lugares altos (lajes), que são ignoradas pelas estatísticas internacionais. O terceiro grupo (20% das ocorrências) faz parte das causas “violentas”: ferimentos por projétil de arma de fogo e armas brancas (CONSTÂNCIO et al., 2018; MASCARENHAS et al., 2009).

O estudo de Silverberg, Panenka e Iverson (2017) identificou que, apesar de muitos sujeitos retornarem às atividades ocupacionais, cerca de 60% desses referiu perda de produtividade e 42% “cometeram mais erros” no trabalho, além de comorbidades como altas taxas de síndrome pós-concussão (44,5%), depressão (18,2%), transtorno de ansiedade (24,2%) e dor corporal (30,3%). Dessa forma, essa população pode estar sujeita a subempregos e perda de produtividade associados a sintomas residuais e complicações psiquiátricas.

Em termos de políticas públicas, defende-se que deve ser considerada, além da preocupação com o cuidado na fase aguda e de reabilitação, a reinserção desses sujeitos ao meio social, sobretudo ao trabalho, uma vez que esse processo se mostra complexo, à medida que depende de fatores como características sociodemográficas (idade, escolaridade, tipo de ocupação exercida anteriormente, nível de renda), mercado de trabalho e apoio social (LANCMAN et al., 2018).

No sentido acima, em 2015, o Ministério da Saúde publicou as “Diretrizes de

Atenção à reabilitação da pessoa com traumatismo cranioencefálico” (BRASIL, 2015). Nesse documento, o processo de cuidado foi dividido em cinco fases distintas: 1) Pré-trauma; 2) fase aguda; 3) fase intensiva; 4) fase de recuperação (avaliação de habilidades e alterações) e; 5) fase ambulatorial, ajustamento pessoal, social e de qualidade de vida (QV). Dessa forma, é necessária a investigação das habilidades e funcionalidade nessa população, bem como a identificação das possíveis vantagens de se utilizar os dados dessa avaliação para o delineamento do prognóstico e reabilitação. Investigar os sintomas pode fomentar um diagnóstico mais apurado (HOFFER, 2015), bem como mudanças nas práticas de gerenciamento das sequelas (WASSERMAN et al., 2016).

### **3.1.2 Definição e fisiopatologia**

O TCE é definido como uma alteração na função cerebral, ou outra evidência de patologia cerebral, causada por uma força externa (FAUL et al., 2010). Essas alterações podem incluir: perda ou diminuição do nível de consciência, perda de memória, alterações no estado mental na fase aguda (confusão, desorientação, lentidão de raciocínio), bem como déficits neurológicos como paresia/plegia, afasia, dispraxia, alterações sensoriais e de equilíbrio corporal (MENON et al., 2010).

Essa definição clássica tem base nos sintomas clínicos, entretanto, técnicas modernas de imagem neurorradiológica (por exemplo, imagem por tensor de difusão baseada em imagem de Ressonância Magnética) e biomarcadores laboratoriais estão sendo estudados, o que pode permitir um diagnóstico de TCE quando há evidência clínica mínima ou tardia (PERVEZ; KITAGAWA; CHANG, 2018).

Há mecanismos que começam a agir logo após a lesão e outros que se estenderão por dias ou até meses após o evento, além de fatores sistêmicos que podem agravar o quadro neurológico. Por conseguinte, podem-se dividir as lesões cerebrais em primárias e secundárias (GOODMAN, 1999; PERVEZ; KITAGAWA; CHANG, 2018).

As lesões primárias ocorrem como resultado imediato e direto do trauma. Como há estruturas de densidades diferentes compondo o encéfalo, quando submetidas ao movimento de aceleração/desaceleração cerebral, por exemplo, tais estruturas terão resposta desigual a esta desaceleração. Isso levará à ruptura de veias, estiramento

de axônios e/ou impacto do cérebro contra a caixa craniana. Esses eventos podem ocorrer em conjunto ou separadamente, resultando em diferentes tipos de lesões, com disfunções temporárias ou definitivas (MENDELOW et al., 1983; PERVEZ; KITAGAWA; CHANG, 2018).

As lesões secundárias são aquelas que se iniciam após o momento da agressão. Podem decorrer da interação entre fatores intra e extracerebrais, levando à morte de células que não foram afetadas no momento exato do evento, mas que sofrem consequências posteriores (MENDELOW et al., 1983; PERVEZ; KITAGAWA; CHANG, 2018).

Em relação à caracterização clínica das lesões, elas podem ser divididas em: 1) lesões dos envoltórios cranianos – a) escalpo e b) fraturas cranianas; 2) Lesões focais – a) contusões cerebrais, b) hematoma extradural agudo, c) Hematoma subdural agudo, d) Hematoma subdural crônico, e) Hematoma intracerebral; 3) Lesões difusas: a) Concussão, b) Lesão axonal difusa, c) Hemorragia meníngea traumáticas (HAWRYLUK; MANLEY, 2015).

Na fase aguda, ainda é possível classificar o TCE quanto à gravidade com a Escala de Coma de Glasgow que constitui um método objetivo de registrar o nível de consciência de uma pessoa, para avaliação inicial e contínua, sendo a melhor pontuação 15 e a pior 3. Inicialmente utilizada após TCE, a escala é atualmente aplicada a diferentes situações, inclusive com valor prognóstico (STERNBACH, 2000).

A maioria das lesões são leves e moderadas o que pode dificultar ou mascarar diagnósticos. É comum pacientes com lesão cerebral traumática moderada apresentarem deterioração funcional, exigindo cuidados neurológicos críticos, porém com resultados insatisfatórios. Portanto, a otimização do atendimento e dos resultados para este grupo vulnerável de pacientes é urgentemente necessária (WATANITANON et al., 2018).

Dessa forma, considera-se ampliar a atenção da Fonoaudiologia junto a essa população, especialmente no que se refere à avaliação e à reabilitação vestibular, seja no ambiente hospitalar, seja em ambulatórios de reabilitação.

## 3.2 ANATOMIA E FISIOLOGIA DO EQUILÍBRIO

### 3.2.1 Labirinto vestibular

A orelha interna abriga dois órgãos dos sentidos especiais: a cóclea, na qual se localizam os mecanorreceptores da audição e o labirinto vestibular, no qual estão situados os mecanorreceptores do equilíbrio. O labirinto divide-se em ósseo e membranoso (mais interno), localizado adjacente e contínuo à cóclea, no osso temporal (LENT, 2008).

O labirinto ósseo é constituído pelos CSC, ortogonais entre si ( $90^\circ$ ), e o vestíbulo central onde se encontram os órgãos otolíticos. Entre este e o labirinto membranoso, há um líquido, a perilinfa, rico em sódio, enquanto dentro do labirinto membranoso encontra-se a endolinfa com alta concentração de potássio (KREBS; WEINBERG; AKESSON, 2013). Esses órgãos transmitem a energia mecânica, gerada nos movimentos da cabeça, às células ciliadas (KANDEL et al., 2014).

Os CSC, como sugere sua morfologia, são especializados em responder à aceleração rotacional. Cada canal possui um ducto semicircular, em cuja base localiza-se uma ampola membranácea. Essas ampolas contêm o epitélio sensorial – células ciliadas receptoras – as quais repousam na crista ampular incorporadas em uma massa gelatinosa, a cúpula ampular (KREBS; WEINBERG; AKESSON, 2013).

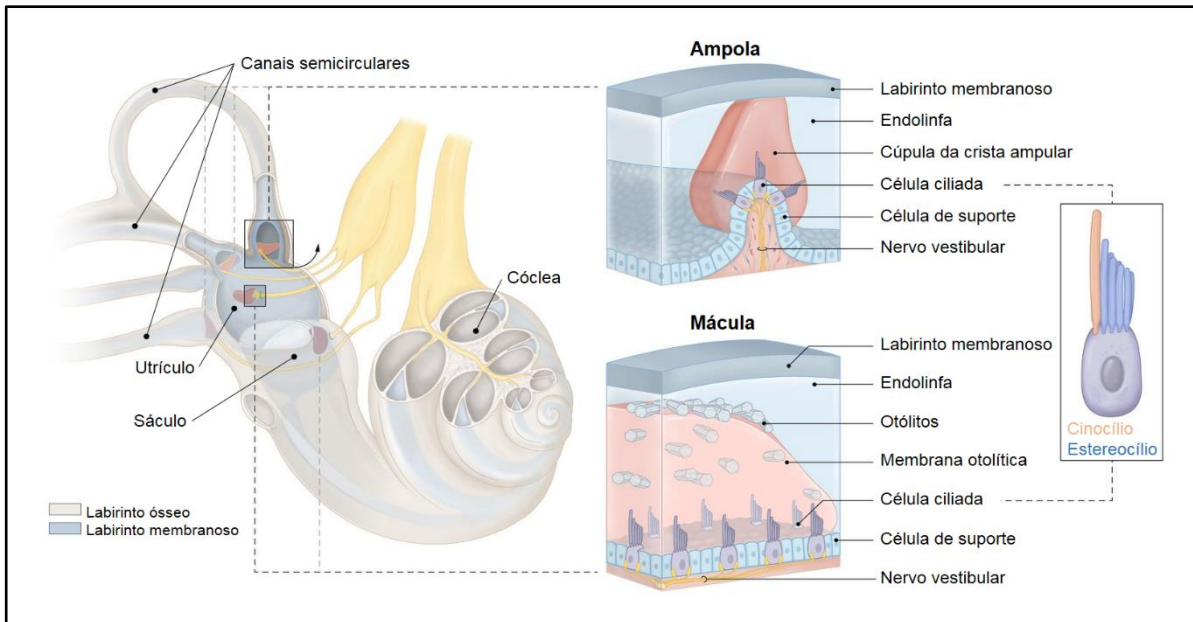
Todas as células ciliadas na ampola possuem um cinocílio maior e estereocílios (diversas microvilosidades de altura graduada, orientados na mesma direção). Quando a cabeça gira, a inércia da endolinfa produz uma força através da cúpula, afastando-a da direção do movimento e causando um deslocamento das células ciliadas no interior da crista (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2017).

O CSC contralateral tem suas células alinhadas opostamente, assim enquanto há despolarização de um lado, ocorre hiperpolarização das células contralaterais no labirinto oposto (PURVES et al., 2010). Esses sinais são posteriormente enviados ao nervo vestibular para notificar o SNC sobre mudanças da rotação da cabeça (GUYTON; HALL, 2006).

Deslocamentos e acelerações lineares, como as induzidas por inclinação ou movimentos de translação, são detectados pelos órgãos otolíticos. Por suas orientações excitatórias, o utrículo responde a movimentos no plano horizontal, enquanto o sáculo, a movimentos verticais. Suas posições em espelho em relação ao lado contrário são responsáveis pelo mesmo sistema de inibição sensorial dos CSC (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2017). Seu epitélio sensorial, a mácula, é constituído por células ciliadas e células de suporte associadas. Acima dessas, há uma camada

gelatinosa e a membrana otolítica (PURVES et al., 2010) (Figura 1).

Figura 1 – Orelha interna contendo a cóclea e posteriormente o vestíbulo (sáculo e utrículo) e os canais semicirculares (anterior, lateral e posterior).



Fonte: [https://www.amboss.com/us/knowledge/The\\_ear/](https://www.amboss.com/us/knowledge/The_ear/) com legendas adaptadas.

Nesses órgãos localizam-se os otólitos ou otocônias, pequenos cristais de carbonato de cálcio de 1 a 5  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Estes estão incrustados sobre o capuz gelatinoso da mácula, possuem densidade superior à da endolinfa que os circunda, tornando a membrana otolítica mais pesada (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2017).

Assim, quando a cabeça se inclina ou está em aceleração linear, a gravidade faz com que a membrana se desloque em relação ao epitélio sensorial. Isso movimenta as células ciliadas gerando um potencial receptor (PURVES et al., 2010). Pela utilização simultânea da informação codificada pela população total de células ciliadas da mácula e dos órgãos otolíticos, o SNC pode interpretar todos os possíveis movimentos lineares de forma inequívoca (PFEIFFER; SERINO; BLANKE, 2014).

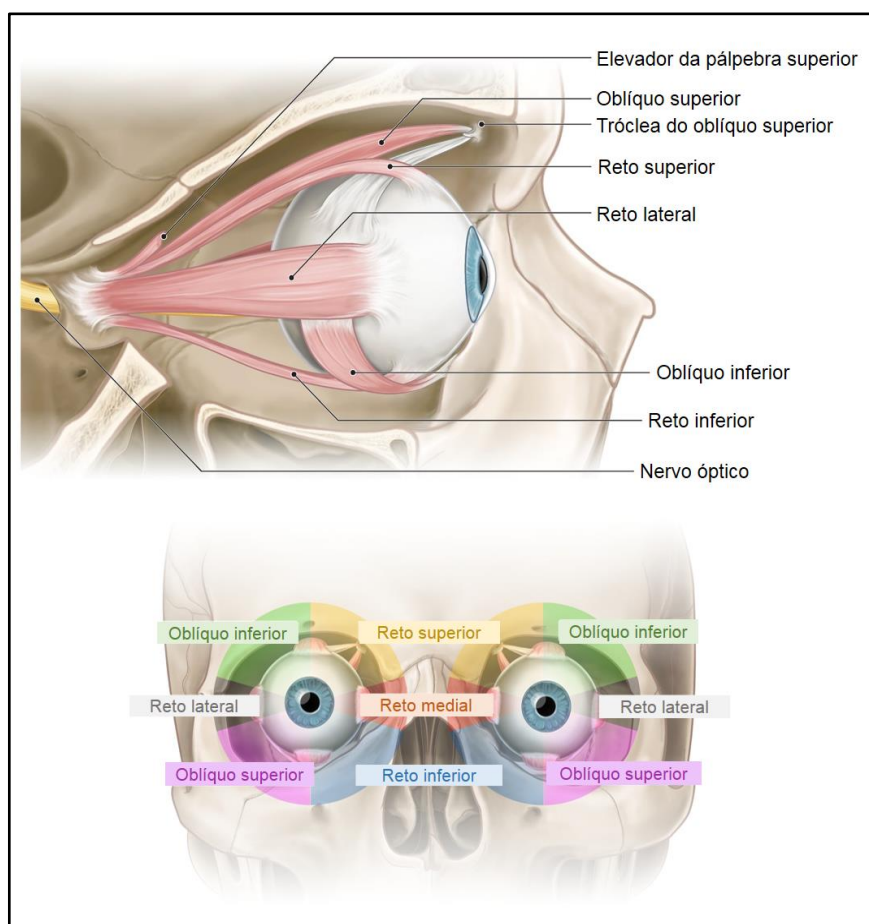
### 3.2.2 Oculomotricidade: o controle do olhar

Para que o sujeito explore o mundo ao redor, os sistemas motores relacionados ao olhar, ao equilíbrio e à postura agem em conjunto proporcionando estabilização e manutenção do equilíbrio corporal (KANDEL et al., 2014). Dessa forma, para que a visão de um alvo de interesse seja nítida é necessário que a imagem do mesmo se

mantenha imóvel na retina, mais especificamente na fóvea (QUIROS; YEE, 2011).

A musculatura ocular conta com seis músculos extraoculares que formam três pares de agonistas-antagonistas: os quatro músculos retos (lateral, medial, superior e inferior) e os músculos oblíquos (inferior e superior) (Figura 2).

Figura 2 – Representação da musculatura extraocular



Fonte: Adaptado de [https://www.amboss.com/us/knowledge/Eye\\_and\\_orbit/](https://www.amboss.com/us/knowledge/Eye_and_orbit/)

Os retos mediais e laterais giram o olho horizontalmente, provocando adução e abdução, respectivamente. Os retos superiores e inferiores e os oblíquos giram o olho verticalmente e causam sua torção. O músculo reto superior e o oblíquo inferior elevam o olho, o reto inferior e o oblíquo superior fazem sua torção interna, enquanto o reto inferior e o oblíquo inferior fazem a torção externa do olho (KANDEL et al., 2014; NETTER, 2018).

Objetos em movimento ou movimentos de cabeça provocam deslizamentos da imagem do campo visual na retina (QUIROS; YEE, 2011). A fim de corrigir essa movimentação, garantindo a estabilidade das imagens, são utilizados seis sistemas

de controle neuronal para manter os olhos no alvo, a saber: sistema de fixação, movimentos sacádicos, movimentos de seguimento lento, movimentos de vergência, movimentos optocinéticos e os reflexos vestibulo-oculares (discutidos no próximo subtítulo) (KANDEL et al., 2014).

O sistema de fixação mantém o olho fixo durante o olhar intencional, quando a cabeça não está em movimento, por meio de uma supressão ativa dos movimentos oculares (KANDEL et al., 2014). Por outro lado, o sistema sacádico dirige a fóvea para objetos de interesse, de um ponto de fixação a outro, de forma extremamente rápida, em velocidades angulares de até 900°/s. Quando percebemos um objeto, primeiro surge um movimento sacádico em sua direção focalizando-o na fóvea. Em seguida, a cabeça gira automaticamente a fim de focalizar o alvo em melhor ângulo. Dessa ação participam, também, a formação reticular, o córtex e o cerebelo (LEIGH; ZEE, 2006). De forma voluntária, modifica-se a amplitude e a direção dos movimentos, mas não sua velocidade (exceto fadiga, drogas ou estados patológicos) (ETTINGER et al., 2018; KANDEL et al., 2014).

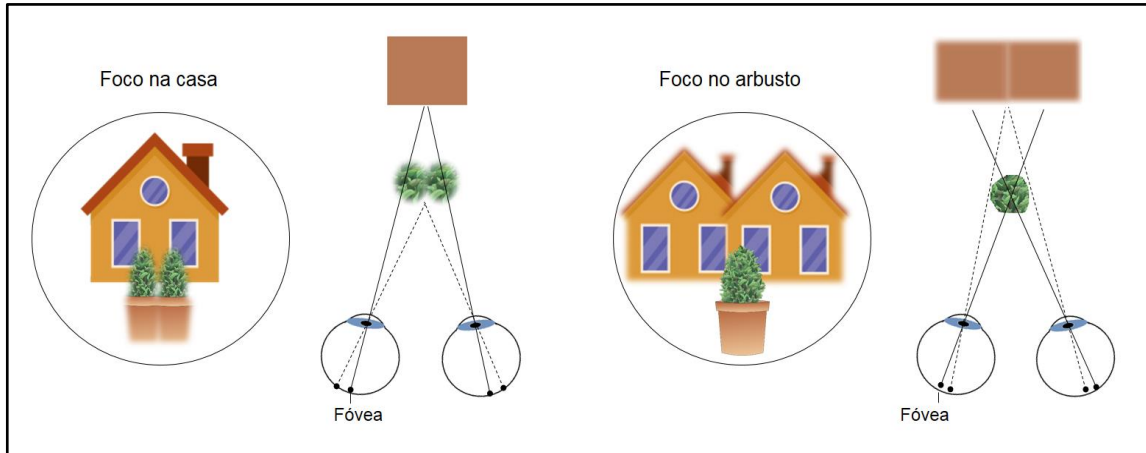
O sistema de seguimento lento, de rastreo ou perseguição, permite a manutenção da imagem nítida na fóvea, de um objeto em movimento lento e estável em um campo visual estático (como um pêndulo), pois calcula a rapidez com que o alvo se movimenta, movendo os olhos nessa mesma velocidade (KANDEL et al., 2014). Se o alvo se mover em velocidade diferente da prevista, provocará uma sacada para trazer a imagem para a fóvea. Esse sistema é utilizado para movimentos de baixa frequência, até 8 Hz em média (LEIGH; ZEE, 2006).

Diferente dos movimentos de seguimento lento e sacádicos, nos quais os olhos movem-se na mesma direção e mesma velocidade, de forma conjugada, no sistema de vergência há movimentos disjuntivos dos olhos. Para olhar objetos próximos, os olhos giram um em direção ao outro, ou seja, convergem. Por outro lado, ao olhar para objetos longe os olhos distanciam-se ou divergem. Esses movimentos disjuntivos asseguram que a imagem caia sobre as fóveas de ambas as retinas criando uma sensação de profundidade (Figura 3) (GIBALDI; BANKS, 2019; KANDEL et al., 2014).

O sistema optocinético é ativado quando alvos em movimentos repetidos ocorrem em um campo visual estático – resposta automática da retina ao estímulo visual (Figura 4). Nesse sistema, os olhos se movem de forma conjugada para acompanhar um objeto, ao redor da fixação foveal, porém sem tal fixação, pois quando o olhar atinge a extensão máxima do desvio fisiológico, realizamos um movimento

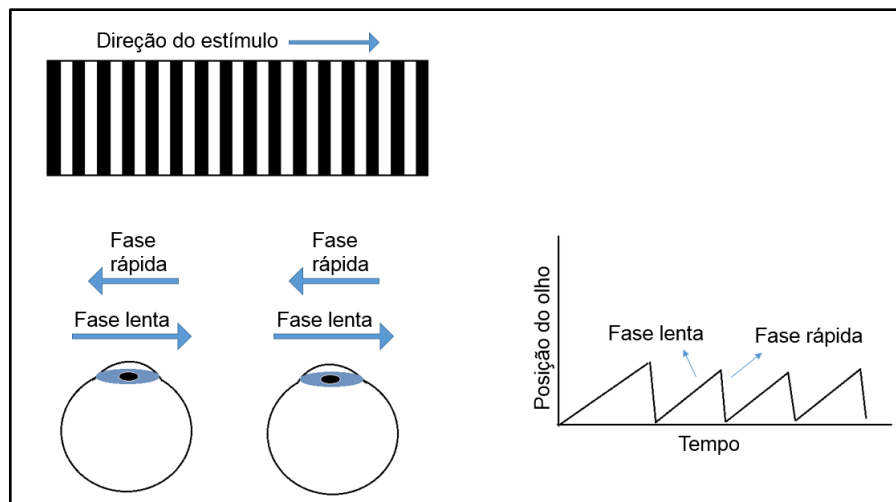
rápido de reposicionamento da imagem na fóvea (sacada), trazendo o olho para a posição original (LEIGH; ZEE, 2006; QUIROS; YEE, 2011).

Figura 3 – Representação dos movimentos oculares de vergência



Fonte: Autora (arte domínio público).

Figura 4 – Representação dos movimentos optocinéticos



Fonte: Autora.

Esse sistema possui estreita relação com o reflexo vestibulo-ocular (RVO), de tal forma que alguns estudos, sobretudo os realizados nas décadas de 70 e 80 do século XX, informam que os núcleos vestibulares respondem às aferências optocinéticas (BOYLE; BÜTTNER; MARKERT, 1985; WAESPE; HENN, 1977), porém essa relação é debatida na literatura sem um consenso (BRYAN; ANGELAKI, 2009).



### 3.2.3 Vias Vestibulares Centrais e os Reflexos Vestibulares

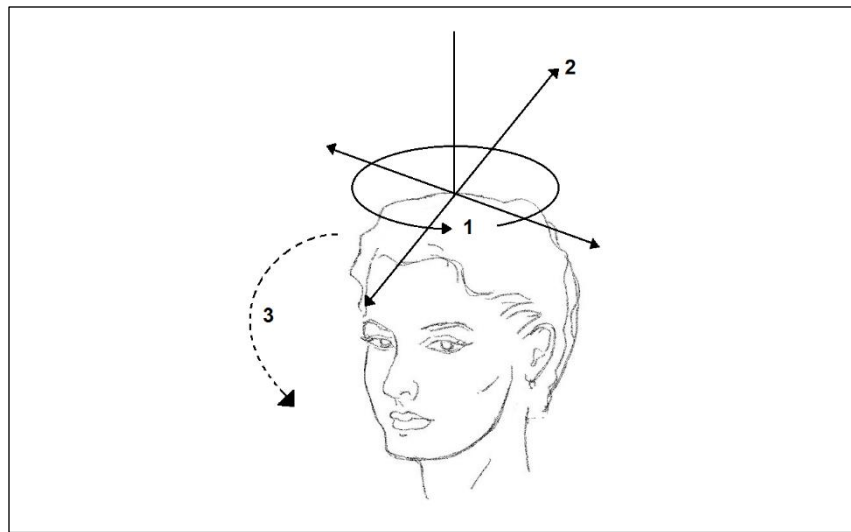
As células ciliadas dos órgãos vestibulares estabelecem sinapses excitatórias com a terminação de um axônio sensorial do nervo vestibular (ramo do nervo vestibulococlear – VIII par craniano) (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2017). No bulbo, os núcleos vestibulares (NV) lateral e medial são centros de integração que recebem aferências não só da orelha interna, mas também *feedback* do cerebelo, bem como informações visuais e somatossensoriais (FERRÈA et al., 2013).

Esses núcleos participam de três grandes vias reflexas que coordenam e integram as informações e as utilizam para controlar a eferência dos neurônios motores que controlam a musculatura extraocular, cervical e axial, responsáveis por estabilização do olhar, orientação da cabeça e postura, respectivamente, durante o movimento (KREBS; WEINBERG; AKESSON, 2013).

O RVO é um arco reflexo trineural, que age a partir de neurônios aferentes primários localizados no gânglio de *Scarpa*, bipolares, e fazem sinapse com as células ciliadas, seguindo para os neurônios secundários e, finalmente, para os núcleos oculomotores ou eferente terciário (LEIGH; ZEE, 2006). Este reflexo ajusta os movimentos dos olhos e da cabeça e estabiliza as imagens na retina, de modo a permitir a fixação do olhar em um alvo. Os movimentos da cabeça são detectados pelo labirinto (rotação, aceleração ou mudanças de gravidade) que ativa músculos extraoculares para neutralizar esses movimentos (KANDEL et al., 2014; PURVES et al., 2010).

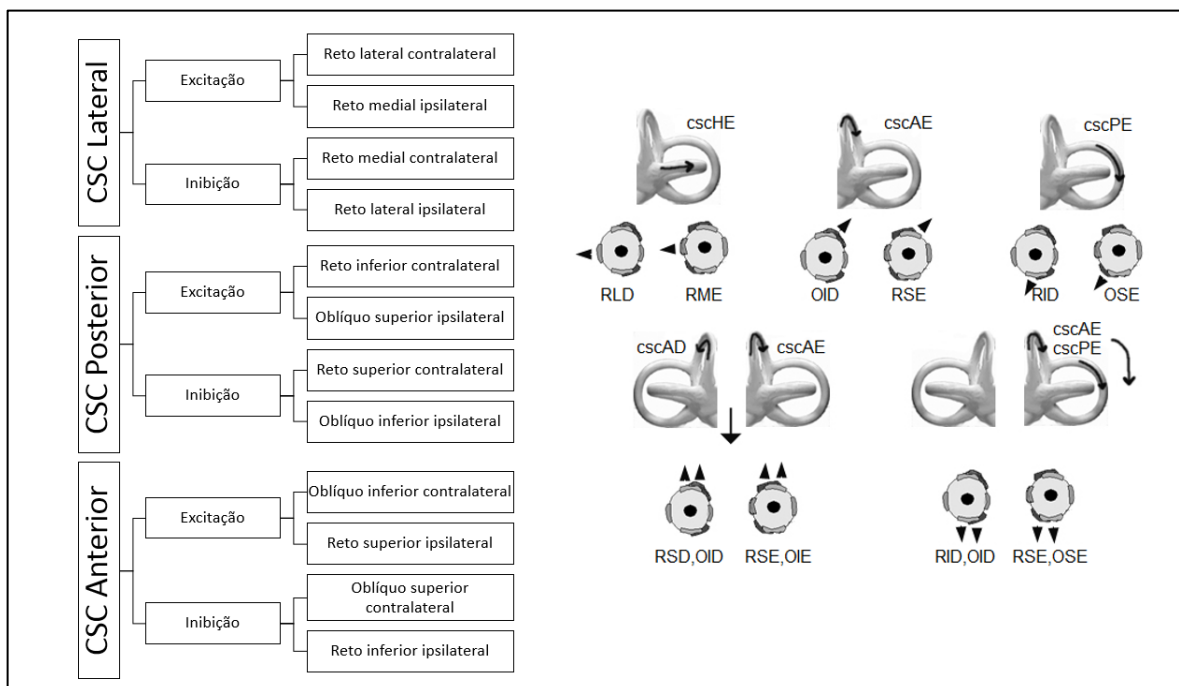
Didaticamente, ainda é possível dividir os RVO em três tipos diferentes: o RVO rotacional que compensa a rotação da cabeça, cuja origem está relacionada às aferências dos CSC; o RVO translacional que compensa os movimentos lineares de cabeça; e o terceiro, reflexo contrarrotacional ocular, que compensa as inclinações da cabeça no plano vertical (Figura 5). Para isso ocorrer efetivamente, é necessário que as aferências labirínticas estejam suficientemente conectadas à musculatura extraocular (Figura 6).

Figura 5 – Representação dos movimentos que ativam os órgãos vestibulares - rotação, translação e contrarrotação



Legenda: 1 – movimento rotacional; 2 – movimento translacional; 3 – movimento contrarrotação.  
 Fonte: Autora (arte domínio público).

Figura 6 – Conexões funcionais dos canais semicirculares com a musculatura ocular extrínseca



Legenda: CSC – canal semicircular; H – horizontal; A – anterior; P – posterior; D – direito; E – esquerdo; R – reto; O – oblíquo; S – superior; I – inferior.

Fonte: Autora (arte em: [http://www.opt.indiana.edu/v665/CD/CD\\_Version/CH13/CH13.HTM](http://www.opt.indiana.edu/v665/CD/CD_Version/CH13/CH13.HTM))

Apesar dessa divisão conceitual e da possibilidade de explorar as ações vestibulares individuais experimentalmente, os movimentos humanos em situações naturais apresentam um padrão de excitação/inibição em vários receptores em ambos os labirintos. Juntos, o RVO, o sistema optocinético, de rastreo e os movimentos sacádicos estabilizam o ângulo de fixação ocular, mantendo a fóvea direcionada ao alvo durante os movimentos de cabeça em diferentes velocidades (KANDEL et al., 2014; MEZZALIRA; BITTAR; ALBERTINO, 2014).

Além do controle do olhar, outros reflexos são importantes para a manutenção da postura durante o movimento: os reflexos espinhais (GDOWSKI; MC CREA, 2000). O Reflexo Vestibulocervical (RVC) provoca a contração reflexa dos músculos do pescoço devido à estimulação dos órgãos otolíticos; o Reflexo Cervicocular que corresponde ao movimento ocular compensatório quando ocorre a rotação do tronco com a cabeça fixa e; o Reflexo Cervicocólico que é acionado pelo estiramento dos músculos do pescoço (KANDEL et al., 2014).

O RVC é importante também para os ajustes posturais da cabeça, em resposta aos movimentos rotacionais. As aferências dos CSC se projetam para os NV mediais. As fibras seguem pelo trato vestibulospinal medial (TVM) para os níveis cervicais superiores da medula espinal, onde realizam ajustes posturais de músculos do pescoço e da cabeça em resposta aos seus movimentos (KANDEL et al., 2014; KREBS; WEINBERG; AKESSON, 2013)

O Reflexo Vestibulospinal (RVE) é um modulador direto das funções dos neurônios motores inferiores, permitindo ajustes posturais rápidos em resposta a uma mudança no equilíbrio. As fibras aferentes se projetam principalmente para os NV laterais. Suas projeções associadas às projeções dos NV mediais passam pelo TVM e trato vestibulospinal lateral (TVL), respectivamente, rumo à medula espinal. No corno anterior da medula espinal, o TVL fornece *inputs* excitatórios para os músculos extensores das pernas que são fundamentais na mediação do equilíbrio e da estabilidade postural durante a marcha (KREBS; WEINBERG; AKESSON, 2013).

Junto com os núcleos do tronco encefálico, o cerebelo integra as aferências sensoriais, principalmente no vestibulocerebelo (nódulo, úvula e núcleo fastigial) e no espinocerebelo (lobo anterior e núcleo interpósito), os quais apresentam uma intensa atividade com os NV e a formação reticular da ponte e do bulbo (KANDEL et al., 2014).

### 3.3 ALTERAÇÕES NOS SISTEMAS ENVOLVIDOS NO EQUILÍBRIO CORPORAL APÓS TRAUMATISMO CRANIOENCEFÁLICO

Dado o trauma na cabeça e a localização dos órgãos terminais vestibulares, o TCE pode resultar em comprometimento vestibular. A alteração pode ser resultado de dano periférico ao órgão sensorial ou nas conexões centrais – tronco cerebral, ao nível do cerebelo e córtex – ou, ainda, a combinação de ambos (MORRIS; GOTTSALL, 2014).

Distúrbios neurossensoriais são as sequelas mais comuns de TCE, e entre elas, alterações de equilíbrio corporal são as mais frequentemente vistas e requerem intervenção terapêutica (HOFFER; SCHUBERT; BALADAN, 2015). As restrições da estabilidade corporal podem ser divididas em sensorial/perceptiva, neuromuscular, musculoesquelética e cognitiva (HERDMAN, 2002). Ressalta-se que as alterações na integridade da substância branca em casos de TCE leve a moderado, sobretudo no trato corticoespinal e áreas cerebelares, podem causar disfunção do equilíbrio corporal (KIM et al., 2019).

As disfunções do sistema visual são frequentes na fase aguda pós-concussão. Dentre essas anormalidades, os déficits de estabilidade do olhar são os mais comuns, provavelmente por uma redução do potencial de inibição cortical dentro de 24-48 horas após a lesão (MURRAY et al., 2017). Evidências de disfunção vestibulo-ocular são detectadas com frequência em jovens com concussões agudas por esportes e na síndrome pós-concussão (ELLIS et al., 2015).

O TCE geralmente resulta em alteração das funções oculomotoras, tais como movimentos sacádicos, perseguição lenta (MANI; ASPER; KHUU, 2018), bem como sistema de vergência (YARAMOTHU et al., 2019). Além disso, há hipóteses promissoras sobre medidas experimentais de avaliação que refletem a integridade neural, podendo fornecer um biomarcador sensível e objetivo para detecção desses prejuízos (YARAMOTHU et al., 2019).

A labirintopatia traumática decorre de impactos ou acelerações sobre o labirinto, como em quedas, acidentes automobilísticos e ocupacionais, violências (agressões físicas), ou mesmo em atividades de lazer. Pode ocorrer com ou sem fratura do osso temporal e comprometer o labirinto, desde concussões mais leves, até hemorragias maciças. O TCE pode provocar fístulas labirínticas que são

comunicações anormais entre a orelha interna e estruturas adjacentes, dentre as quais, a fístula perilinfática é de maior interesse clínico (MEZZALIRA; BITTAR; ALBERTINO, 2014).

A VPPB, de expressiva ocorrência nessa população, é causada pelo deslocamento de otólitos, para os CSC. A VPPB se apresenta como episódios de vertigem posicional breve, desencadeada por movimentos repentinos da cabeça em posições específicas, que cessam de segundos a minutos. Os pacientes, em geral, percebem que esses episódios ocorrem durante atividades diárias distintas, como mudar de posição na cama, levantar-se, inclinar-se para frente ou olhar para cima. Esses episódios vertiginosos podem estar associados a náuseas e tonturas, mas é importante observar que eles não estão diretamente associados a nenhuma perda auditiva ou zumbido (CAMPBELL et al., 2019).

As causas da VPPB englobam os traumas, as infecções, o envelhecimento e, até mesmo, as idiopáticas (BALOH; JACOBSON; HONRUBIA, 1993; BHATTACHAYYRA et al., 2017; VON BREVERN et al., 2017). Ressalta-se que esta alteração é uma condição vestibular periférica que causa vertigem rotatória conforme mudanças na posição da cabeça (VON BREVERN et al., 2017). Apesar de frequente, o diagnóstico e o tratamento eficaz da VPPB continuam sendo desafiantes para os médicos na emergência (KERBER et al., 2017).

Quanto à fisiopatologia da VPPB, os movimentos da cabeça causam o deslocamento desses otólitos dentro dos canais que estimulam os receptores no CSC, os quais enviam sinais para o cérebro, causando vertigem e nistagmo. A maioria dos pacientes apresenta VPPB do canal posterior, enquanto cerca de 15% têm a variante do canal lateral. A variante do canal anterior (superior) é rara (BERTHOLON et al., 2002). Sua identificação representa um dos principais aspectos no processo terapêutico, pois requer uma intervenção diferenciada, com o uso de manobras de reposicionamento específicas (TAGUCHI et al., 2013) que são de grande resolução dos sintomas e melhora da saúde física nessa população (OUCHTERLONY et al., 2016).

Quando os sintomas de tontura com mudança de posição ou movimento da cabeça começam dentro de três dias a três meses após um trauma na cabeça ou pescoço, caracteriza-se como Vertigem Posicional Paroxística Benigna Traumática (VPPB-T), normalmente causada por acidentes com veículo motorizado, queda, contusões ou lesões cervicais. Estima-se que seja responsável por 8,5 a 20% de todos

os casos de VPPB (AHN, 2011; BASHIR et al., 2017). A VPPB-T frequentemente envolve uma apresentação clínica mais complexa da VPPB, havendo aumento da incidência de envolvimento horizontal, anterior e de múltiplos CSC (BALATSOURAS et al., 2017; SOTO-VARELA; ROSSI-IZQUIERDO; SANTOS-PÉREZ, 2013). Além disso, a VPPB-T tende a exigir outros tratamentos concomitantes, além das manobras, para obter sucesso terapêutico (KIM, 2018).

Os pacientes com TCE podem, ainda, desenvolver múltiplos diagnósticos vestibulares e seguidamente apresentam disfunção vestibular (DV) periférica e central. Apesar do manejo otoneurológico especializado, cerca de 20% dos pacientes ainda apresentam sintomas vestibulares persistentes. A DV crônica no TCE pode ocorrer tanto por presença de múltiplos diagnósticos vestibulares, quanto por prejuízo nos mecanismos de reparação mediados pela plasticidade cerebral, em decorrência do impacto do trauma cerebral (ARSHAD et al., 2017).

### 3.4 AVALIAÇÃO E REABILITAÇÃO VESTIBULAR

#### 3.4.1 Avaliação Vestibular

A avaliação vestibular prima pela investigação da vertigem (espontânea, provocada ou posicional), da coordenação olho/cabeça (controle oculomotor e estabilização do olhar), bem como do RVO e do controle postural (equilíbrio estático e dinâmico) (MOR; FRAGOSO, 2012). Essa avaliação é realizada, na Fonoaudiologia, principalmente, pela pesquisa do nistagmo, na avaliação do RVO, como na prova calórica, mas também com o Potencial Evocado Miogênico Vestibular.

Nos casos em que o paciente refere vertigem aos movimentos de cabeça, sintomatologia característica de VPPB, os testes de posicionamento são considerados o padrão ouro para o diagnóstico. Estes possibilitam a identificação e a classificação da VPPB, uma vez que consiste na observação dos sinais apresentados durante o teste, a saber, o nistagmo e seus componentes, os quais indicam, pela movimentação ocular, o canal e o lado afetado. Dessa forma, nistagmos horizontais indicam envolvimento de CSC lateral, nistagmos superiores envolvimento do CSC posterior e nistagmos inferiores do CSC anterior (CAMPBELL et al., 2019).

A vectoeletronistagmografia (VENG) viabiliza a pesquisa do nistagmo espontâneo, de direção, por estímulo visual, bem como por estímulo rotatório e calórico - com água ou ar. O teste rotatório ou Prova Rotatória Pendular Decrescente (PRPD) permite medir e quantificar a assimetria observada entre os pares sinérgicos dos CSC gerando uma estimulação fisiológica. O teste calórico é considerado o mais difícil, mais demorado e mais importante da bateria de teste da VENG, sendo o único, até o momento, que permite a estimulação de cada orelha separadamente. Este teste é padrão ouro para localizar uma lesão vestibular ou identificar distúrbios do labirinto e do nervo vestibular, principalmente para os CSC laterais, representando um auxílio inestimável no diagnóstico de distúrbios vestibulares periféricos (BOJRAB II; LAI; BOJRAB, 2019). Não obstante, em conjunto com demais testes oferece uma importante contribuição nos diagnósticos que envolvem comprometimentos centrais (MEZZALIRA; BITTAR; ALBERTINO, 2014).

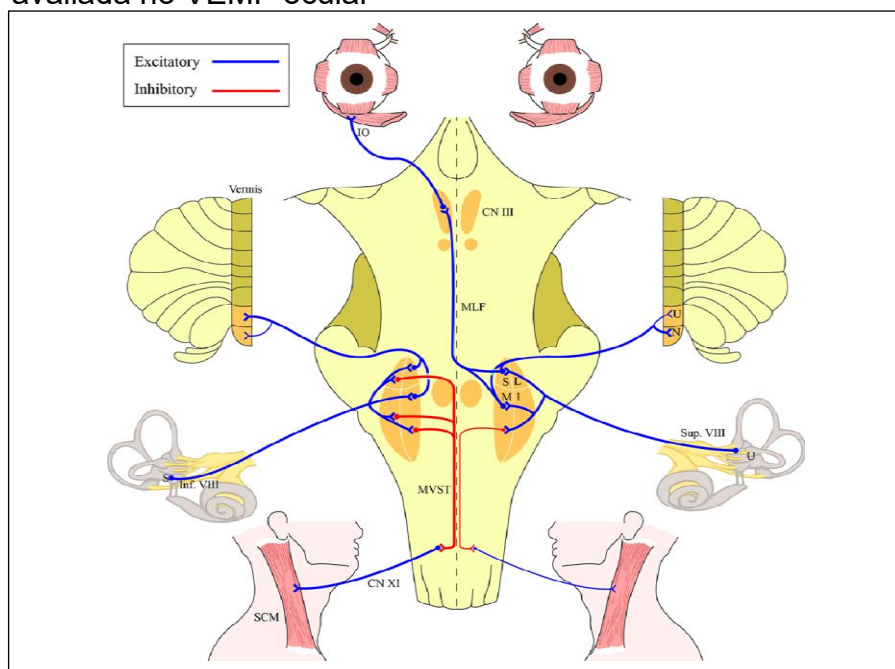
As provas oculomotoras da VENG permitem a avaliação da oculomotricidade, como os movimentos de rastreio e os optocinéticos (GONÇALVES; SCHARLACH, 2016). A investigação dos movimentos oculares é uma das áreas mais promissoras (CIFU et al., 2015), cujas alterações podem apresentar-se em indivíduos com sequelas crônicas do TCE, relacionadas à posição e velocidade, rastreio, bem como intrusões sacádicas (HOFFER, 2015; STUART et al., 2019). As medidas experimentais de avaliação da oculomotricidade refletem a integridade neural e podem fornecer um parâmetro mensurável e objetivo para detectar esses déficits após o TCE (MANI; ASPER; KHUU, 2018). Dessa forma, combinar os testes clínicos vestibulares e oculomotores favorece a detecção de sequelas após concussão, fornecendo informações clínicas valiosas durante o processo de recuperação e, conseqüentemente, para a tomada de decisões (CHEEVER et al., 2018).

Além de alertar aos clínicos para o potencial de múltiplos diagnósticos vestibulares no TCE, o trabalho futuro visa identificar déficits específicos na função cerebral que estejam interferindo na recuperação das disfunções após TCE, favorecendo, assim, o desenvolvimento de novas terapias para essa população em que os sintomas vestibulares forem resistentes ao tratamento (ARSHAD et al., 2017).

Nas últimas décadas, os especialistas têm dedicado mais atenção aos órgãos otolíticos e suas vias. O cVEMP, descrito primeiramente por Colebatch et al. (1994), é um potencial bifásico com picos em 13 e 23ms, aproximadamente, evocado por estímulo acústico de forte intensidade e registrados sobre o músculo

esternocleidomastoideo ipsilateral (ROSENGREN et al., 2019). Esse potencial é produzido por uma curta inibição desse músculo e pode ser utilizado como um teste para a função sacular (CURTHOYS et al., 2016) (Figura 7).

Figura 7 – Diagrama da via ipsilateral avaliada no VEMP cervical e via contralateral avaliada no VEMP ocular



Legenda: IO – oblíquo inferior; NC – nervo craniano; MLF – fascículo longitudinal medial; U (cerebelo) – úvula; N (cerebelo) – nóculo; MVST – trato vestibuloespinal medial; SCM – esternocleidomastoideo  
 Fonte: OH, KIM, KIM (2016).

Descrito uma década mais tarde, o oVEMP consiste em um potencial bifásico com picos em 10 e em 15 ms aproximadamente. É evocado pelo mesmo estímulo, porém captado nos músculos extraoculares, ou seja, representam a ativação do RVO, por meio de uma excitação do músculo oblíquo inferior (WEBER et al., 2012). Esses exames viabilizam o conhecimento das condições das vias ascendente e descendente por meio da evocação do RVO e RVC.

### 3.4.2 Reabilitação Vestibular

A descrição de exercícios como modalidade terapêutica para os sintomas vestibulares foi realizada na década de 40 por Cawthorne e Cooksey, os quais observaram que seus pacientes com lesões vestibulares melhoraram quando submetidos aos exercícios destinados a estimular os movimentos dos olhos e da



cabeça gradualmente (CAWTHORNE, 1944; COOKSEY, 1946). Com o advento tecnológico e científico, houve um aumento significativo de evidências sobre as técnicas de tratamento utilizadas para pacientes com alterações vestibulares, permitindo que as intervenções se tornassem mais específicas e eficazes.

A RV é uma das modalidades de tratamento mais importantes disponíveis para sujeitos com sequelas de TCE, o qual, mesmo quando leve, pode produzir distúrbios neurossensoriais degenerativos em longo prazo, se não tratados precocemente (HOFFER; SCHUBERT; BALADAN, 2015). A RV tem por finalidade, principalmente, facilitar a compensação central e fornecer condições para que o equilíbrio corporal se restabeleça, por meio de dois mecanismos básicos: adaptação e substituição. O primeiro refere-se à reestruturação final entre aferências e eferências dos reflexos originados no aparelho vestibular. O segundo mecanismo ocorre quando há perda ou ausência das informações vestibulares. Neste, ocorre a substituição dos reflexos perdidos por pistas provenientes de outras aferências, como visuais e somatossensoriais (MEZZALIRA; BITTAR; ALBERTINO, 2014).

Podemos, portanto, dividir a reabilitação em duas abordagens, a saber, as manobras de reposicionamento, as quais são indicadas nos casos de VPPB, e a RV baseada em exercícios, cujo protocolo de *Cawthorne-Cooksey* (CAWTHORNE, 1944; COOKSEY, 1946) foi o precursor (HERDMAN, 2002).

Considerando que a VPPB é essencialmente um problema mecânico, as manobras de reposicionamento são um tratamento clínico eficaz para sua correção, visando à recolocação das partículas de volta às estruturas do labirinto membranoso presentes no utrículo. As manobras de *Epley*, *Semont* e *Lempert* são as técnicas mais utilizadas (MEZZALIRA; BITTAR; ALBERTINO, 2014). As manobras de *Epley* e *Semont* são igualmente eficazes para o tratamento de sujeitos com VPPB do canal posterior (AJAYAN; ALEENA; JACOB, 2017). Enfatiza-se que há evidências de que os medicamentos supressores labirínticos são menos eficazes do que as manobras de reposicionamento ou do que a RV (SUNDARARAJAN et al., 2011).

Os exercícios de *Cawthorne-Cooksey* foram desenvolvidos para indivíduos com disfunções unilaterais e pós-concussivas (soldados que haviam sofrido TCE na guerra). Esses exercícios consistem em movimentos cefálicos, tarefas de coordenação oculocefálica, movimentos corporais globais e tarefas de equilíbrio (HERDMAN, 2002). Com o passar do tempo, esse método passou a ser utilizado principalmente em vestibulopatias periféricas (RIBEIRO; PEREIRA, 2005),

proporcionando excelentes resultados, com melhora significativa na QV (SILVEIRA; TAGUCHI; GANANÇA, 2002). Não obstante, auxilia no processo de compensação central e redução dos sintomas vestibulares, bem como recuperação das funções oculomotora e óculo-cefálica, frequentes em pacientes com sequelas neurológicas (MURRAY et al., 2017). Os exercícios podem ainda ser utilizados como programa de prevenção de quedas, como nos casos de envelhecimento, a fim de maximizar a capacidade funcional (TAGUCHI et al., 2016).

Há a descrição, na literatura, de sintomas visuais relacionados ao TCE, tais como diplopia, intolerância a ambientes visuais complexos, sensação de movimento, vertigem, oscilopsia, dificuldade de rastreamento e fixação, bem como sinais clínicos, a saber, astigmatismo, alterações de vergência, redução da amplitude de acomodação, entre outros (CIUFFREDA et al., 2015). Os exercícios de movimento de olho-cabeça podem reduzir significativamente a gravidade dos sintomas da síndrome pós-concussão (CARRICK et al., 2017). Além do restabelecimento da oculomotricidade, esse acompanhamento pode auxiliar o paciente a compreender as mudanças na própria visão e o processo de recuperação (MÖLLER; MELKAS; JOHANSSON, 2020). Essas alterações se relacionam intrinsecamente à manutenção do equilíbrio, e as evidências até o momento indicam a necessidade de incluir, no programa de reabilitação, exercícios para a oculomotricidade, uma vez que a visão representa uma importante fonte de *feedback* sensorial de localização, sobretudo durante o movimento.



## 4 MATERIAIS E MÉTODO

### 4.1 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

O presente estudo faz parte do projeto intitulado “Investigação Otoneurológica Integrada: da avaliação à reabilitação vestibular”, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), seguindo a regulamentação da resolução 466/2012, sob o número de aprovação CAAE 87348618.3.0000.5346 e parecer número 2.732.475 (Anexo A).

A coleta de dados foi realizada após autorização da instituição por meio do Termo de Autorização Institucional (Apêndice A). Os sujeitos da pesquisa foram convidados a ler e assinar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B) em duas vias.

### 4.2 CARACTERIZAÇÃO E LOCAL DA PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa de caráter experimental, do tipo intervenção, longitudinal e que utilizou método de análise quantitativo. Foi desenvolvida no Ambulatório de Otoneurologia – Setor de Equilíbrio do Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM) e no Laboratório de Otoneurologia do Serviço de Atendimento Fonoaudiológico da UFSM.

Para o delineamento da amostra foi utilizada a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a saúde, décima revisão (CID-10) (OMS, 2007), da qual foram selecionados os diagnósticos relacionados ao TCE. Ressalta-se que alguns diagnósticos não foram selecionados, pois interferem ou impossibilitam as avaliações propostas na pesquisa, tais como S07.0 - Lesão por esmagamento da face e S09.2 - Ruptura traumática do tímpano.

Posteriormente, foi realizado, junto ao Serviço de Estatística do HUSM, um levantamento de todos os usuários internados no hospital, no período de 2016 a 2018, e depois de 2019 a 2021, com pelo menos um diagnóstico relacionado ao TCE (Quadro 1).

Quadro 1 – Diagnósticos baseados na Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a saúde (CID-10) selecionados para a pesquisa

Código	Descrição
S01.7	Ferimentos múltiplos da cabeça
S01.8	Ferimento na cabeça, de outras localizações
S02.0	Fratura de abóbada do crânio
S02.1	Fratura da base do crânio
S02.3	Fratura do assoalho orbital
S02.7	Fraturas múltiplas envolvendo os ossos do crânio e da face
S02.8	Outras fraturas do crânio e dos ossos da face
S02.9	Fratura do crânio ou dos ossos da face, parte não especificada
S04.0	Traumatismo do nervo ou das vias ópticas
S06.0	Concussão cerebral
S06.1	Edema cerebral traumático
S06.2	Traumatismo cerebral difuso
S06.3	Traumatismo cerebral focal
S06.4	Hemorragia epidural
S06.5	Hemorragia epidural devida a traumatismo
S06.6	Hemorragia subaracnoide devida a traumatismo
S06.7	Traumatismo intracraniano com coma prolongado
S06.8	Outros traumatismos intracranianos
S06.9	Traumatismo intracraniano, não especificado
S07.1	Lesão por esmagamento do crânio
S07.8	Lesão por esmagamento de outras partes da cabeça
S08	Amputação traumática de parte da cabeça
S09.0	Outros traumatismos da cabeça e os não especificados
S09.1	Traumatismo dos músculos e dos tendões da cabeça
S09.7	Traumatismos múltiplos da cabeça
S09.8	Outros traumatismos especificados da cabeça
S09.9	Traumatismo não especificado da cabeça

Fonte: Autora.

### 4.3 SELEÇÃO DA AMOSTRA

A partir da consulta ao banco de dados do HUSM, levantou-se um quantitativo de 148 sujeitos do sexo feminino ou masculino com histórico de TCE e, então, iniciou-se a seleção dos sujeitos a serem convidados para participar da pesquisa de forma voluntária, considerando-se os critérios de inclusão e exclusão, indicados a seguir.

#### 4.3.1 Critérios de inclusão e exclusão

Para seleção inicial da amostra, considerando apenas os sujeitos adultos (n = 148) foram adotados os critérios de inclusão e exclusão.

Critérios de inclusão:

- a) diagnóstico de TCE confirmado em prontuário, associado a exame de imagem e/ou história clínica, independentemente da queixa de tontura;
- b) idade entre 18 anos e 60 anos de idade;
- c) sujeitos clinicamente estáveis (medicação e aspectos psiquiátricos);
- d) ter a habilidade de manter-se em ortostase por 20 segundos, pelo menos (tempo de teste de cada posição da posturografia);
- e) não estar em reabilitação da função vestibular ou motora com outro profissional no período da coleta de dados;

Critérios de exclusão:

- a) história anterior ao TCE de lesão ou patologia do sistema nervoso central, visual, oculomotora, vestibular ou postural;
- b) situação atual de alterações ortopédicas impeditivas de marcha ou ortostase;
- c) situação atual de déficits visuais que limitam a capacidade de um sujeito seguir um alvo tais como glaucoma, estrabismo sem possibilidade de correção por lentes, cegueira ou visão subnormal uni ou bilateral (triagem visual);
- d) comprometimento por doenças de orelha externa e média;
- e) alterações de linguagem, cognitivas ou psiquiátricas que não respondessem favoravelmente à triagem cognitiva;
- f) presença de estilhaços ou corpo estranho retidos na face, na coluna cervical ou nos olhos;

A presença de uma causa combinada (por exemplo, edema, concussão e

fratura concomitantes), bem como perda auditiva pós-traumática não foi um critério de exclusão.

Dos 148 prontuários consultados, alcançou-se o quantitativo de 51 participantes, os quais foram convidados a participar da pesquisa. Aceitaram participar da pesquisa 23 sujeitos. Os dias e horários das avaliações foram pré-agendados, seguindo o fluxograma a seguir.

#### 4.3.1.1 Procedimentos para atender critérios de inclusão e exclusão

Todos os procedimentos realizados como triagem para atender aos critérios de inclusão e exclusão foram realizados pela pesquisadora, no local da pesquisa, individualmente, em sala com temperatura, luminosidade e ruído controlados. Esta etapa contou com a participação de 23 sujeitos, os quais aceitaram o convite para participar da pesquisa.

Foram realizados os seguintes procedimentos:

##### 1) Anamnese:

Foi utilizada uma adaptação ao padrão existente no Setor de Equilíbrio do HUSM (Apêndice C), para obtenção da história clínica pregressa e atual do paciente, com questões referentes ao TCE na fase aguda (hospitalização) e crônica (sequelas e possíveis reabilitações). Os sintomas referidos pelos sujeitos foram classificados conforme a classificação dos sintomas vestibulares (BISDORFF et al., 2009) realizado pelo Comitê para a Classificação dos Transtornos Vestibulares da Sociedade Bárány.

##### 2) Inspeção Visual do meato acústico externo (MAE):

Realizou-se a inspeção do meato acústico externo (MAE) e da membrana timpânica com o otoscópio da marca *Mikatos Led*, para verificar possíveis obstruções que impossibilitem a realização da prova calórica à água (integrante da VENG).

##### 3) Mini Exame do Estado Mental (MEEM) ou teste de *Folstein* (FOLSTEIN; FOLSTEIN; McHUGH, 1975):

O MEEM consiste em um breve questionário de 30 pontos usado para rastrear perdas cognitivas (Anexo B). O MEEM inclui questões e problemas simples de algumas áreas: orientação temporal e espacial, registros, atenção e

cálculo, lembrança ou memória de evocação e linguagem. Na avaliação do escore obtido foi considerado como ponto de corte o proposto por Brucki et al. (2003): 20 pontos para analfabetos; 25 pontos para pessoas com um a quatro anos de estudo; 26,5 pontos para pessoas com cinco a oito anos de estudo; 28 pontos para aqueles com 9 a 11 anos de estudo; 29 pontos para aqueles com mais de 11 anos de estudo.

#### 4) Triagem da acuidade visual:

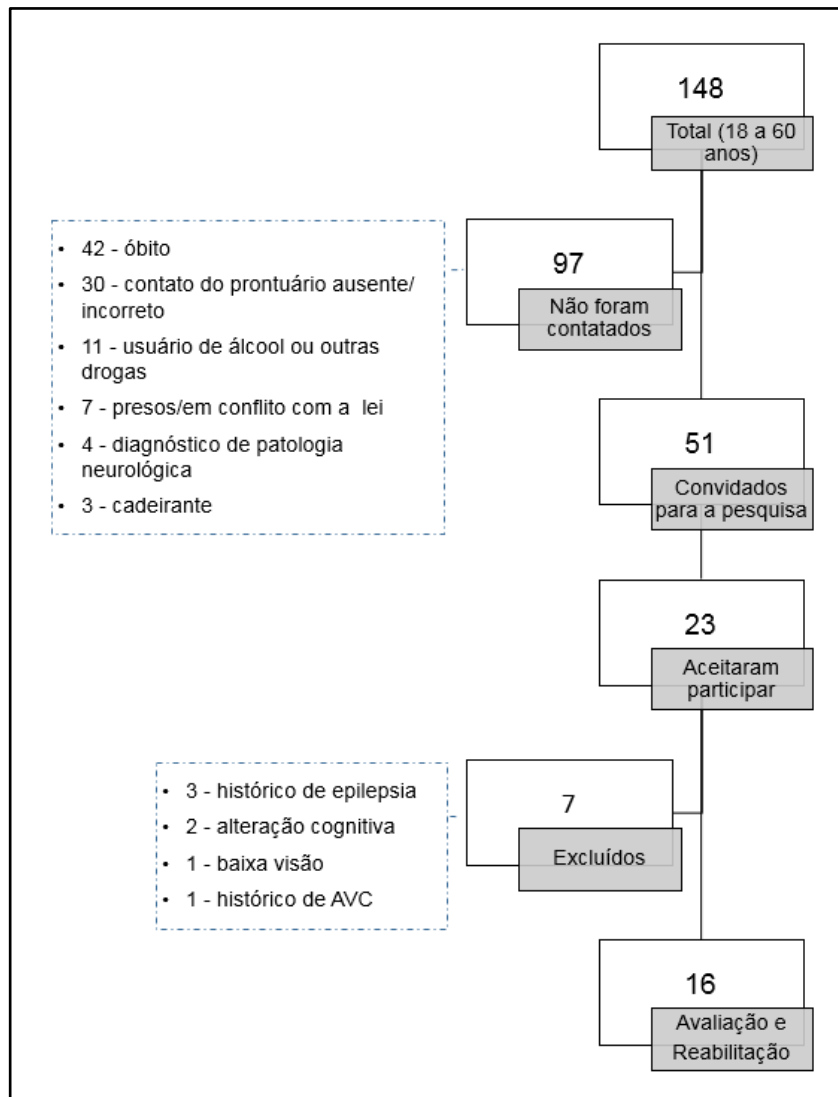
A triagem concernente à acuidade visual foi medida em um olho de cada vez, sendo um dos olhos ocluído com o auxílio de um oclisor externo. Por meio da leitura da escala optométrica de *Snellen*, o teste foi realizado com impressão em padrão adaptado para o tamanho A4 (Anexo C). O sujeito foi posicionado a três metros da tabela e solicitado a identificação dos signos dispostos nela dispostos (BRASIL, 2008). Devido à possibilidade de analfabetismo ou dislexia pós-traumática, foi utilizado o optotipo de “E” de *Snellen*, tendo o sujeito que indicar a posição da letra “E”. Para os alfabetizados, com habilidade preservada, foi utilizada a tabela de letras, que apresenta uma ordem decrescente quanto ao tamanho. Iniciou-se o exame pelo optotipo de maior tamanho, em ordem decrescente, conforme o acerto do examinado. Foi anotado o valor equivalente à última linha lida, na qual o sujeito acertou mais da metade das apresentações dos optotipos, o que traduziu a melhor acuidade visual alcançada em cada olho. Os sujeitos em uso de óculos foram avaliados com as lentes corretivas. Foram excluídos aqueles que apresentaram acuidade visual  $\leq 0,3$  (baixa visão moderada) antes das demais avaliações.

Ressalta-se que, segundo o Conselho Brasileiro de Oftalmologia (CBO, 2012), a avaliação pode ser realizada por agentes comunitários de saúde, enfermeiros, auxiliares de enfermagem, professores, alfabetizadores ou por qualquer outra pessoa, desde que adequadamente qualificada, incluindo o fonoaudiólogo (BRASIL, 2009).

A partir desses os procedimentos iniciais, 16 sujeitos participaram de todas as etapas da pesquisa, conforme o fluxograma (Figura 8).



Figura 8 – Fluxograma de filtragem e seleção dos participantes da pesquisa



Fonte: Autora.

#### 4.4 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

A pesquisa foi dividida em três etapas:

- Etapa 1 – avaliação;
- Etapa 2 – reabilitação; e
- Etapa 3 – reavaliação.

##### 4.4.1 Etapa 1 – Avaliação

Os participantes foram submetidos às avaliações: Audiometria e

Imitanciometria, provas de coordenação motora, testes de equilíbrio estático e dinâmico, Posturografia Dinâmica *Foam Laser* (PDFL), *Testes de Posicionamento*, Potencial Evocado Miogênico Vestibular cervical e ocular, Vectoeletronistagmografia Computadorizada e o questionário *Dizziness Handicap Inventory* (Anexo D). Todas as avaliações ocorreram em ambiente com aterramento elétrico, em sala com controle da iluminação, permitindo a situação de penumbra e o ambiente mantido na temperatura de 26°C, aproximadamente.

Considerando os procedimentos da VENG e VEMP foi solicitado um preparo prévio: abster-se do uso de estimulantes labirínticos (café, chocolate, bebidas alcoólicas e/ou narcóticos), por um período de 24 horas antes do exame. Suspender medicamentos depressores do SNC 48 horas antes, pois podem interferir no resultado das provas vestibulo-oculomotoras, mantendo-se os remédios vitais e de longo prazo. No dia do procedimento: evitar fadiga excessiva, fazer alimentação leve (três horas antes), utilizar óculos em vez de lentes de contato (interferência no registro do traçado), evitar maquiagens e cremes para facilitar a condutividade elétrica.

#### 4.4.1.1 Avaliação Audiológica

A avaliação audiológica foi realizada em cabina acústica, com audiômetro digital Otometrics - modelo Modern Itera II e fones auriculares tipo TDH-39P, marca Telephonics, calibrado segundo o padrão ANSI-69. Foram avaliadas as frequências de 0,25 a 8 kHz por via aérea e de 0,5 a 4 kHz por via óssea (nas frequências com limiares maiores do que 20dBNA na via aérea) bilateralmente. Para a timpanometria, utilizou-se um tom de sonda de 226Hz, para verificar as condições da orelha média e a pesquisa do reflexo acústico do músculo estapédio contralateral nas frequências de 0,5; 1; 2 e 4 kHz (JERGER et al., 1972), com o equipamento *Interacoustics*, modelo AT 235 *Impedance Audiometrics*.

#### 4.4.1.2 Avaliação da coordenação motora e do equilíbrio estático e dinâmico

Para avaliar a função cerebelar foram realizadas as seguintes provas de coordenação motora, primeiro de olhos abertos e depois fechados (SISTEMA DE CONSELHOS DE FONOAUDIOLOGIA, 2017):

- a) braços estendidos: estender e manter os braços para frente, na altura dos ombros paralelamente;
- b) Índex-nariz Joelho: com o indicador e os olhos fechados, tocar no nariz e no joelho, alternadamente;
- c) Diadococinesia: realizar movimentos repetitivos e alternados em pronação e supinação das mãos sobre os joelhos.

Para avaliar o equilíbrio estático e dinâmico foram realizados os testes (primeiro de olhos abertos e depois fechados):

- a) Teste de *Romberg*: em pé, mantendo os pés aproximados, braços estendidos ao longo do corpo;
- b) Teste de *Romberg-Barré*: em pé, coloca-se um pé adiante do outro, em linha reta (diminuição da base de sustentação);
- c) Teste de *Babinski-Weil* (marcha): indivíduo deve caminhar, de olhos fechados, para frente e para trás num percurso de aproximadamente 1,5m;
- d) Teste de *Unterberger*: marchar, elevando os joelhos aproximadamente 45° sem deslocar-se, executando 60 passos (um por segundo) com os braços estendidos e os olhos fechados.

Houve o controle de fonte de luz e sonora, evitando qualquer tipo de orientação. Para todos os testes, o paciente foi instruído a manter o movimento por 60 segundos. Os resultados foram registrados em planilha eletrônica do Excel.

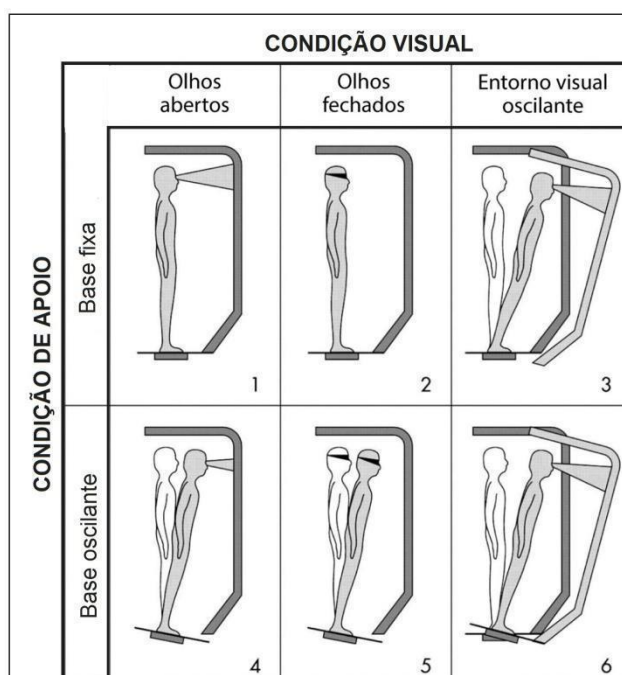
#### 4.4.1.3 Posturografia Dinâmica Foam Laser

Para a avaliação da integração sensorial foi utilizado o Teste de Organização Sensorial (TOS) por meio da PDFL, com equipamento semelhante ao proposto por Castagno (1994). A realização do teste consistiu em colocar o sujeito em posição ortostática, sem calçados, braços estendidos ao longo do corpo dentro de uma cabine de 1 m<sup>2</sup>, com 2 m de altura, confeccionada com suporte de ferro desmontável, envolta por uma capa listrada em listras horizontais, alternadas em claras e escuras, de 10 cm cada. Ao redor da cintura do sujeito foi posicionado um cinto artesanal, contendo uma caneta laser, ao nível da 2ª vértebra lombar. A caneta foi direcionada superiormente apontada para uma escala em papel milimetrado (50 cm X 50 cm), fixada horizontalmente na parte superior da cabine, por um suporte de ferro. Através do feixe, foi avaliado o deslocamento anteroposterior do sujeito durante as seis etapas

do TOS (Figura 9), todas com duração de 20 segundos cada.

Os deslocamentos foram anotados em um protocolo padrão e analisados através do cálculo das medidas de cada TOS em planilha eletrônica do *Excel*. A verificação das preferências das funções visual, somatossensorial e vestibular foram analisadas conforme as médias do TOS de acordo com as seguintes fórmulas: Função somatossensorial:  $TOS II/TOS I$ ; Função visual:  $TOS IV/TOS I$ ; Função vestibular:  $TOS V/TOS I$ ; Índice de equilíbrio:  $(TOS III + TOS VI) / (TOS II + TOS IV)$ . Os valores de normalidade fornecidos pelos estudos de Castagno (1994), para os TOS são: TOS I (90%), TOS II (83%), TOS III (82%), TOS IV (79%), TOS V (60%), TOS VI (54%).

Figura 9 – Condições sensoriais e posições avaliadas na Posturografia Dinâmica *Foam Laser*



Fonte: adaptado de Castagno (1994)

#### 4.4.1.4 Testes de posicionamento

Os testes de posicionamento utilizados foram: Manobra de *Dix-Hallpike* para a pesquisa de VPPB de CSC verticais e o *Head Roll Test* para pesquisa de VPPB de CSC horizontais (MEZZALIRA; BITTAR; ALBERTINO, 2014), com o Sistema para Videonistagmoscopia infravermelha (SVNC), da marca *Contronic*.

No teste de *Dix-Hallpike* orientou-se o sujeito a sentar com as pernas estendidas na maca, sua cabeça foi girada 45° em direção à orelha a ser testada. O avaliador então deitou o sujeito rapidamente com a cabeça além da extremidade da cama e estendeu seu pescoço 30° abaixo da linha horizontal, mantendo a rotação inicial da cabeça. O avaliador observou os olhos do sujeito, por um período de aproximadamente um minuto, em busca de nistagmo torcional. O mesmo procedimento foi realizado contralateralmente (DOMINGUES; WASEEM, 2016).

O *Head-Roll-Test* foi realizado, inicialmente, posicionando o sujeito em decúbito dorsal com a cabeça em posição neutra (face voltada para cima), seguido pela rotação rápida da cabeça de 90° para o lado avaliado com o avaliador observando o aparecimento de nistagmo nos olhos do sujeito avaliado. Após o desaparecimento do nistagmo (ou se nenhum nistagmo for detectado), a cabeça retorna à posição supina. Depois de ceder qualquer nistagmo adicional desencadeado, a cabeça é girada rapidamente 90° para o lado oposto e os olhos são novamente observados para verificar se há nistagmo. Dois potenciais achados de nistagmo podem ocorrer com esta manobra, refletindo dois tipos de VPPB do CSC lateral. Ambos os tipos são chamados de nistagmo posicional de mudança de direção. Ou seja, a direção do nistagmo posicional muda com as mudanças na posição da cabeça, fornecendo os parâmetros para análise (BHATTACHARYYA et al., 2017; TIRELLI; RUSSOLO, 2004).

A interpretação geral dos testes, segundo Sauvage e Grenier (2017), consistiu em observar:

- Nistagmo horizontal: excitação dos canais horizontais;
- Componente vertical superior: excitação de um canal posterior;
- Componente vertical inferior: excitação de um canal anterior;
- Componente anti-horário: excitação de um canal vertical do lado direito;
- Componente horário: excitação de um canal vertical do lado esquerdo.

#### 4.4.1.5 Vectoeletronistagmografia Computadorizada

Para a avaliação da oculomotricidade e RVO foi utilizado o sistema computadorizado de Vectoeletronistagmografia, da marca *Contronic*, modelo SCV, versão 5.0.

A preparação do sujeito seguiu as etapas: 1) posicionar o sujeito sentado em cadeira vestibular giratória e reclinável a 1 m de distância da barra de led's, com esta

na altura da linha média dos olhos; 2) limpeza da pele com álcool 70%; 3) fixação de quatro eletrodos na pele, por meio de pasta eletrolítica e fita adesiva (micropore), na região periorbitária bilateralmente, outro na região frontal (terra) e o último dois centímetros acima da glabella (ativo), permitindo o registro dos movimentos horizontais, verticais e oblíquos.

A avaliação seguiu as etapas:

1. Provas oculomotoras na barra de led's:
  - a. Calibração dos movimentos oculares horizontal e vertical: seguir um ponto luminoso alternante de um lado a outro, a  $10^\circ$  de desvio angular dos olhos, na velocidade de 10 mm/s, que provocam movimentos de sacadas.
  - b. Pesquisas dos movimentos sacádicos randomizados: seguir um ponto luminoso aleatório que provoca movimentos de sacadas com diferentes graus de desvio.
  - c. Nistagmo Espontâneo (NE): com olhos abertos, e depois fechados: fixar o olhar no ponto luminoso imóvel e depois fechar os olhos, sendo considerado normal até 7°/s.
  - d. Nistagmo Semi Espontâneo (NSE): fixar o olhar no ponto luminoso imóvel nas direções direita, esquerda, inferior e superior. Os parâmetros de análise foram: presença de nistagmo unidirecional, bidirecional ou multidirecional.
  - e. Rastreio pendular horizontal (RPh) e vertical (RPv): seguir um ponto luminoso contínuo de um lado a outro que provoca movimentos lentos e suaves formando uma curva sinusoidal da movimentação ocular. Os parâmetros de análise foram baseados na classificação qualitativa: tipo I, II, III e IV.
  - f. Nistagmo optocinético (NO): acompanhar pontos luminosos em movimentos consecutivos para direita e, posteriormente, para esquerda, cujo parâmetro de análise foi o índice de assimetria alterado se  $>20\%$ .
2. Prova rotatória pendular decrescente (PRPD) para avaliar os pares sinérgicos dos CSC: sujeito com a cabeça na posição de  $30^\circ$  anterior, com olhos fechados, durante o pendular da cadeira no sentido horário e

anti-horário. Os parâmetros para análise foram: índice de assimetria alterado quando  $> 30\%$  (MOR; FRAGOSO, 2012). Utilizou-se cadeira com pendulação por mola.

3. Prova calórica: sujeito em decúbito dorsal, em inclinação de  $30^\circ$  em relação ao plano horizontal (I posição de *Brunnings*) - canais laterais verticalizados. Foi utilizada a estimulação com água (240 ml) por 40 segundos nas temperaturas de  $44^\circ\text{C}$  e  $30^\circ\text{C}$ , na sequência: orelha direita depois esquerda ( $44^\circ\text{C}$ ); orelha esquerda depois direita ( $30^\circ\text{C}$ ). Os parâmetros para análise foram: hiporreflexia quando a VACL em valores absolutos foi  $< 3^\circ/\text{s}$  e hiperreflexia se  $> 50^\circ/\text{s}$ ; Predomínio Labiríntico ou Predomínio Direcional do Nistagmo alterado quando o índice de assimetria foi  $> 30\%$  (MOR; FRAGOSO, 2012).

#### 4.4.1.6 Potencial Evocado Miogênico Vestibular cervical e ocular

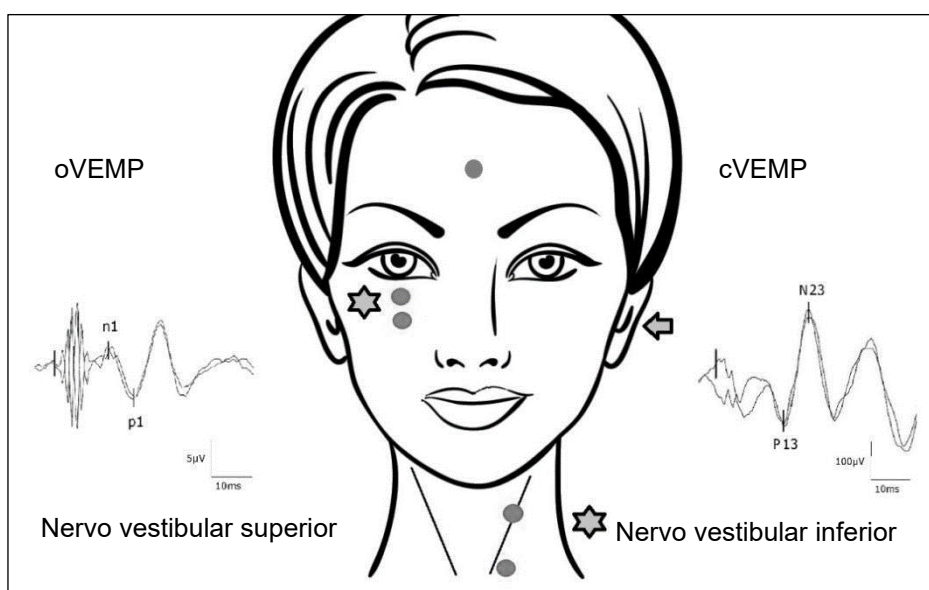
O potencial evocado miogênico vestibular cervical e ocular (cVEMP e oVEMP) foi realizado com o equipamento Módulo de Aquisição de Sinais BioElétricos (MASBE) da marca *Contronic*, com o *software* ATC Plus versão 2.2. Os estímulos foram apresentados por meio de fones concha modelo TDH-39P. Foi utilizado o estímulo auditivo clique com intensidade de 118 dBNA (nível de audição) e filtro passa-banda de 10 a 1.500 Hz. Foram apresentados 100 estímulos com frequência de 500 Hz na velocidade de apresentação de 5,1 estímulos por segundo. A janela de análise foi de 50 milissegundos (ms). Cada indivíduo foi submetido a, pelo menos, duas estimulações de cada lado, para verificar a reprodutibilidade do potencial. Os valores de impedância, verificados antes de cada registro, deveriam situar-se abaixo de 5 K $\Omega$  para cada um dos eletrodos e a diferença entre eles não foi superior a 2 K $\Omega$ .

O procedimento seguiu as seguintes etapas: limpeza da pele do participante com álcool 70%, seguida de pasta abrasiva e pasta eletrolítica, para posterior fixação dos eletrodos de superfície com fita adesiva. Para o registro do oVEMP o eletrodo ativo (negativo) foi colocado cerca de 1 cm abaixo da pálpebra inferior e o de referência (positivo) a uma distância de 1 cm do eletrodo ativo (Figura 10). Para o registro do sinal, o participante foi orientado a manter a cabeça na posição de repouso

e, apenas, desviar o olhar para cima o máximo que conseguisse, porém com conforto, durante o estímulo sonoro.

Para o registro do cVEMP o eletrodo ativo foi colocado na borda anterior do músculo esternocleidomastoideo em seu terço superior, o de referência na região da fúrcula esternal e o eletrodo terra foi fixado na frente (Fpz). O sujeito foi orientado a permanecer sentado e manter rotação da cabeça para o lado oposto ao da orelha estimulada, provocando a contração do músculo esternocleidomastoideo. Ao mesmo tempo foi instruído a girar horizontalmente a cabeça 45° para o lado contralateral ao avaliado e, em seguida, 30° para baixo do plano horizontal. Posteriormente, o registro do cVEMP contralateral foi realizado com a mesma técnica.

Figura 10 – Disposição dos eletrodos no cVEMP e oVEMP, onde a seta indica o estímulo auditivo e a estrela o local de captação do potencial miogênico



Legenda: Estrela – local de captação do potencial; Seta – orelha estimulada.  
Fonte: Autora (arte domínio público).

Foram analisadas as latências, em ms, do primeiro pico negativo e do primeiro pico positivo, denominados N10 e P15, no oVEMP, e P13 e N23 no cVEMP, bilateralmente. Foi marcada a amplitude, entre os picos, em microvolts ( $\mu\text{V}$ ) que foram comparados entre si para se obter uma relação percentual de simetria entre as orelhas. Os parâmetros de análise do VEMP foram: presença ou ausência das ondas P13-N23 e N10-P15; as latências foram baseadas na padronização prévia do laboratório onde o estudo foi realizado: P13 - 19 ms ( $\pm 2,0$ ); N23 - 27 ms ( $\pm 2,$ ); N10 - 13 ms ( $\pm 1,5$ ); P15 - 18 ms ( $\pm 1,5$ ). Usando as amplitudes P13-N23 e N10-P15, foram



calculados os índices de assimetria (IA) (MANZARI et al., 2010), considerando normal até 40% (AKIN et al., 2012), por meio da fórmula:

$$IA = \frac{(P1-N1 OE - P1-N1 OD)}{(P1-N1 OE + P1-N1 OD)} \times 100$$

#### 4.4.1.7 *Dizziness Handicap Inventory*

Ao final, para os sujeitos que apresentam a queixa de tontura, foi aplicado o questionário *Dizziness Handicap Inventory* (DHI) (JACOBSON; NEWMAN, 1990) (Anexo D), a fim de investigar e quantificar a autopercepção sobre os efeitos negativos, para a QV, impostos pela tontura. É composto por 25 questões com respostas e pontuações: "sim" – quatro pontos, "às vezes" - dois pontos e "não" - zero. Avalia o aspecto físico, com escore máximo de 28 pontos e composto de sete questões, o emocional com máxima de 36 pontos e o funcional com máxima de 36 pontos compostos de nove questões cada, totalizando 100 pontos. Quanto mais próximo de 100, mais impacto negativo na QV (CASTRO et al., 2007).

Todos os procedimentos da avaliação foram realizados no mesmo dia.

#### 4.4.2 **Etapa 2 – Reabilitação**

A RV foi dividida em duas modalidades. Os sujeitos nos quais foi identificada a VPPB-T foram submetidos às manobras de reposicionamento. Nos casos em que permaneceu a queixa de tontura após reposicionamento dos otólitos ou aqueles com queixas vestibulares e/ou apresentaram alterações à vestibulometria foram submetidos, também, ao protocolo de *Cawthorne-Cooksey*, com exercícios padronizados para todos os sujeitos.

##### 4.4.2.1 *Manobras de reposicionamento*

As manobras de reposicionamento ou liberação visam à recolocação das partículas (fragmentos de otocônias) flutuantes nos ductos dos canais ou aderidas às cristas ampulares, de volta às estruturas do labirinto membranoso, presentes no vestíbulo (utrículo). Dessa forma, foram submetidos apenas os sujeitos diagnosticados com a VPPB.

A manobra de *Epley* (PARNES; AGRAWAL; ATLAS, 2003) foi utilizada para VPPB de canais verticais posteriores, a manobra de *Yacovino et al.* (YACOVINO; HAIN; GUALTIERI, 2009) para os canais verticais anteriores e a manobra de *Lempert* (LEMPERT; TIEL-WILCK, 1996) para VPPB dos canais horizontais.

As etapas da manobra de *Epley* foram as seguintes:

1. Colocar o sujeito no sentido do comprimento sobre a maca, na posição sentada.
2. Mover o sujeito para a posição supina de *Dix-Hallpike* com a cabeça voltada para o lado a ser tratado. Colocar o pescoço em extensão, pendurando a cabeça para trás sobre a borda da maca.
3. Manter essa posição por dois minutos enquanto observa o nistagmo de “estágio primário”.
4. Enquanto mantém o pescoço em extensão total, girar a cabeça 90° em direção à orelha oposta, preferencialmente em menos de três segundos.
5. Continuar a girar o sujeito mais 90° até que a cabeça esteja diagonalmente oposta à primeira posição de *Dix-Hallpike*. Essa etapa deve ser realizada em menos de cinco segundos. A atração gravitacional nos canais induz uma corrente endolinfática e, por sua vez, induz o deslocamento da cúpula e o nistagmo resultante.
6. Observar o nistagmo de “estágio secundário”, o qual deve bater na mesma direção que o nistagmo de estágio primário.
7. Após 60 segundos, o sujeito retorna à posição sentada. Com uma manobra bem-sucedida, não deve haver nistagmo e vertigem quando o sujeito retorna à posição sentada.

As etapas da manobra de *Yacovino* foram as seguintes:

1. Colocar o sujeito no sentido do comprimento sobre a maca, na posição sentada.
2. Deitar o sujeito de modo que este fique com a cabeça a 30°-45° abaixo da linha horizontal. Durante a manobra, as otocônias soltas dentro do canal anterior devem se afastar da cúpula do canal anterior, desencadeando um nistagmo de batimento inferior.
3. Após 30 segundos, uma vez que a vertigem e o nistagmo provocados pela manobra cessam e enquanto ainda está em decúbito dorsal, a

cabeça do sujeito é movida rapidamente "queixo em direção ao tórax", com o vértice próximo ao eixo vertical.

4. Depois de decorridos mais 30 segundos, cabeça e corpo são colocados na posição sentada, permanecendo nessa posição por mais 30 segundos.

As etapas da manobra de *Lempert* foram as seguintes:

1. Posição inicial: deitado em supino.
2. Rotação da cabeça de 90° em direção ao lado não afetado.
3. Giro do corpo, para a mesma direção, de supino para prono enquanto a posição da cabeça é mantida.
4. Rotação da cabeça de 90° para o mesmo lado - nariz para baixo.
5. Rotação da cabeça de 90° para o mesmo lado - orelha afetada para baixo.
6. Posição sentada.

Nos casos de falha ou remissão incompleta dos sintomas, a mesma manobra foi repetida uma semana depois, até a diminuição ou anulação dos sintomas de VPPB. A quantidade de manobras necessárias e a evolução dos sintomas foram documentadas. Todos receberam as orientações pós-manobra para serem seguidas nas 48 horas seguintes: evitar realizar movimentos bruscos de cabeça; evitar abaixar a cabeça (contrarotação); evitar dormir com travesseiro baixo e do lado afetado.

#### 4.4.2.2 Protocolo de Cawthorne-Cooksey

O protocolo de Cawthorne-Cooksey foi aplicado nos sujeitos quando: a) apresentaram alguma alteração em algum dos testes citados no método dessa pesquisa; b) após a realização das manobras de posicionamento não apresentarem remissão de nistagmo característico de VPPB, porém com permanência de queixas vestibulares; c) ausência de alterações nos testes e presença de queixas vestibulares.

Os exercícios incluíram movimentos oculares - olhar conjugado (direita, esquerda, inferior e superior) e movimentos de vergência; movimentos cefálicos, tarefas de coordenação oculocefálica, tarefas de equilíbrio estático e dinâmico (RIBEIRO; PEREIRA, 2005), bem como de movimentos integrados (Quadro 2). As sessões tiveram duração de 40 minutos, bissemanais, totalizando 16 sessões terapêuticas. Em cada semana foram trabalhados de três a quatro exercícios em

ordem crescente de dificuldade, de acordo com o protocolo. Todos os sujeitos foram orientados a realizar os mesmos exercícios em domicílio, três vezes ao dia, com preenchimento de ficha padronizada (Apêndice D).

#### Quadro 2 – Protocolo abreviado de *Cawthorne-Cooksey*

<p><b>A) Movimento de olhos e cabeça, sentado – primeiro lento, depois rápido:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Olhar para cima e para baixo;</li> <li>2- Olhar para a direita e para a esquerda;</li> <li>3- Aproximar e afastar o dedo, olhando para ele;</li> <li>4- Mover a cabeça (lento e depois rápido) para a direita e para a esquerda com os olhos abertos;</li> <li>5- Mover a cabeça (lento e depois rapidamente) para cima e para baixo com os olhos abertos;</li> <li>6- Repetir 4 e 5 com os olhos fechados.</li> </ol>
<p><b>B) Movimentos de cabeça e corpo, sentado:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- 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);</li> <li>2- Encolher os ombros e fazer movimentos circulares com eles;</li> <li>3- Inclinar para frente e passar um objeto para trás e para frente dos joelhos.</li> </ol>
<p><b>C) Exercícios em Pé:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Repetir A e B2;</li> <li>2- Sentar e ficar em pé; sentar e ficar em pé novamente;</li> <li>3- Sentar e ficar em pé; sentar e ficar em pé novamente com os olhos fechados;</li> <li>4- Ficar em pé, mas girar (dar uma volta para a direita) enquanto de pé;</li> <li>5- Ficar em pé, mas girar (dar uma volta para a esquerda) enquanto de pé;</li> <li>6- Jogar uma bola pequena de uma mão para outra (acima do nível do horizonte);</li> <li>7- Jogar a bola de uma mão para outra embaixo dos joelhos, alternadamente.</li> <li>8- Girar segurando e olhando para um objeto*</li> </ol>
<p><b>D) Movimentos integrados:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Manter um pé adiante em linha reta e olhar para direita e para esquerda*</li> <li>2- Enquanto caminha, olhar para a direita e para a esquerda;</li> <li>3- Circular ao redor de uma cadeira que está no centro, jogando uma bola para cima*</li> <li>4- Em pé, em superfície macia:             <ol style="list-style-type: none"> <li>4 a) Marchar sobre a superfície de olhos abertos e depois fechados;</li> <li>4 b) Ficar em um pé só (pé direito e depois esquerdo), com os olhos abertos e depois fechados</li> </ol> </li> </ol>

Legenda: \*Exercício adaptado

Ressalta-se que foram adaptados três exercícios para contemplar a supressão do RVO (C8), o equilíbrio com diminuição da base de sustentação (D1) e o D3 - do original: jogar uma bola para uma pessoa que está no centro - para possibilitar a

realização do exercício sozinho, bem como contemplar a visão periférica.

#### 4.4.3 Etapa 3 – Reavaliação

Os sujeitos submetidos à RV foram reavaliados, uma semana após o término das sessões programadas, com os procedimentos da avaliação vestibular e nas mesmas condições descritas na etapa de avaliação: Provas de coordenação motora, testes de equilíbrio estático e dinâmico, testes de Posicionamento, Posturografia Dinâmica *foam laser*, Vectoeletronistagmografia Computadorizada, Potencial Evocado Miogênico Vestibular cervical e ocular e o protocolo *Dizziness Handicap Inventory*.

#### 4.5 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram armazenados em planilha eletrônica do tipo *Excel*, os quais passaram por uma análise descritiva, primeiramente, para traçar um perfil da amostra: características sociodemográficas e sintomas.

Os dados quantitativos foram analisados quanto à normalidade comparados com os valores propostos para o TOS e Análise Sensorial, Vectoeletronistagmografia Computadorizada, cVEMP e oVEMP e DHI, observando as possíveis diferenças de suas médias ou frequências entre os valores pré e pós-intervenção.

Foi utilizado o teste *Shapiro-Wilk* para testar a normalidade das variáveis e posterior escolha dos testes. Para as comparações pré e pós-intervenção do TOS, Análise Sensorial, índices de assimetria do nistagmo optocinético, PRPD, prova calórica, VEMP e DHI foi utilizado o Teste de *Wilcoxon* para amostras pareadas. Para as comparações das variáveis nominais pareadas (casos normais X alterados) da VENG, pré e pós-intervenção, foi utilizado o teste de *McNemar*.

Para verificar a correlação entre a gravidade do TCE e os resultados de avaliação do VEMP foi utilizado a Correlação de *Spearman* e para a comparação entre a gravidade do TCE e os resultados da prova calórica o Teste U de *Mann-Whitney*. Todas as análises foram realizadas por meio do aplicativo computacional STATISTICA 9.1, com o nível de significância considerado de 5%.

## 5 RESULTADOS

Os resultados da presente pesquisa originaram dois estudos:

1. Recuperação da função vestibulo-ocular e da organização sensorial após reabilitação vestibular no Traumatismo Cranioencefálico.
  - Objetivo: investigar os danos causados pelo TCE na função vestibulo-ocular e na Organização Sensorial, assim como os efeitos da reabilitação vestibular nessas funções.
  
2. Função otolítica e qualidade de vida em sujeitos após Traumatismo Cranioencefálico: eficácia da Reabilitação Vestibular
  - Objetivo: analisar os resultados de testes da função otolítica e a qualidade de vida em sujeitos com Traumatismo Cranioencefálico pré e pós-reabilitação vestibular

Logo após será apresentada a discussão geral, seguida da conclusão geral da pesquisa.



## ESTUDO 1

### RECUPERAÇÃO DA FUNÇÃO VESTÍBULO-OCULAR E DA ORGANIZAÇÃO SENSORIAL APÓS REABILITAÇÃO VESTIBULAR NO TRAUMATISMO CRANIOENCEFÁLICO

#### Resumo

**Introdução:** O Traumatismo Cranioencefálico (TCE) é considerado por muitos estudiosos uma epidemia silenciosa, cujos sintomas englobam sistemas importantes para a manutenção do equilíbrio postural. **Objetivo:** investigar os danos causados pelo TCE na função vestibulo-ocular e na Organização Sensorial, assim como os efeitos da reabilitação vestibular nessas funções. **Método:** Dezesesseis adultos (12 do sexo masculino; 4 do sexo feminino) com sequelas de TCE realizaram uma avaliação vestibular pré e pós-intervenção, incluindo testes de coordenação motora, testes de equilíbrio estático e dinâmico, Posturografia Dinâmica *Foam-Laser*, por meio do Teste de Organização Sensorial (TOS) e Análise Sensorial e Vectoeletronistagmografia Computadorizada. A reabilitação consistiu em manobra de reposicionamento seguida do Protocolo de *Cawthorne-Cooksey* adaptado, por oito semanas, com duas sessões semanais com duração de 40 minutos cada. **Resultados:** observou-se alteração nos três sistemas avaliados pelo TOS, principalmente no vestibular e preferência visual, bem como alterações nas provas oculomotoras, a saber, sacadas, rastreo pendular e optocinético, além de assimetrias nas provas rotatória e calórica. Os sujeitos apresentaram diferença significativa do pré para o pós-intervenção em todas as posições avaliadas no TOS, e no sistema vestibular na Análise Sensorial. Houve diferença significativa nas alterações oculomotoras e aumento significativo da simetria nas provas rotatória e calórica. Não houve diferença entre os sujeitos com e sem disfunção vestibular quanto à gravidade do TCE, ou correlação entre a gravidade e o TOS. **Conclusão:** o TOS, bem como os testes vestibulares evidenciaram alterações importantes do sistema vestibulo-ocular e postural, com significativa melhora dos escores e diminuição de casos alterados após intervenção.

**Descritores:** Lesões Encefálicas Traumáticas; Equilíbrio Postural; Tontura; Testes de Função Vestibular

#### INTRODUÇÃO

O Traumatismo Cranioencefálico (TCE) é considerado por muitos estudiosos uma epidemia silenciosa. Estima-se que sessenta e nove milhões de indivíduos sofrem TCE, independentemente das causas, a cada ano, com destaque para as lesões causadas por acidentes de trânsito, mais comuns em países de baixa e média renda (DEWAN et al., 2018), por violência na população mais jovem, bem como pelas quedas nos grupos mais velhos (IACCARINO et al., 2018).

O TCE é definido como uma alteração na função cerebral, ou outra evidência de patologia encefálica, causada por uma força externa (MENON et al., 2010). Essas



alterações podem incluir: perda ou diminuição do nível de consciência, perda de memória, alterações no estado mental na fase aguda (confusão, desorientação, lentidão de raciocínio), bem como déficits neurológicos como as alterações sensoriais e motoras (MENON et al., 2010) importantes para a atividade reflexa que ampara habilidades multissensoriais como o equilíbrio corporal.

Os traumas de cabeça podem interromper funções visuais, por traumas oculares, dos nervos ou tratos (danos à via aferente) ou dos nervos motores (via eferente) e na retina (DAS et al., 2019), gerando as mais variadas alterações de acomodação, convergência, perda da acuidade visual, perda de campo visual e motricidade ocular (DANNA-DOS-SANTOS et al., 2018; MEREZHINSKAYA et al., 2019), bem como funções mais complexas como integração espacial (JENNINGS et al., 2019), interferindo no *feedback* de orientação para as respostas motoras fundamentais à manutenção do equilíbrio.

O TCE pode, ainda, ocasionar alterações vestibulares específicas, tais como disfunção vestibular e do reflexo vestibulo-ocular (RVO) (PIMENTEL et al., 2018), além da Vertigem Posicional Paroxística Benigna (VPPB) ou disfunção otolítica, desequilíbrio e alterações da marcha (AKIN et al., 2017), bem como tontura não específica (SWAN et al., 2019).

Os testes de função oculomotora e vestibular são, portanto, recomendados na investigação clínica após o TCE (WHITNEY; SPARTO, 2019). Por outro lado, o Teste de Organização Sensorial (TOS) é, atualmente, o padrão ouro para a avaliação objetiva da integração sensorial para o equilíbrio (ROW et al., 2019). Avaliar apenas um aspecto do equilíbrio corporal poderá limitar o diagnóstico, uma vez que as causas podem ser diversas ou mesmo combinadas, mascarando déficits no processo terapêutico. Com essas informações, o manejo terapêutico pode ser muito eficaz na atenuação dos sintomas e retorno à função normal (SZCZUPAK et al., 2020).

A Reabilitação Vestibular (RV) é uma alternativa bem conhecida, que envolve exercícios funcionais de movimentação óculo-cefálica e posturais, no entanto não há consenso na literatura sobre seus efeitos nessa população (MURRAY, MELDRUM, LENNON, 2017). Dessa forma, o objetivo deste estudo foi investigar os danos do TCE na função vestibulo-ocular e na Organização Sensorial e os efeitos da reabilitação vestibular nessas funções.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa do tipo intervenção, de análise quantitativa, que atende à recomendação do regulamento 466/2012 do Comitê Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP / 2012) e foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição autora sob o nº 2.732.475. Foi desenvolvida no Ambulatório de Otoneurologia - Setor de Equilíbrio - de um Hospital Universitário e no Laboratório de Otoneurologia do Serviço de Atendimento Fonoaudiológico da mesma instituição. Para o delineamento da amostra foi utilizada a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a saúde, décima revisão (CID-10), da qual foram selecionados os diagnósticos relacionados ao TCE: S01.7; S01.8; S02.0; S02.1; S02.3; S02.7; S02.8; S02.9; S04.0; S06.0; S06.1; S06.2; S06.3; S06.4; S06.5; S06.6; S06.7; S06.8; S06.9; S07.1; S07.8; S08; S09.0; S09.1; S09.7; S09.8; S09.9.

A amostra foi constituída por sujeitos com sequelas de TCE, do sexo feminino e masculino, entre 18 e 60 anos, identificados pelo setor de estatística do hospital, dos últimos cinco anos.

Critérios de inclusão:

- a) diagnóstico de TCE confirmado em prontuário, associado a exame de imagem e/ou história clínica, independentemente da queixa de tontura;
- b) sujeitos clinicamente estáveis (medicação e aspectos psiquiátricos);
- c) ter a habilidade de manter-se em ortostase por 20 segundos, pelo menos (tempo de teste de cada posição da posturografia);
- d) não estar em reabilitação da função vestibular ou motora com outro profissional no período da coleta de dados.

Critérios de exclusão:

- a) história anterior ao TCE de patologia do sistema nervoso central, visual, oculomotora, vestibular ou postural;
- b) situação atual de alterações ortopédicas impeditivas de marcha ou ortostase;
- c) situação atual de déficits visuais que limitam a capacidade de um sujeito seguir um alvo tais como glaucoma, estrabismo sem possibilidade de correção por lentes, cegueira ou visão subnormal uni ou bilateral (triagem visual);
- d) comprometimento de orelha externa e média;
- e) alterações de linguagem ou cognitivas que impossibilitaram a compreensão das avaliações (triagem cognitiva);

f) constatação de estilhaços ou corpo estranho retidos na face, na coluna cervical ou nos olhos.

A presença de uma causa combinada (por exemplo, edema, concussão e fratura concomitantes), bem como perda auditiva pós-traumática não foram critérios de exclusão. Os sujeitos que passaram pela triagem do banco de dados (n = 51) foram contatados e convidados a participar da pesquisa. Dos 23 sujeitos que aceitaram participar da pesquisa, sete foram excluídos pelos critérios de exclusão. Os dias e horários das avaliações foram pré-agendados.

Para triagem cognitiva, utilizou-se o *Mini Exame do Estado Mental* (MEEM) ou teste de Folstein (FOLSTEIN, FOLSTEIN, McHUGH, 1975), com o seguinte ponto de corte (BRUCKI et al., 2003): 20 - analfabetos; 25 - um a quatro anos de estudo; 26,5 - cinco a oito anos de estudo; 28 - nove a 11 anos de estudo; 29 - mais de 11 anos de estudo.

A triagem da acuidade visual foi realizada por meio da leitura da escala optométrica de *Snellen*, medida em um olho de cada vez, com oclusão do olho contralateral (BRASIL, 2008). Iniciou-se o exame pelos optótipos de maior tamanho, em ordem decrescente, conforme o acerto do examinado. Foi anotado o valor equivalente à última linha lida, na qual o sujeito acertou mais de 50% dos optótipos, o que traduz a melhor acuidade visual alcançada em cada olho. Os sujeitos em uso de lentes corretivas foram avaliados com as mesmas. Foram excluídos aqueles que apresentaram acuidade visual  $\leq 0,3$  (baixa visão moderada).

## **Instrumentos e procedimentos**

Os procedimentos a seguir foram realizados na avaliação e reavaliação após a intervenção. Foi utilizada uma anamnese, para obtenção da história clínica pregressa e atual do sujeito, com questões referentes ao TCE na fase aguda (hospitalização) e crônica (sequelas e, quando possível, reabilitação). Apresentou-se a Escala Visual Analógica (EVA) para o sujeito quantificar o grau de incômodo para a tontura.

Realizou-se a inspeção do meato acústico externo (MAE) e da membrana timpânica com otoscópio da marca *Mikatos*, para verificar possíveis obstruções que impossibilitassem a realização da prova calórica à água (integrante da VENG).

A Avaliação Audiológica foi realizada em cabina acústica, com audiômetro digital de dois canais, Otometrics - modelo Modern Itera II e fones auriculares tipo

TDH-39P, marca Telephonics, calibrado segundo o padrão ANSI-69. Foram avaliadas as frequências de 0,25 a 8 kHz por via aérea e de 0,5 a 4 kHz por via óssea (nas frequências com limiares maiores do que 20dBNA na via aérea) bilateralmente. Para a timpanometria, foi utilizado um tom de sonda de 226Hz, com o intuito de verificar as condições da orelha média e, a pesquisa do reflexo acústico do músculo estapédio contralateral nas frequências de 0,5; 1; 2 e 4 kHz (JERGER et al., 1972), com o equipamento da marca *Interacoustics*, modelo AT 235 *Impedance Audiometrics*.

Para avaliar a função cerebelar foram realizadas as provas de coordenação do movimento (60 segundos cada): braços estendidos; Índex-nariz-joelho; Diadococinesia. Para as funções de equilíbrio estático e dinâmico foram realizados: Teste de *Romberg*; Teste de *Romberg-Barré*; Teste de *Babinski-Weil* (marcha); Teste de *Unterberger*. Foram controladas as fontes de luz e sonora, evitando qualquer tipo de orientação (SISTEMA DE CONSELHOS DE FONOAUDIOLOGIA, 2017).

Os testes de posicionamento utilizados foram: Manobra de *Dix-Hallpike* para a pesquisa de VPPB de canais semicirculares verticais (DOMINGUES; WASEEM, 2016) e o *Head Roll Test* para pesquisa de VPPB de canais semicirculares horizontais (TIRELLI; RUSSOLO, 2004; BHATTACHARYYA et al., 2017). Para a observação dos sinais foi utilizado o sistema para Videonistagmoscopia infravermelha (SVNC), da marca Contronic®.

Para a avaliação do equilíbrio corporal, foi utilizada a Posturografia Dinâmica *Foam Laser* (PDFL), proposta por Castagno (1994), com posterior análise dos resultados do Teste de Organização Sensorial (TOS). A realização do teste consistiu em colocar o sujeito em posição ortostática, sem calçados, braços estendidos ao longo do corpo dentro de uma cabine de 1 m<sup>2</sup>, com 2 m de altura, confeccionada com suporte de ferro desmontável, envolta por tecido listrado em listras horizontais, alternadas em claras e escuras, de 10 cm cada. Ao redor da cintura do sujeito foi posicionado um cinto artesanal, contendo uma caneta laser, ao nível da 2<sup>o</sup> vértebra lombar. A caneta foi direcionada superiormente apontada para uma escala em papel milimetrado (50cm X 50 cm), fixada horizontalmente na parte superior da cabine, por um suporte de ferro. Foi avaliado o deslocamento anteroposterior do sujeito durante as seis etapas do TOS, todas com duração de 20 segundos cada.

Os desvios foram anotados em um protocolo padrão e analisados por meio de planilha eletrônica *Excel*. A verificação dos desvios anteroposteriores foi realizada

através do cálculo das medidas de cada TOS. A verificação das preferências das funções visual, somatossensorial e vestibular foram analisadas conforme as médias do TOS de acordo com as seguintes fórmulas: Função somatossensorial: TOS II/TOS I; Função visual: TOS IV/ TOS I; Função vestibular: TOS V/ TOS I; Índice de equilíbrio:  $(TOS III + TOS VI) / (TOS II + TOS IV)$ . Os valores de normalidade fornecidos pelos estudos de Castagno (1994), para os TOS são: TOS I (90%), TOS II (83%), TOS III (82%), TOS IV (79%), TOS V (60%), TOS VI (54%).

Foi utilizado o sistema computadorizado de Vectoeletronistagmografia Contronic®, modelo SCV, versão 5.0, em ambiente com aterramento elétrico, em sala com controle da iluminação, permitindo a situação de penumbra e o ambiente mantido na temperatura de 26°C aproximadamente.

A preparação do sujeito seguiu a sequência: 1) posicioná-lo sentado a 1 m da barra de led's; 2) limpeza da pele com álcool; 3) fixação de quatro eletrodos na pele, por meio de pasta eletrolítica e fita adesiva (micropore), na região periorbitária bilateralmente, outro na região frontal (terra) e o último 2 cm acima da glabella (ativo), permitindo o registro dos movimentos horizontais, verticais e oblíquos.

Os testes seguiram a sequência: 1) provas oculomotoras na barra de led's - a) calibração dos movimentos oculares horizontal e vertical; b) Pesquisas dos movimentos sacádicos randomizados; c) Nistagmo espontâneo (NE) com olhos abertos, e depois fechados; d) rastreo pendular na velocidade de 0,2 Hz (curva sinusoidal da movimentação ocular); e) Nistagmo optocinético (NO), acompanhamento visual de pontos luminosos em movimento a 20°/s para direita e, posteriormente, para esquerda; 2) Provas vestibulares - a) Prova rotatória pendular decrescente (PRPD) para avaliar os pares sinérgicos dos CSC; b) Prova calórica, utilizando a estimulação a água (240 ml) por 40 segundos nas temperaturas de 44°C e 30°C, seguida de observação do nistagmo pós-calórico e possíveis manifestações do paciente (MOR, FRAGOSO, 2012). Foi solicitado o preparo prévio baseado na abstinência de estimulantes labirínticos e drogas depressoras 48 horas antes, bem como realizar alimentação leve três horas antes do exame.

Os sujeitos da pesquisa iniciaram a RV uma semana após a avaliação. Inicialmente, para os sujeitos que apresentaram VPPB, foi selecionada a manobra de reposicionamento de *Epley* para canal posterior (PARNES; AGRAWAL; ATLAS, 2003) e a manobra de *Lempert* para canalitíase do CSC lateral (LEMPERT; TIEL-WILCK,

1996). Após retorno, em uma semana, na permanência dos sinais de VPPB a manobra foi repetida, na ausência dos sinais o sujeito iniciou o protocolo de exercícios.

O protocolo adaptado de *Cawthorne-Cooksey*, padronizado para todos os sujeitos, foi realizado pelos sujeitos quando: a) apresentaram alguma alteração em algum dos testes citados no método dessa pesquisa; b) após a realização das manobras de posicionamento não apresentarem mais nistagmo característico de VPPB, porém com permanência de queixas vestibulares; c) ausência de alterações nos testes e presença de queixas vestibulares.

Os exercícios incluíram movimentos oculares - olhar conjugado (direita, esquerda, inferior e superior) e movimentos de vergência; movimentos cefálicos, tarefas de coordenação oculocefálica, tarefas de equilíbrio estático e dinâmico (HERDMAN; CLENDANIEL 2014; TAGUCHI; BOHLSSEN, 2015), bem como de movimentos integrados. Ressalta-se que foram adaptados três exercícios: supressão do RVO, o equilíbrio com diminuição da base de sustentação e o terceiro, “caminhar ao redor de uma cadeira jogando uma bola para cima, do original: “jogar uma bola para uma pessoa que está no centro”, - para possibilitar a realização do exercício sozinho, bem como contemplar a visão periférica. As sessões tiveram duração de 40 minutos, bissemanais, totalizando 16 sessões terapêuticas. Em cada semana foram realizados de três a quatro exercícios em ordem crescente de dificuldade, de acordo com o protocolo. Ademais, todos os sujeitos foram orientados a realizar os mesmos exercícios em domicílio, três vezes ao dia, com preenchimento de ficha padronizada. Realizou-se a reavaliação por meio dos procedimentos descritos uma semana depois do término da RV.

Realizou-se a análise estatística com o aplicativo computacional STATISTICA 9.1. Primeiramente, a normalidade das variáveis foi avaliada com o teste *Shapiro-Wilk*. Os dados foram analisados quanto à normalidade por meio dos valores propostos para a Posturografia Dinâmica *Foam Laser* e Vectoeletronistagmografia Computadorizada. Para as comparações dos grupos pareados (pré e pós-intervenção) foi utilizado o Teste de *Wilcoxon* e o Teste de *McNemar*. Foi utilizado o Teste U de *Mann Whitney* para verificar a diferença da gravidade do TCE nos grupos com e sem disfunção vestibular e o Teste de correlação de *Spearman* para verificar a correlação entre a gravidade do TCE e os valores da PDFL. Considerou-se o nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

A amostra foi composta por maioria de homens, com média de 39,3 (mín = 22; máx = 60; DP = 14,13) anos de idade, com até 12 anos de escolaridade e afastados de sua função no trabalho (Tabela 1). A queda foi a principal causa, seguida do acidente de trânsito e violência. O tempo de internação foi em média de 18,06 dias (mín = 2; máx = 73; DP = 16,9). O tempo entre a data do evento e a pesquisa foi em média de 11,44 meses (mín = 1; máx = 36; DP = 10,0). Quanto à classificação do TCE, a média dos escores da ECG foi de 12 (mín = 6; máx = 15; DP = 3,1). Acerca da localização da lesão, 12 (75%) sujeitos apresentaram múltiplas lesões, nas regiões temporal (12; 75,0%), seguida da frontal (9; 56,3%), parietal (8; 50,0%) e occipital (5; 31,2%).

Todos os sujeitos referiram pelo menos um sintoma vestibular associado ou não a sintomas visuais, a saber acuidade (6; 37,5%), diplopia (2; 12,5%), campo visual (2; 12,5%), fotofobia (1; 6,2%), moscas volantes (1 - 6,2%). Um dos sujeitos com diplopia vertical, utilizava lentes corretivas de prisma.

Tabela 1 – Características sociodemográficas e clínicas dos sujeitos acometidos por traumatismo cranioencefálico (n = 16).

Características		n (%)
Sexo	Homens	12 (75,0)
Escolaridade	Até 8 anos	07 (43,8)
	Até 12 anos	07 (43,8)
	Ensino Técnico/Superior	02 (12,5)
Vínculo empregatício	Autônomo	06 (37,5)
	Contratado	09 (56,3)
	Estudante	01 (6,3)
Situação da ocupação	Afastado	13 (81,3)
	Em exercício	03 (18,8)
Causa do TCE	Queda	08 (50,0)
	Acidente de Trânsito	05 (31,3)

	Violência	03 (18,3)
Classificação do TCE	Leve (ECG 15-13)	08 (50,0)
	Moderado (ECG 12-9)	06 (37,5)
	Grave (ECG $\leq$ 8)	02 (12,5)
Sintomas vestibulares e visuais	Tontura	13 (81,3)
	Vertigem	07 (43,8)
	Sintomas vestibulo-visuais	06 (37,5)
	Sintomas posturais	08 (50,0)
	Sintomas visuais	07 (43,8)
Outros sintomas referidos	Neurovegetativos	03 (18,8)
	Hipoacusia	04 (25,0)
	Zumbido	08 (50,0)
	Cefaleia	10 (62,5)
	Cervicalgia	06 (37,5)
	Atenção/memória	08 (50,0)
	Sono	03 (18,8)
	Humor	11 (68,8)

Legenda: ECG - Escala de Coma de Glasgow

Quanto aos aspectos auditivos, 2 (12,5%) sujeitos apresentaram perda auditiva do tipo mista, de grau leve e moderado na orelha do mesmo lado do TCE (temporal), ambos com recuperação espontânea após as primeiras semanas. Um sujeito (6,3%) apresentou perda auditiva profunda bilateralmente, seguido de protetização.

Nos testes de posicionamento, dos 16 sujeitos avaliados, 5 (31,3%) apresentaram nistagmo característico de VPPB durante o teste de *Dix-Hallpike*, dos quais 4 (80%) VPPB de CSC posterior e 1 (20%) VPPB de CSC posterior e lateral (Tabela 1). Os sintomas referidos por estes foram: vertigem (4; 80%), tontura (3; 60%), vestibulo-visuais (3; 60%) e posturais (3; 60%). Quanto à resolutividade do reposicionamento, em 3 sujeitos (60%) o nistagmo e os sintomas relacionados à VPPB cessaram com uma manobra e em 2 (40%) após duas manobras. Nenhum



sujeito referiu melhora completa de todos os sintomas apenas com as manobras de posicionamento.

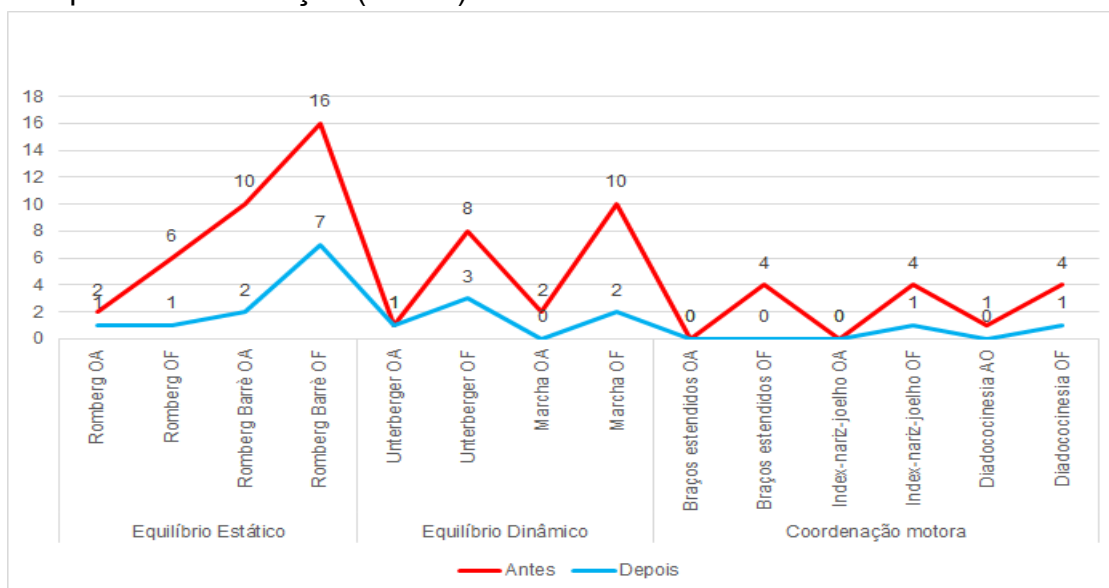
Quadro 1 – Alterações encontradas nas avaliações pré-intervenção dos sujeitos da pesquisa (n=16).

Testes	Sujeitos															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
BAF	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
TP	X		X	X			X				X					
PDFL	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
PO		X				X	X	X	X	X		X	X			
PV						X		X	X	X	X	X	X	X		X

Legenda: BAF - bateria de avaliação funcional; TP - testes de posicionamento; PDFL - Posturografia Dinâmica *Foam Laser*; PO - provas oculomotoras; PV - provas vestibulares; X - alterado.

Na avaliação funcional, observou-se ocorrência expressiva de alterações, principalmente com os olhos fechados nos testes de equilíbrio estático e dinâmico, com diminuição substancial dessas alterações após a RV.

Figura 1 - Comparação dos resultados alterados obtidos na avaliação funcional antes e depois da intervenção (n = 16)



Legenda: OA – olhos abertos OF – olhos fechados

O TOS evidenciou alteração, em média, em todas as posições testadas, principalmente nas posições II, III, V e VI. Na análise sensorial os piores valores foram dos sistemas vestibular e preferência visual. Após a RV, observa-se melhora significativa em todas as posições avaliadas, bem como nos valores dos sistemas separadamente. Na análise sensorial a diferença significativa foi evidenciada no sistema vestibular (Tabela 2).

Tabela 2 – Comparação dos resultados da Posturografia Dinâmica *Foam Laser* (PDFL) nos sujeitos da pesquisa antes e depois da intervenção (n = 16).

Teste de Organização Sensorial								
TOS	Pré				Pós			
	PR	X (DP)	Md	Q1-Q3	X (DP)	Md	Q1-Q3	<i>p</i>
I	90	81,2 - 13,5	85,83	78,6-89,9	89,5-4,2	89,8	89,1-90,5	0,008
II	83	71,7 -15,0	73,70	68,5-82,1	80,1-8,0	79,5	76,9-85,8	0,004
III	82	64,0 - 19,4	70,93	48,5-76,9	76,8-9,4	78,2	74,4-81,0	0,003
IV	79	75,1 - 10,6	78,59	69,7-84,4	80,6-7,5	82,4	77,8-85,7	0,003
V	60	36,5 - 38,5	53,36	38,2-61,9	58,9-17,0	62,4	50,4-72,4	0,004
VI	54	32,5 - 29,3	34,51	21,3-57,3	59,8-14,3	59,2	56,1-68,4	<0,001
X	75	60,7 - 15,4	68,23	55,0-70,6	76,5-11,3	75,3	71,6-81,1	<0,001

Análise Sensorial								
	Pré				Pós			
	X - DP	Md	Q1-Q3	X - DP	Md	Q1-Q3	<i>p</i>	
SO	92	83,8 -15,4	85,5	80,1-94,7	89,07-9,3	91,2	85,8-94,7	0,140
VI	88	89,8 - 13,3	89,2	81,9-100,0	89,8-8,7	91,6	86,2-94,7	0,646
VE	67	49,4- 37,9	58,8	45,3-74,0	67,15-18,9	71,6	56,2-80,5	0,011
PV	95	88,7 - 55,2	77,7	65,4-100,0	95,9-15,9	92,9	89,0-103,1	0,179

Legenda: PR - padrão de referência; X - média; DP - desvio padrão; Md - mediana; Q1-Q3 - intervalo interquartil; SO – somatossensorial; VI – visual; VE – vestibular; PV – preferência visual  
Teste de Wilcoxon ( $p \leq 0,05$ )

Na VENG, 4 (25,0%) sujeitos apresentaram NE de olhos fechados com velocidade angular da componente lenta (VACL) de 2 a 5°/s considerados dentro dos

padrões de referência (Tabela 3). Um sujeito apresentou NSE unidirecional com VACL de 4º/s. Esses achados não foram observados na reavaliação.

Tabela 3 – Resultados da Vectoeletronistagmografia Computadorizada, nos sujeitos da pesquisa, antes e depois da intervenção (n = 16).

Provas	Respostas	Pré (n; %)	Pós (n; %)	p
Calibração horizontal	Regular	16; 100,0	16; 100,0	-
Calibração vertical	Regular	16; 100,0	16; 100,0	-
Sacádico randomizado	Normal	11; 68,8	14; 87,5	0,026
	Alterado	05; 31,3	01; 6,3	
NE – olhos abertos	Ausente	16; 100,0	16; 100,0	-
	Presente	0; 0	0; 0	
NE – olhos fechados	Ausente	12; 75,0	15; 93,8	0,006
	Presente	04; 25,0	01; 6,3	
Nistagmo semiespontâneo	Ausente	15; 93,8	16; 100,0	-
	Presente	01; 6,3	0; 0	
Rastreio pendular horizontal	Normal	11; 68,8	15; 93,8	0,009
	Alterado	05; 31,3	01; 6,3	
Rastreio pendular vertical	Normal	13; 81,3	15; 93,8	0,003
	Alterado	03; 18,8	01; 6,3	
Nistagmo optocinético	Normal	14; 87,5	16; 100	-
	Alterado	02; 12,5	0; 0	
Prova rotatória pendular decrescente	Normal	13; 81,3	16; 100,0	-
	Alterado	03; 18,8	0; 0	
Prova calórica	Normal	07; 43,8	14; 87,5	0,023
	Alterado	09; 56,3	02; 12,5	

Legenda: n – número de sujeitos (%) - porcentagem NE – Nistagmo Espontâneo; (-) – ocorrências insuficientes para análise

Teste McNemar  $p \leq 0,05$

Na prova calórica dos 9 (56,3%) sujeitos com alteração, seis (66,7%) eram disfunção vestibular por hiperreflexia (4) e predomínio direcional do nistagmo (2), e 3 (33,33%) disfunção vestibular periférica deficitária por predomínio labiríntico (2) e hiporreflexia (1). Um sujeito apresentou ausência de efeito inibidor da fixação ocular

(EIFO) pós-calórico. Não foi identificada diferença significativa nos resultados da prova calórica entre os grupos com e sem disfunção vestibular por severidade do TCE medida pela ECG ( $p = 0,20$ ). Também não houve correlação significativa entre a gravidade e os valores do TOS e da Análise Sensorial ( $p > 0,05$ ). Observa-se que tanto na oculomotricidade quanto nas provas vestibulares da VENG, houve melhora significativa pós-intervenção.

Houve aumento significativo da simetria dos movimentos optocinéticos e das provas rotatória e calórica no pós-intervenção (Tabela 4).

Tabela 4 - Comparação da simetria no nistagmo optocinético, PRPD e prova calórica pré e pós intervenção nos sujeitos da pesquisa ( $n = 16$ ).

	Pré		Pós		p
	X (DP)	Md (Q1-Q2)	X - DP	Md (Q1-Q2)	
NO - R%	12,5 (8,2)	11 (6,5-16,0)	8,4 (3,9)	8,50 (6,0-11,5)	0,010
PRPD - R%	22,7 (22,8)	19,5 (9,5-23,0)	13,3 (5,3)	13,00 (9-16,5)	0,044
Prova calórica R%	33,5 (28,1)	26,0 (12-50,0)	13,6 (6,8)	11 (9,0-18,0)	0,006

Legenda: X – média; DP – desvio padrão; Q1-Q3 - intervalo interquartil  
Teste de Wilcoxon ( $p \leq 0,05$ )

Ao comparar os resultados da PRPD e da prova calórica, observou-se que 6 (37,5%) sujeitos apresentaram VACL maior na segunda em relação à primeira, situação característica de decrutamento. Após a reabilitação apenas dois sujeitos mantiveram essa condição ( $p = 0,043$ ).

## DISCUSSÃO

A amostra composta por 75% do sexo masculino confirma estudos anteriores os quais, mesmo com diferenças metodológicas e regionais, corroboram essa prevalência (AREAS et al., 2019; CONSTÂNCIO et al., 2018; MAEGELE et al., 2019; POGORZELSKI et al., 2018; WATANITANON et al., 2018). O TCE não é uma doença (RUBIANO et al., 2015), mas sim um evento proveniente, em sua grande maioria, do comportamento humano. A partir da consistência dos números acerca do sexo masculino, pode-se concluir que homens ainda prevalecem em profissões e funções

que predispõe aos acidentes de trabalho, sobretudo as quedas, que assumem mais comportamentos de risco no trânsito e que reproduzem com maior frequência relações violentas.

A média de idade do presente estudo ratifica outros dados brasileiros que trazem a faixa etária dos 30 aos 39 anos como a mais frequente nessa população (AREAS et al., 2019; CONSTÂNCIO et al., 2018; POGORZELSKI et al., 2018).

A queda como principal causa do TCE nesta pesquisa corrobora estudos anteriores nas quais está entre as principais causas (AREAS et al., 2019; JIANG et al., 2019; POGORZELSKI et al., 2018; ŠARKIĆ et al., 2020). Destaca-se que cinco (31,25%) sujeitos, do sexo masculino, estavam sob efeito de álcool no momento da hospitalização. O uso de álcool e outras drogas é um importante fator de associação ao TCE (POZZATO et al., 2019).

Os sintomas vestibulo-visuais referidos nesta amostra indicam origens além do labirinto. Há 32 áreas corticais e várias estruturas subcorticais envolvidas na visão e ligadas por meio de tratos de substância branca. Essa complexidade estrutural proporciona precisão, mas também grande vulnerabilidade a lesões (CRAMPTON et al., 2021).

A VPPB foi identificada em 31,25% da amostra, semelhante a pesquisas anteriores, na qual identificou-se aproximadamente 30% de alterações no canal posterior (JAFARZADEH; POURBAKHT; BAHRAMI, 2020). A VPPB traumática (VPPB-T), representa cerca de 20% dos casos de VBBP (BASHIR et al., 2017), envolve uma apresentação clínica mais complexa do que a VPPB idiopática, com um aumento da incidência de envolvimento do canal semicircular horizontal, anterior e de múltiplos canais (BALATSOURAS et al., 2017). Além disso, a VPPB-T pode exigir outros tratamentos concomitantes, além das manobras, para obter sucesso terapêutico (CESARE et al., 2020).

Na avaliação funcional todos os sujeitos apresentaram pelo menos uma alteração, principalmente durante a diminuição da base de sustentação (*Romberg Barrè*) e de olhos fechados, com poucas alterações de coordenação. A coordenação motora, geralmente, é menos afetada do que a estabilidade postural e as funções cognitivas, ao menos nos casos de TCE leve e concussão (KUNKER; PETERS; MOHAPATRA, 2020).

Na PDFL, o sistema proprioceptivo ficou abaixo do padrão de referência, com significativa melhora pós-intervenção, observado nos valores do TOS I e TOS II. Há

recentes evidências de que os sujeitos com sequelas crônicas de TCE possuem uma capacidade diminuída de perceber mudanças na oscilação induzida por perturbação (PILKAR et al., 2020), o que pode predispor o indivíduo às oscilações e quedas. Assim, mesmo sem o envolvimento do sistema musculoesquelético ou de politraumas esse sistema pode ser perturbado. Além disso, interrupções na via corticocortical e trato corticoespinal, pelo TCE, podem gerar instabilidade postural (JANG et al., 2016), tais como os sintomas posturais e alterações no sistema somatossensorial identificados na presente pesquisa.

O sistema visual teve o melhor escore, inclusive acima do padrão de referência, apesar de seis sujeitos (37,5%) apresentarem queixas visuais, ratificando os resultados de outros autores com essa população (ROW et al., 2019). Destaca-se que quatro (25%) sujeitos realizaram as avaliações com lentes corretivas bem adaptadas e apenas dois (12,5%) com alteração de campo visual periférico. Dessa forma, as alterações visuais passíveis de tratamento com lentes corretivas, inclusive as diplopias com lentes de prisma (FOX; KOONS; DANG, 2019; ROSNER et al., 2016), interferem menos na manutenção do equilíbrio e não representaram um obstáculo para a RV.

Por outro lado, junto com o sistema vestibular, a preferência visual apresentou os escores mais baixos, tal como descrito anteriormente em pesquisa utilizando o TOS na população com TCE (JAFARZADEH; POURBAKHT; BAHRAMI, 2020). A preferência visual é avaliada durante a perturbação ou situação de conflito sensorial. Nesses casos, mesmo com boa acuidade o sujeito pode experimentar sintomas vestibulo-visuais durante o automovimento ou movimento do cenário. A sensibilidade visual ao movimento é um sintoma relativamente comum nessa população (CIUFFREDA; LUDLAM, YADAV, 2015), desencadeado como resposta a um estímulo visual em movimento, especialmente abrangendo o campo visual periférico. Situações como imagens passando por uma tela, atravessar corredores de um supermercado, produzindo fluxo óptico Gibsoniano (GIBSON, 1950), ou durante viagens, isto é, ambientes móveis, podem ser desafiadoras e, portanto, levar à sensação de desequilíbrio, tontura, desorientação e até sintomas neurovegetativos (CIUFFREDA, 1999; GALLOP, 2014) semelhantes à cinetose.

Alguns autores sugerem que lesões difusas podem alterar a sensibilidade visual para estímulos como textura, movimento e contraste, relacionadas às regiões

corticais extra estriadas (EL-SHAMAYLEH; MOVSHON, 2011; HAYES; MERIGAN, 2007; LARSSON; HEEGER; LANDY, 2010). Além disso, dados específicos sobre TCE demonstram que esses pacientes apresentam aumento da sensibilidade para estímulos de movimento e diminuição da sensibilidade para estímulos definidos por orientação e por contraste (SPIEGEL, et al., 2016), o que altera o *feedback* visual, essencial para a integração vestibular.

No pós-intervenção os sujeitos tiveram maiores escores nas posições III e VI, que avaliam o sistema visual em situação de sobrecarga, isto é, os mecanismos envolvidos na RV, seja por adaptação ou substituição, foram capazes de diminuir o conflito gerado. Ressalta-se que houve melhora das habilidades oculomotoras, o que, segundo a literatura, pode contribuir para a redução da sensibilidade visual ao movimento (KONTOS et al., 2018).

Acerca do desempenho vestibular, tanto no TOS e Análise Sensorial quanto nas provas vestibulares houve melhora significativa: maiores escores, maior simetria na PRPD e na prova calórica. Esse fato pode ser explicado porque os exercícios funcionais de *Cawthorne-Cooksey* operam a partir de mecanismos de adaptação e acomodação dos estímulos, sobretudo nos casos unilaterais, mas também pela substituição das respostas por outras modalidades, como ajustes oculomotores e dos reflexos espinais. Isso diminui efetivamente o déficit vestibular, reduzindo o efeito de imagens borradas na retina durante os movimentos de cabeça. Durante os movimentos voluntários da cabeça, os pacientes podem aprender a pré-programar uma pequena resposta de movimento dos olhos (sacada corretiva) durante o movimento da cabeça ipsilesional que pode ocultar seu RVO inadequado à rotação ipsilesional da cabeça (BLACK et al., 2005, HERDMAN; CLENDANIEL, 2014).

Alguns sujeitos da pesquisa tiveram alteração posturográfica com prova calórica normal. Segundo alguns autores, o desequilíbrio de sujeitos com TCE e função vestibular periférica preservada pode ter origem nos centros de integração, sugerindo uma plasticidade cerebral mal adaptada subjacente à sintomatologia vestibular (TROFIMOVA et al., 2021). Outra provável hipótese é a da agnosia vestibular, por lesão do trato da substância branca (fascículo longitudinal inferior) no lobo temporal direito, bem como por falta de diagnóstico clínico, uma vez que esses pacientes podem não referir voluntariamente seus sintomas (CALZOLARI et al., 2020). Destaca-se que essa região cerebral foi a mais frequentemente afetada na presente pesquisa.

Devido ao fato da oculomotricidade envolver múltiplas áreas corticais e subcorticais, as lesões traumáticas podem gerar ativação cerebral significativamente diminuída em áreas envolvidas com essas funções (ROCKSWOLD et al., 2019). Ou seja, mesmo nos casos de trauma direto ou localizáveis, as sequelas funcionais podem ser complexas e merecem uma investigação minuciosa. Nesses casos, as terapias de movimentos oculocefálicos apresentam resultados promissores, mesmo quando considerado um curto período, associada a diminuições significativas da gravidade dos sintomas (CARRICK et a., 2017).

Nas provas oculomotoras 31,25% dos sujeitos apresentaram alteração dos movimentos sacádicos, porcentagem semelhante a estudos anteriores (CAPO-APONTE et al., 2012; MASTER et al., 2016). A investigação dos movimentos sacádicos é considerada um potencial biomarcador de lesão cerebral traumática (CLOUGH et al., 2018; STUART et al., 2019) e o uso da tecnologia de rastreamento ocular oferece uma forma objetiva, confiável e quantificável de identificar o funcionamento oculomotor (HUNFALVAY et al., 2019; MANI; ASPER; KHUU, 2018).

O sistema sacádico dirige a fóvea para objetos de interesse, de um ponto de fixação a outro, de forma extremamente rápida, seguida de giro automático de cabeça a fim de focalizar o alvo em melhor ângulo. Dessa ação participam, também, a formação reticular, o córtex e o cerebelo (LEIGH, 2006). De forma voluntária, modifica-se a amplitude e a direção dos movimentos, mas não sua velocidade, exceto fadiga, drogas ou estados patológicos (ETTINGER et al., 2018; KANDEL et al., 2014). Além disso, pode haver uma relação entre vergência e o cálculo de velocidade das sacadas (GIBALDI; BANKS, 2019). Dessa forma, os exercícios envolvendo vergência do protocolo na presente pesquisa, podem ter otimizado indiretamente o desempenho em sacadas desta amostra.

Os resultados sobre o rastreio pendular identificados neste estudo reforçam achados pregressos tanto de avaliação (CAPO-APONTE et al., 2012; JAFARZADEH; POURBAKHT; BAHRAMI, 2020; KELLY et al., 2018; MARUTA et al., 2017;) quanto de reabilitação (KONTOS et al., 2018). Essa habilidade envolve áreas frontais (campo ocular frontal), temporal medial, área intraparietal, sobretudo a ventral e a lateral, além dos núcleos pontinos dorsais, principais receptores de eferências parieto-occipitais e frontais que contribuem para a rastreio suave, bem como o colículo superior, cujas



projeções estão em grande parte confinadas ao núcleo pontino dorsolateral (THIER; ILG, 2005).

O sistema de seguimento lento ou rastreo é utilizado para movimentos de baixa frequência, até 8 Hz em média (LEIGH, 2006), para a manutenção da imagem nítida na fóvea, de um objeto em movimento lento e estável em um campo visual estático, pois calcula a rapidez com que o alvo se movimenta, movendo os olhos nessa mesma velocidade (KANDEL et al., 2014). Se o alvo se mover em velocidade diferente da prevista, provocará uma sacada para trazer a imagem para a fóvea. Por conseguinte, a presença de sacadas durante o rastreo pode indicar falhas no cálculo da velocidade do movimento, como sequela do TCE, sobretudo na fase aguda, com certa capacidade de recuperação espontânea após a lesão (CHEEVER et al., 2018).

As alterações de simetria nos movimentos optocinéticos foram documentadas por outros autores tanto em baixa quanto em alta velocidade e em diferentes períodos após lesão (CHEEVER et al., 2018; KELLY et al., 2018). Depois da reabilitação observou-se melhora dos casos alterados, bem como aumento da simetria considerando a amostra geral, ou seja, maior simetria mesmo nos casos normais. Esse sistema é regulado por uma complexa rede de campos oculares corticais (frontal, suplementar, parietal, cingular), córtex prefrontal dorsolateral, gânglios basais e temporal medial, bem como áreas visuais (RUEHL et al., 2018). Além da assimetria, alguns autores sugerem que pacientes com concussão e sintomas visuais persistentes podem ter um comprometimento no mecanismo de armazenamento de velocidade (BERTOLINI et al., 2021).

A ocorrência da disfunção vestibular foi semelhante à literatura revisada (ŠARKIĆ et al., 2020), no entanto com maior frequência das disfunções periféricas, sobretudo ao considerar que há uma porcentagem de recuperação espontânea da função vestibular até os primeiros seis meses após o trauma, maior nas disfunções periféricas (SKÓRA et al., 2018).

Ao investigar as mudanças histopatológicas em sujeitos com TCE, Knoll et al. (2019) observaram diminuição de 48,6% na contagem média de células ganglionares de Scarpa, degeneração moderada a grave do labirinto vestibular membranoso identificada nos canais posterior, superior e lateral (50%), degeneração leve a grave na mácula utricular e sacular (25%), hidropisia vestibular (25%) e bloqueio do ducto endolinfático (12,5%). Assim, os sintomas vestibulo-visuais e a própria disfunção vestibular no TCE podem originar-se em lesões no órgão periférico.

A prova calórica, ao fornecer energia térmica ao canal semicircular lateral, reproduz artificialmente um estímulo rotatório na orelha irrigada e a VACL resultante fornece informações confiáveis sobre a função do sistema vestibular. No entanto, ela é principalmente um estímulo de baixa frequência (0,002 Hz - 0,004 Hz), que é menor do que a faixa de frequência fisiológica (0,5 Hz - 7 Hz) (SHEPARD; TELIAN, 1996). A prova rotatória fornece uma avaliação quantitativa do RVO dos canais semicirculares horizontais expandindo a investigação para além da região de baixa frequência, por meio de uma faixa de frequências maior (mais comumente 0,01 Hz - 1,00 Hz) (ARRIAGA; CHEN; CENCI, 2005), gerando um nistagmo de maior velocidade e permitindo a avaliação da compensação vestibular.

Posto isso, quando as respostas da PRPD são menores em VACL, caracteriza o decrutamento, observado em 37,5% desta amostra, sendo mais frequente em alterações centrais, sobretudo no tronco encefálico e cerebelo (KUMAR; PATNI, 1998). Não obstante, sabendo que o córtex atua na moderação das respostas vestibulares, questiona-se a interferência de lesões supratentoriais na capacidade de inibição de estímulos de baixa frequência (prova calórica), com um excesso de inibição ao estímulo mais intenso da PRPD, principalmente nos casos de lesão difusa de difícil identificação (PIMENTEL et al., 2018). Este estudo demonstrou que uma parte substancial desses casos são beneficiados pela RV, com restauração das funções específicas que otimizam a compensação vestibular, mesmo nos casos bilaterais, descritos como difíceis de compensar (CURTHOYS; HALMAGYI, 2013).

Não houve relação entre a gravidade do TCE e a presença das alterações, revelando que as disfunções vestibulares podem ocorrer nos casos leves e merecem investigação. Ademais, não se descartam as disfunções otolíticas, não identificáveis pelos testes de posicionamento, as quais não foram descritas nesse estudo, como disfunções identificadas pelos potenciais vestibulares com testes de posicionamento negativo.

Os procedimentos utilizados neste estudo reafirmam seu potencial na investigação da função vestibulo-ocular, dos circuitos neurais prejudicados pelo TCE e de índices de recuperação. Ressalta-se que a posturografia permite o acompanhamento da evolução por sistema alterado, e é uma ferramenta de baixo custo, não-invasiva e rápida, pertinente para sistemas públicos de saúde como o do Brasil. Apesar dos avanços tecnológicos, os testes comportamentais do equilíbrio

estático e dinâmico ainda são uma importante fonte de informação clínica, uma vez que revelam o funcionamento sensorio motor em situação natural.

Esse estudo possui limitações. O tamanho da amostra foi prejudicado pelo número de sujeitos que não foram encontrados ou que estavam em conflito com a lei revelando que os casos de violência podem ser maiores do que o estimado. Além disso, a coleta dos dados foi finalizada durante o período da pandemia por covid-19 o que pode ter desencorajado a participação na mesma.

## CONCLUSÃO

O teste de organização sensorial, bem como os testes vestibulares evidenciaram alterações importantes do sistema vestibulo-ocular e postural, com significativa melhora dos escores e diminuição de casos alterados após reabilitação vestibular.

## REFERÊNCIAS

AKIN, F. W. et al. Vestibular consequences of mild traumatic brain injury and blast exposure: a review. **Brain Injury**, v. 31, n. 9, p. 1188-1194, 2017. DOI: 10.1080/02699052.2017.1288928.

AREAS, F. Z. et al. Predictors of Hospital Mortality and the Related Burden of Disease in Severe Traumatic Brain Injury: A Prospective Multicentric Study in Brazil. **Frontiers in Neurology**, v. 10, n. 432, p. 1-8, 2019. DOI: 10.3389/fneur.2019.00432

ARRIAGA, M. A.; CHEN, D. A.; CENCI, K. A. Rotational chair (ROTO) instead of electronystagmography (ENG) as the primary vestibular test. **Otolaryngology Head and Neck Surgery**, v. 133, p. 329-333, 2005.

BALATSOURAS, D. G. et al. Benign Paroxysmal Positional Vertigo Secondary to Mild Head Trauma. **Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology**, v. 126, n. 1, p. 54-60, 2017. DOI: 10.1177/0003489416674961.

BASHIR, K. et al. Disconnect between available literature and clinical practice: Exploring gaps in the management of t-BPPV in the emergency department. **Journal of Emergency Medicine, Trauma & Acute Care**, v. 2017, n. 6, p. 1-5, 2017. DOI: 10.5339/jemtac.2017.6

BERTOLINI, G. et al. Measuring optokinetic after-nystagmus: potential for detecting patients with signs of visual dependence following concussion. **Journal of Neurology**, v. 268, p. 1747-1761, 2021. <https://doi.org/10.1007/s00415-020-10359-8>

BHATTACHARYYA, N. et al. Clinical Practice Guideline: Benign Paroxysmal Positional Vertigo (Update), **Otolaryngology–Head and Neck Surgery**, v. 156, n. 3S, S1–S47, 2017.

BLACK, R. A. et al. The active head-impulse test in unilateral peripheral vestibulopathy. **Arch Neurol.**, v. 62, n. 2, p. 290-293, 2005.

BRASIL. Ministério da saúde. **Projeto olhar Brasil. Triagem de acuidade visual: Manual de orientação.** Ministério da Saúde, Ministério da Educação. – Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

BRUCKI, S. M. D., et al. Sugestões para o uso do miniexame do estado mental no Brasil. **Arq. Neuropsiquiatr**, v. 61, 2003.

CALZOLARI, E. et al. Vestibular agnosia in traumatic brain injury and its link to imbalance. **Brain**, v. 144, n. 1, p. 128-143, 2020. DOI: 10.1093/brain/awaa386

CAPO-APONTE, J. E. et al. Visual dysfunctions and symptoms during the subacute stage of blast-induced mild traumatic brain injury. **Military Medicine**, v. 177, n. 7, p. 804-813, 2012. DOI: 10.7205/MILMED-D-12-00061

CARRICK, F. R. et al. Head-eye vestibular motion therapy affects the mental and physical health of severe chronic postconcussion patients. **Frontiers in Neurology**, v. 8, n. 414, p. 1-16, 2017. DOI: 10.3389/fneur.2017.00414

CASTAGNO, L. A. A new method for sensory organization testes: the foam-laser dynamic posturography. **Rev Bras Otorrinolaringol**, v. 60, n.4, p. 287-296, 1994.

CESARE, T. D. et al. Traumatic benign paroxysmal positional vertigo: personal experience and comparison with idiopathic BPPV. **International Journal of Audiology**, v. 60, n. 5, p. 393-397, 2020. DOI: 10.1080/14992027.2020.1821253

CHEEVER, K. M. et al. Concussion Recovery Phase Affects Vestibular and Oculomotor Symptom Provocation. **International Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 2, p. 141-147, 2018. DOI: 10.1055/s-0043-118339

CIUFFREDA, K. J. Visual vertigo syndrome: Clinical demonstration and diagnostic tool. **Clinical Eye and Vision Care**, v. 11, n. 1, p. 41-42, 1999. DOI: 10.1016/S0953-4431(99)00010-7

CIUFFREDA, K. J.; LUDLAM, D. P.; YADAV, N. K. Conceptual model pyramid of optometric vision care in mild traumatic brain injury (mTBI). **Vision Development & Rehabilitation**, v. 1, n. 2, p. 105-108, 2015. DOI: 10.31707/VDR2015.1.2.p105

CLOUGH, M. et al. Oculomotor Cognitive Control Abnormalities in Australian Rules Football Players with a History of Concussion. **Journal of Neurotrauma**, v. 35, n. 5, p. 730-738, 2018. DOI: 10.1089/neu.2017.5204

CONSTÂNCIO, J. F. et al. Clinical-epidemiological profile of individuals with traumatic brain injury history. **Revista Baiana de Enfermagem**, v. 32, n. e28235, p. 1-10, 2018. DOI: 10.18471/rbe.v32.28235

CRAMPTON, A. et al. Vestibular-ocular reflex dysfunction following mild traumatic brain injury: A narrative review. **Neurochirurgie**, v. 67, p. 231-237, 2021. DOI: 10.1016/j.neuchi.2021.01.002

CURTHOYS, I. S.; HALMAGYI, G. M. Multisensory interaction and vestibular compensation. In: Bronstein, A. ed. **Oxford Textbook of Vertigo and Imbalance**. Oxford: Oxford University Press, p. 63-68, 2013.

DANNA-DOS-SANTOS, A. et al. Long-term effects of mild traumatic brain injuries to oculomotor tracking performances and reaction times to simple environmental stimuli. **Scientific Reports**, v. 8, n. 4583, 2018. DOI:10.1038/s41598-018-22825-5

DAS, M. et al. Vision impairment after traumatic brain injury: present knowledge and future directions. **Reviews in the Neuroscience**, v. 30, n. 3, p. 305-315, 2019. DOI: 10.1515/revneuro-2018-0015.

DEWAN, M. C. et al. Estimating the global incidence of traumatic brain injury. **J Neurosurg**, v. 27, p. 1-18, 2018. DOI: 10.3171/2017.10.JNS17352.

DOMINGUES, R.; WASEEM, M. Dix-Hallpike Maneuver. In: GANTI, L. **Atlas of Emergency Medicine Procedures**. New York: Springer, 2016.

EL-SHAMAYLEH, Y.; MOVSHON, J. A. Neuronal responses to texture-defined form in macaque visual area V2. **The Journal of Neuroscience**, v. 31, n. 23, p. 8543-8555, 2011. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.5974-10.2011

ETTINGER, U. et al. Effects of lorazepam on saccadic eye movements: the role of sex, task characteristics and baseline traits. **J Psychopharmacol**, v. 32, n. 6, p. 1-13, 2018.

FOLSTEIN MF, FOLSTEIN SE, McHUGH PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician». **Journal of Psychiatric Research**., v. 12, n. 3, p. 189-98, 1975. DOI: 10.1016/0022-3956(75)90026-6

FOX, S. M.; KOONS, P.; DANG, S. H. Vision Rehabilitation After Traumatic Brain Injury. **Physical Medicine & Rehabilitation Clinics**, v. 30, n. 1, p. 171-188, 2019. DOI: 10.1016/j.pmr.2018.09.001

GALLOP, S. Binasal occlusion - Immediate sustainable symptomatic relief. **Optom Vis Perform**, v. 2, p. 74-78, 2014.

GIBALDI, A.; BANKS, M. S. Binocular Eye Movements are Adapted to the Natural Environment. **The Journal of Neuroscience**, v. 39, n. 15, p. 2877-2888, 2019. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.2591-18.2018

GIBSON, J. J. **The Perception of the Visual World**. Houghton Mifflin: Boston, MA, USA, 1950.

HAYES, R. D.; MERIGAN, W. H. Mechanisms of sensitivity loss due to visual cortex lesions in humans and macaques. **Cerebral Cortex**, v. 17, n. 5, p. 1117-1128, 2007. DOI: 10.1093/cercor/bhl021

HERDMAN, S. J.; CLENDANIEL, R. A. **Vestibular rehabilitation**. 4th ed. Philadelphia, PA: F. A. Davis Company, 2014.

HUNFALVAY, M. et al. Horizontal and vertical self-paced saccades as a diagnostic marker of traumatic brain injury. **Concussion**, v. 4, n. 1, 2019. DOI: 10.2217/cnc-2019-0001

IACCARINO, C. et al. Epidemiology of severe traumatic brain injury. **Journal of Neurosurgical Sciences**, v. 62, n. 5, p. 535-541, 2018. DOI: 10.23736/S0390-5616.18.04532-0

JAFARZADEH, S.; POURBAKHT, A.; BAHRAMI, E. Vestibular assessment in patients with persistent symptoms of Mild Traumatic Brain Injury. **Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery**, 2020. DOI: 10.1007/s12070-020-02043-0

JANG, S. H. et al. Postural instability in patients with injury of corticoreticular pathway following mild traumatic brain injury. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 95, n. 8, p. 580-587, 2016. DOI: 10.1097/PHM.0000000000000446

JENNINGS, B. J. et al. Detection of distortions in images of natural scenes in mild traumatic brain injury patients. **Vision Research**, v. 161, p. 12-17, 2019. DOI: 10.1016/j.visres.2019.05.004

JERGER, J. et al. Studies in impedance audiometry. **Arch Otolaryngol**, v. 96, p. 513-523, 1972.

JIANG, J-Y. et al. Traumatic brain injury in China. **The Lancet Neurology**, v. 18, n. 3, p. 286-295, 2019. DOI: 10.1016/S1474-4422(18)30469-1

KANDEL, E; SCHWARTZ, J; JESSELL, T. **Principles of Neuroscience**. 5<sup>a</sup> ed. New York: McGraw-Hill. 2014. p. 776, 798-810.

KELLY, K. M. et al. Oculomotor, vestibular, and reaction time effects of sports-related concussion: video-oculography in assessing sports-related concussion. The **Journal of Head Trauma Rehabilitation**, v. 34, n. 3, p. 176-188, 2018. DOI: 10.1097/HTR.0000000000000437

KNOLL, R. M. et al. Peripheral vestibular system histopathologic changes following head injury without temporal bone fracture. **Otolaryngology – Head and Neck Surgery**, v. 160, n. 1, p. 122-130, 2019. DOI: 10.1177/0194599818795695

KONTOS, A. P. et al. Preliminary Evidence for Improvement in Symptoms, Cognitive, Vestibular, and Oculomotor Outcomes Following Targeted Intervention with Chronic

mTBI Patients. **Military Medicine**, v. 183, n. 1, p. 333-338, 2018. DOI: 10.1093/milmed/usx172.

KUMAR, A.; PATNI, A. Vestibular decruitment, hyperactivity, and rebound caloric nystagmus. **American Journal of Otolaryngology**, v. 19, n. 2, p. 188-195, 1998. PMID:9520055.

KUNKER, K.; PETERS, D. M.; MOHAPATRA, S. Long-term impact of mild traumatic brain injury on postural stability and executive function. **Neurological Sciences**, v. 41, p. 1899-1907, 2020. DOI: 10.1007/s10072-020-04300-0

LARSSON, J.; HEEGER, D. J.; LANDY, M. S. Orientation selectivity of motion boundary responses in human visual cortex. **Journal of Neurophysiology**, v. 104, n. 6, p. 2940-2950, 2010. DOI: 10.1152/jn.00400.2010

LEIGH R.J.; ZEE, D.S. **A survey of eye movements: characteristics and teleology, in the neurology of eye movements**. 4 ed. New York: Oxford University, 2006. p. 3-19.

LEMPERT, T.; TIEL-WILCK, K. A Positional Maneuver for Treatment of Horizontal-Canal Benign Positional Vertigo. **Laryngoscope**, v. 106, n. p. 476-478, 1996.

MAEGELE, M. et al. The incidence and management of moderate to severe head injury: a retrospective analysis of data from the trauma register of the German Trauma Society. **Dtsch Arztebl Int**, v. 116, n. 10, p. 167-173, 2019. doi: 10.3238/arztebl.2019.0167

MANI, R.; ASPER, L.; KHUU, S. K. Deficits in saccades and smooth-pursuit eye movements in adults with traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis. **Brain Injury**, v. 32, n. 11, p. 1315-1336, 2018. DOI: 10.1080/02699052.2018.1483030.

MASTER, C. L. et al. Vision diagnoses are common after concussion in adolescents. **Clinical Pediatrics**, v. 55, n. 3, p. 260-267, 2016. DOI: 10.1177/0009922815594367

MARUTA J., et al. Frequency responses to visual tracking stimuli may be affected by concussion. **Military Medicine**, v. 182, n. S1, p. 120-123, 2017.

MENON, D. K. et al. Position statement: definition of traumatic brain injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 91, n. 11, p. 1637-1640. 2010.

MEREZHINSKAYA, N. et al. Visual deficits and dysfunctions associated with Traumatic Brain Injury: A Systematic Review and Meta-analysis. **Optometry and Vision Science**, v. 96, n. 8, p. 542-555, 2019. DOI: 10.1097/OPX.0000000000001407

MOR, R.; FRAGOSO, M. **Vestibulometria na prática fonoaudiológica**. São Paulo: Pulso Editorial, 2012.

MURRAY, D. A.; MELDRUM, D.; LENNON, O. Can vestibular rehabilitation exercises help patients with concussion? A systematic review of efficacy, prescription and

progression patterns. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 5, p. 442-451, 2017. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096081

PARNES, L. S.; AGRAWAL, S. K.; ATLAS, J. Diagnosis and management of benign paroxysmal positional vertigo (BPPV). **CMAJ**, v. 169, n. 7 p. 681-693, 2003.

PILKAR, R. et al. Evaluating sensory acuity as a marker of balance dysfunction after Traumatic Brain Injury: A Psychophysical Approach. **Frontiers in Neuroscience**, v. 14, n. 836, p. 1-9, 2020. DOI: 10.3389/fnins.2020.00836

PIMENTEL, B. N.; SILVEIRA, A. B.; SANTOS FILHA, V. A. V. Otoneurological aspects in Traumatic Brain Injuries: series of cases. **Audiology Communication Research**, v. 23, 2018. DOI: 10.1590/2317-6431-2016-1776

POGORZELSKI, G. F. et al. Epidemiology, prognostic factors, and outcome of trauma patients admitted in a Brazilian intensive care unit. **Open Access Emergency Medicine**, v. 10, p. 81-88, 2018. DOI: 10.2147/OAEM.S162695

POZZATO, I. et al. Epidemiology of hospitalised traumatic brain injury in the state of New South Wales, Australia: a population-based study. **Australian and New Zealand Journal of Public Health**, v. 43 n. 4, p. 382-388, 2019. DOI: 10.1111/1753-6405.12878

ROCKSWOLD, S. B et al. Functional Magnetic Resonance Imaging and Oculomotor Dysfunction in Mild Traumatic Brain Injury. **Journal of Neurotrauma**, v. 36, n. 7, p. 1099-1105, 2019. DOI: 10.1089/neu.2018.5796

ROSNER, M. S. et al. Treatment of vertical heterophoria ameliorates persistent post-concussive symptoms: a retrospective analysis utilizing a multi-faceted assessment battery. **Brain Injury**, v. 30, n. 3, p. 311-317, 2016.

ROW, J. et al. Balance Assessment in Traumatic Brain Injury: A Comparison of the Sensory Organization and Limits of Stability Tests. **Journal of Neurotrauma**, v. 36, n. 16, p. 2435-2442, 2019. DOI: 10.1089/neu.2018.5755

RUBIANO, A. M. et al. Global neurotrauma research challenges and opportunities. **Nature**, v. 527, p. S193-197, 2015.

RUEHL, R. M. et al. Functional hierarchy of oculomotor and visual motion subnetworks within the human cortical optokinetic system. **Brain Structure and Function**, v. 224, p. 567-582, 2019. DOI: 10.1007/s00429-018-1788-9

ŠARKIĆ, B. et al. Frequency of peripheral vestibular pathology following traumatic brain injury: a systematic review of literature. **International Journal of Audiology**, v. 60, n. 7, p. 479-494, 2020. DOI: 10.1080/14992027.2020.1811905

SHEPARD, N. T.; TELIAN, S. A. eds. **Practical Management of the Balance Disorder Patient**. San Diego, CA: Singular Publishing Group, Inc., 1996.

SISTEMA DE CONSELHOS DE FONOAUDIOLOGIA. **Guia de Orientação: Atuação do Fonoaudiólogo em Avaliação e Reabilitação do Equilíbrio Corporal**. 2017.



Disponível em: <https://www.fonoaudiologia.org.br/wp-content/uploads/2019/09/site-guia-otoneuro-1.pdf>

SKÓRA, W et al. Vestibular system dysfunction in patients after mild traumatic brain injury. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, v. 25, n. 4, 665-668, 2018. DOI: 10.26444/aaem/81138

SPIEGEL, D. P. et al. First- and second-order contrast sensitivity functions reveal disrupted visual processing following mild traumatic brain injury. **Vision Research**, v. 122, p. 43-50, 2016. DOI: 10.1016/j.visres.2016.03.004

STUART, S. et al. Validation of a velocity-based algorithm to quantify saccades during walking and turning in mild traumatic brain injury and healthy controls. **Physiological Measurement**, v. 40, n. 4, p. 1-11, 2019. DOI: 10.1088/1361-6579/ab159d

SWAN, A. A. et al. Association of Traumatic Brain Injury with vestibular dysfunction and dizziness in post-9/11 veterans. The **Journal of Head Trauma Rehabilitation**, v. 35, n. 3, p. E253-E265, 2020. DOI: 10.1097/HTR.0000000000000513

SZCZUPAK, M.; HOFFER, M.E.; GOTTSHALL, K.; VIIRRE, E.S. Vestibular Consequences of Mild Traumatic Brain Injury (mTBI). In: Tsao J. (eds) **Traumatic Brain Injury**. Springer, Cham, 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-22436-3\_8

TAGUCHI, C. K.; BOHLSSEN, Y. A. Reabilitação Vestibular. In: BOÉCHAT, E. M. (Org.). **Tratado de Audiologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.

TIRELLI, G.; RUSSOLO, M. 360-Degree canalith repositioning procedure for the horizontal canal. **Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 131, p. 740-746, 2004.

THIER, P.; ILG, U. J. The neural basis of smooth-pursuit eye movements. **Current Opinion in Neurobiology**, v. 15, p. 645-652, 2005.

TROFIMOVA, A. et al. Alterations in Resting-State Functional Brain Connectivity and Correlations with Vestibular/Ocular-Motor Screening Measures in Postconcussion Vestibular Dysfunction. **Journal of Neuroimaging**, v. 31, n. 2, p. 277-286, 2021.

WATANITANON, A. et al. Clinical epidemiology of adults with moderate Traumatic Brain Injury. **Critical Care Medicine**, v. 46, p. 781-787, 2018.

WHITNEY, S. L.; SPARTO, P. J. Eye Movements, Dizziness, and Mild Traumatic Brain Injury (mTBI): a topical review of emerging evidence and screening measures. **Journal of Neurologic Physical Therapy**, v. 43, n. 2, p. S31-S36, 2019.

## ESTUDO 2

### FUNÇÃO OTOLÍTICA E QUALIDADE DE VIDA EM SUJEITOS APÓS TRAUMATISMO CRANIOENCEFÁLICO: EFICÁCIA DA REABILITAÇÃO VESTIBULAR

#### Resumo

**Introdução:** O Traumatismo Cranioencefálico (TCE) pode resultar em sintomas e déficits visuais, oculomotores, bem como alterações mecânicas do labirinto afetando os reflexos vestibulares e conseqüentemente o equilíbrio postural e a qualidade de vida. **Objetivo:** analisar os resultados de testes da função otolítica e a qualidade de vida em sujeitos com TCE pré e pós- reabilitação vestibular. **Método:** Dezesesseis adultos (12 homens; 4 mulheres) com sequelas de TCE, realizaram uma avaliação vestibular inicial e pós-intervenção, incluindo Testes de Posicionamento para verificar a presença de Vertigem Posicional Paroxística Benigna (VPPB), os Potenciais Evocados Miogênicos Vestibulares cervical (cVEMP) e ocular (oVEMP) e o questionário de qualidade de vida *Dizziness Handicap Inventory* (DHI). A reabilitação consistiu em manobra de reposicionamento seguida do Protocolo de *Cawthorne-Cooksey* adaptado, por oito semanas. Os dados foram analisados por meio da comparação pré e pós-intervenção. **Resultados:** observou-se VPPB em 5 (31,3%) sujeitos, alterações no cVEMP e oVEMP, incluindo alterações de latência, amplitude, índice de assimetria, bem como ausência de resposta uni ou bilateralmente. A análise indicou uma restrição de participação severa no DHI. Houve melhora significativa do índice de assimetria no cVEMP, bem como nas latências e amplitudes do oVEMP, com diminuição de casos alterados após a RV. No DHI, observou-se diferença significativa no pré e pós-intervenção do escore de todos os aspectos, modificando a restrição de participação geral de severa para leve. **Conclusão:** os VEMPs evidenciaram alterações importantes do sistema vestibulo-ocular e vestibulocervical, com significativa melhora dos resultados, diminuição de casos alterados após intervenção e melhora da qualidade de vida relacionada à tontura.

**Descritores:** Lesões Encefálicas Traumáticas; Vestíbulo do Labirinto; Sáculo e Utrículo; Potenciais Evocados Miogênicos Vestibulares.

#### INTRODUÇÃO

O traumatismo Cranioencefálico (TCE) é uma lesão causada por uma força externa (FAUL et al., 2010), de alta prevalência em variadas populações, de crianças a idosos. Pode resultar em sintomas e déficits visuais e oculomotores (MENON et al., 2019; MEREZHINSKAYA et al., 2019), alterações proprioceptivas (HAMMERLE et al., 2019), os quais geralmente afetam a manutenção do equilíbrio corporal. As causas de tontura ou desequilíbrio após TCE também podem ter origem em anormalidades na substância branca, lesão axonal difusa no cérebro e danos diretos ao sistema

vestibular periférico e central (AKIN et al., 2017).

Há antigas evidências de que os órgãos otolíticos estão mais expostos a danos por explosão ou TCE do que os canais semicirculares horizontais, devido à localização das máculas no vestíbulo estarem mais vulneráveis às ondas de pressão do que as cristas ampulares (KERR; BYRNE, 1975). Além disso, a Vertigem Posicional Paroxística Benigna (VPPB) é um distúrbio vestibular comum após TCE, caracterizada como uma alteração periférica mecânica dos órgãos otolíticos (LEMPERT; TIEL-WILCK, 1996), tratável com manobras de reposicionamento, mas que, nos casos de VPPB traumática (VPPB-T), pode necessitar de uma abordagem combinada, por menor taxa de resolução, envolvimento bilateral ou de múltiplos canais e maior taxa de persistência dos sintomas (CESARE et al., 2020).

As anormalidades nos reflexos vestibulares, sobretudo o reflexo vestibulo-ocular (RVO) e o reflexo vestibulocervical (RVC), contribuem consistentemente para a sensação de tontura e instabilidade, as quais são um forte preditor de recuperação prolongada após TCE e associam-se a dificuldades de saúde mental e limitações funcionais que comprometem o retorno ao trabalho (CRAMPTON et al., 2021).

Resumir as alterações otolíticas à VPPB poderá limitar o processo de recuperação no pós-TCE, considerando que seus múltiplos diagnósticos, causados inclusive por lesões sem fratura, podem ocasionar histopatologias periféricas (KNOLL et al., 2019), seguidas de deterioração funcional, impactando negativamente na qualidade de vida (QV). Logo, a otimização do atendimento e da reabilitação para este grupo vulnerável de pacientes são urgentemente necessários (WATANITANON et al., 2018).

A Reabilitação Vestibular (RV) é uma alternativa reconhecida, que envolve exercícios funcionais de movimentação de olho-cabeça e corporais, porém ainda sem consenso sobre seus efeitos nessa população (MURRAY; MELDRUM; LENNON, 2017). Em vista disso, o objetivo do presente estudo foi descrever e comparar os resultados de testes da função otolítica e a restrição de participação causada pela tontura em sujeitos com sequelas de Traumatismo Cranioencefálico pré e pós-reabilitação vestibular.

## MÉTODO

### **Desenho do estudo**

Trata-se de uma pesquisa experimental, do tipo intervenção, quantitativa que atende à recomendação do regulamento 466/2012 do Comitê Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP / 2012), aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição autora sob o número 2.732.475 e desenvolvida no Ambulatório de Otoneurologia de um Hospital Universitário e no Laboratório de Otoneurologia do Serviço de Atendimento Fonoaudiológico da mesma instituição. Para o delineamento da amostra foi utilizada a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a saúde, décima revisão (CID-10), da qual foram selecionados os diagnósticos relacionados ao TCE (Quadro 1).

Quadro 1 – Diagnósticos baseados na Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a saúde (CID-10) selecionados para a pesquisa

Código	Descrição
S01.7	Ferimentos múltiplos da cabeça
S01.8	Ferimento na cabeça, de outras localizações
S02.0	Fratura de abóbada do crânio
S02.1	Fratura da base do crânio
S02.3	Fratura do assoalho orbital
S02.7	Fraturas múltiplas envolvendo os ossos do crânio e da face
S02.8	Outras fraturas do crânio e dos ossos da face
S02.9	Fratura do crânio ou dos ossos da face, parte não especificada
S04.0	Traumatismo do nervo ou das vias ópticas
S06.0	Concussão cerebral
S06.1	Edema cerebral traumático
S06.2	Traumatismo cerebral difuso
S06.3	Traumatismo cerebral focal
S06.4	Hemorragia epidural
S06.5	Hemorragia epidural devida a traumatismo
S06.6	Hemorragia subaracnoide devida a traumatismo
S06.7	Traumatismo intracraniano com coma prolongado
S06.8	Outros traumatismos intracranianos
S06.9	Traumatismo intracraniano, não especificado

S07.1	Lesão por esmagamento do crânio
S07.8	Lesão por esmagamento de outras partes da cabeça
S08	Amputação traumática de parte da cabeça
S09.0	Outros traumatismos da cabeça e os não especificados
S09.1	Traumatismo dos músculos e dos tendões da cabeça
S09.7	Traumatismos múltiplos da cabeça
S09.8	Outros traumatismos especificados da cabeça
S09.9	Traumatismo não especificado da cabeça

Fonte: autora.

## Sujeitos

A amostra foi constituída por 16 sujeitos, do sexo feminino e masculino, com sequelas de TCE, identificados pelo setor de estatística do hospital.

Critérios de inclusão:

- a) ter sofrido um TCE confirmado por diagnóstico no prontuário, associado a exame de imagem e/ou história clínica;
- b) sujeitos clinicamente estáveis (medicação e aspectos psiquiátricos);
- c) ter a habilidade de manter-se em ortostase por 20 segundos, pelo menos (tempo de teste de cada posição da posturografia);
- d) não estar em reabilitação da função vestibular ou motora com outro profissional no período da coleta de dados.

Critérios de exclusão:

- a) história anterior ao TCE de patologia do sistema nervoso central, visual, oculomotora, vestibular ou postural;
- b) situação atual de alterações ortopédicas impeditivas de marcha ou ortostase;
- c) situação atual de défices visuais que limitam a capacidade de um sujeito seguir um alvo tais como glaucoma, estrabismo sem possibilidade de correção por lentes, cegueira ou visão subnormal uni ou bilateral (triagem visual);
- d) comprometimento de orelha externa e média;
- e) alterações de linguagem ou cognitivas que impossibilitaram a compreensão das avaliações (triagem cognitiva);
- f) constatação de estilhaços ou corpo estranho retidos na face, na coluna cervical ou

nos olhos.

Os tipos de TCE combinados, por exemplo, edema e fratura concomitantes, bem como a perda auditiva pós-traumática não foram critérios de exclusão. Os sujeitos que passaram pela triagem do banco de dados (n = 51) foram contatados e convidados a participar da pesquisa. Vinte e três sujeitos aceitaram participar da pesquisa.

Para a obtenção da história clínica pregressa e atual do sujeito, uma anamnese foi utilizada, contendo questões referentes ao TCE na fase aguda e crônica, incluindo a gravidade do TCE verificada pela Escala de Coma de *Glasgow* (ECG). Realizou-se a inspeção do meato acústico externo (MAE) e da membrana timpânica com otoscópio da marca *Mikatos*, para verificar possíveis obstruções e comprometimentos de orelha externa ou média.

A triagem cognitiva foi realizada por meio do *Mini Exame do Estado Mental* (MEEM) ou teste de Folstein (FOLSTEIN, FOLSTEIN, McHUGH, 1975), com os pontos de corte (BRUCKI et al., 2003): 20 - analfabetos; 25 - um a quatro anos de estudo; 26,5 - cinco a oito anos de estudo; 28 - nove a 11 anos de estudo; 29 - mais de 11 anos de estudo.

A triagem da acuidade visual foi realizada por meio da escala optométrica de *Snellen*, medida em um olho de cada vez, com oclusão do olho contralateral (BRASIL, 2008), iniciando pelos optótipos de maior tamanho, em ordem decrescente, conforme o acerto do sujeito. Foi anotado o valor equivalente à última linha lida, na qual o sujeito acertou mais de 50% dos optótipos - melhor acuidade visual alcançada em cada olho. Os sujeitos em uso de lentes corretivas foram avaliados com as mesmas. Foram excluídos aqueles que apresentaram acuidade visual  $\leq 0,3$  (baixa visão moderada). Após os procedimentos de triagem, sete sujeitos foram excluídos.

## **Instrumentos e procedimentos**

### *Avaliação Audiológica*

A triagem auditiva foi realizada em cabina acústica, com audiômetro digital Otometrics - modelo Modern Itera II e fones auriculares tipo TDH-39P, marca Telephonics, calibrado segundo o padrão ANSI-69. Foram avaliadas as frequências de 0,25 a 8 kHz por via aérea e de 0,5 a 4 kHz por via óssea (nas frequências com limiares

maiores do que 20dBNA na via aérea) bilateralmente. Para a timpanometria, utilizou-se um tom de sonda de 226Hz, para verificar as condições da orelha média e a pesquisa do reflexo acústico do músculo estapédio contralateral nas frequências de 0,5; 1; 2 e 4 kHz (JERGER et al., 1972), com o equipamento *Interacoustics*, modelo AT 235 *Impedance Audiometrics*.

### *Testes de posicionamento*

Os testes de posicionamento utilizados foram: Manobra de *Dix-Hallpike* para a pesquisa de VPPB de canal semicircular vertical e o *Head Roll Test* para pesquisa de VPPB de canal semicircular horizontal.

No teste de *Dix-Hallpike* orientou-se o sujeito a sentar com os pés na maca, sua cabeça foi girada 45° em direção à orelha a ser avaliada. O avaliador então deitou o sujeito rapidamente com a cabeça além da extremidade da cama e estendeu seu pescoço 20-30° abaixo da linha horizontal, mantendo a rotação inicial da cabeça. O avaliador observou os olhos do sujeito, por um período de aproximadamente um minuto, em busca de nistagmo torcional. Após, realizou-se o mesmo procedimento contralateral (DOMINGUES; WASEEM, 2016).

O *Head Roll Test* foi realizado posicionando o sujeito em decúbito dorsal na posição supina (face voltada para cima), seguido pela rotação rápida da cabeça de 90° para o lado avaliado com o avaliador observando os olhos do sujeito em busca de nistagmo. Após o desaparecimento de batimento nistágmico (ou se nenhum nistagmo fosse detectado), a cabeça retorna à posição supina. Depois de ceder qualquer nistagmo adicional desencadeado, a cabeça foi girada rapidamente 90° para o lado oposto e os olhos foram novamente observados para verificar se havia nistagmo (BHATTACHARYYA et al., 2017; TIRELLI; RUSSOLO, 2004).

### *Potencial Evocado Miogênico Vestibular*

O VEMP foi realizado em ambiente confortável e silencioso com o equipamento Módulo de Aquisição de Sinais Bioelétrico (MASB) da marca *Contronic*, modelo ATC Plus, versão 2.1. Foi utilizado o estímulo auditivo *clique* com intensidade de 118 dBNA (nível de audição) e filtro passa-banda de 10 a 1.500 Hz, apresentados por meio de fones concha modelo TDH-39P. Foram apresentados 100 estímulos com frequência

de 500 Hz, na velocidade de quatro estímulos por segundo, em janela de análise de 50 ms. Cada sujeito foi submetido a, pelo menos, duas estimulações de cada lado, para verificar a replicação do potencial. Os valores de impedância, verificados antes de cada registro, situaram-se abaixo de 5 K $\Omega$  para cada um dos eletrodos e a diferença entre eles não foi superior a 2 K $\Omega$ .

O procedimento seguiu as seguintes etapas: limpeza da pele do participante com álcool absoluto e pasta abrasiva e colocação dos eletrodos de superfície com pasta eletrolítica e fixado com fita adesiva. Para o registro do cVEMP: eletrodo ativo na borda anterior do músculo esternocleidomastoideo em seu terço superior, o de referência na região da fúrcula esternal e o eletrodo terra na frente (Fpz). Para o registro do oVEMP: eletrodo ativo (negativo) localizado cerca de 1 cm abaixo da pálpebra inferior, o de referência (positivo) a uma distância de 1 cm abaixo do eletrodo ativo e o eletrodo terra na frente.

No cVEMP, o participante foi orientado a sentar-se à cadeira e manter rotação horizontal da cabeça de 45° para o lado oposto ao da orelha estimulada e 30° para baixo, provocando a contração do músculo esternocleidomastoideo. Posteriormente, o registro do cVEMP contralateral foi realizado com a mesma técnica. As seguintes medições foram calculadas a partir da média de duas respostas para cada participante e comparadas no pré e pós intervenção: 1) amplitudes de pico a pico do cVEMP (P13-N23); e 2) latências P13 e N23.

Para o registro do oVEMP, o participante foi orientado a manter a cabeça na posição de repouso e, apenas, desviar o olhar para cima o máximo que conseguisse, com conforto, durante o estímulo sonoro. Foram registradas as latências, em milissegundos (ms), do primeiro pico negativo e do primeiro positivo, denominados N10 e P15, de um lado e do outro. Foram marcadas as amplitudes, entre os picos, em microvolts ( $\mu$ V) e comparadas entre si para se obter uma relação percentual.

Usando as amplitudes P13-N23 e N10-P15 (para ambas: P1-N1), foram calculadas as razões de assimetria sinalizadas (IA) (MANZARI et al., 2010) para o pré e pós intervenção, considerando normal até 40% (AKIN et al., 2012), por meio da fórmula:

$$IA = \frac{(P1-N1 OE - P1-N1 OD)}{(P1-N1 OE + P1-N1 OD)} \times 100$$



### *Dizziness Handicap Inventory (DHI)*

Ao final, foi aplicado o questionário *Dizziness Handicap Inventory* (DHI) (JACOBSON; NEWMAN, 1990), a fim de investigar e quantificar a autopercepção sobre os efeitos negativos, para a QV, impostos pela tontura. É composto de 25 questões com respostas e pontuação seguintes: “sim” – quatro pontos, “às vezes”- dois pontos e “não”- zero. Avalia o aspecto físico, com escore máximo de 28 pontos e composto de sete questões, o emocional com máxima de 36 pontos e funcional com máxima de 36 pontos compostos de nove questões cada, totalizando 100 pontos. Quanto mais próximo de 100, mais impacto na QV (CASTRO et al., 2007). Considerou-se como classificação de gravidade na pontuação total: de 0-14 não representa restrição; 16-34 indica restrição leve; 36-52 indica restrição moderada; e maior que 54 indica restrição grave (KINNEY; SANDRIDGE; NEWMAN, 1997).

### *Reabilitação Vestibular*

A RV teve início uma semana após a avaliação. Para os sujeitos que apresentaram VPPB-T, foi selecionada a Manobra de reposicionamento de *Epley* para canal posterior (PARNES; AGRAWAL; ATLAS, 2003) e a Manobra de *Lempert* para canalitíase do canal lateral (LEMPERT; TIEL-WILCK, 1996). Após retorno, em uma semana, na permanência dos sinais de VPPB a manobra foi repetida, na ausência dos sinais o sujeito iniciou o protocolo de exercícios.

O protocolo adaptado (Quadro 2) de *Cawthorne-Cooksey* (CAWTHORNE, 1944; COOKSEY, 1946; HERDMAN; CLENDANIEL, 2014; TAGUCHI; BOHLSSEN 2015) foi realizado pelos sujeitos quando: a) apresentaram alteração em algum dos procedimentos citados no método dessa pesquisa; b) após a realização das manobras de posicionamento não apresentarem mais nistagmo característico de VPPB, porém com permanência de queixas vestibulares; c) ausência de alterações nos testes e presença de queixas vestibulares.

Ressalta-se que foram modificados três exercícios: supressão do RVO (C8) - girar em torno do próprio eixo com o braço esticado com o olhar fixo no dedo polegar; equilíbrio com diminuição da base de sustentação (D1); e o terceiro (D3), “caminhar ao redor de uma cadeira jogando uma bola para cima”, do original: “jogar uma bola para uma pessoa que está no centro”, - para possibilitar a realização do exercício

sozinho, bem como contemplar a visão periférica.

#### Quadro 2 – Protocolo abreviado de *Cawthorne-Cooksey*

<p><b>A) Movimento de olhos e cabeça, sentado – primeiro lento, depois rápido:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Olhar para cima e para baixo;</li> <li>2- Olhar para a direita e para a esquerda;</li> <li>3- Aproximar e afastar o dedo, olhando para ele;</li> <li>4- Mover a cabeça (lento e depois rápido) para a direita e para a esquerda com os olhos abertos;</li> <li>5- Mover a cabeça (lento e depois rapidamente) para cima e para baixo com os olhos abertos;</li> <li>6- Repetir 4 e 5 com os olhos fechados.</li> </ol>
<p><b>B) Movimentos de cabeça e corpo, sentado:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- 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);</li> <li>2- Encolher os ombros e fazer movimentos circulares com eles;</li> <li>3- Inclinar para frente e passar um objeto para trás e para frente dos joelhos.</li> </ol>
<p><b>C) Exercícios em Pé:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Repetir A e B2;</li> <li>2- Sentar e ficar em pé; sentar e ficar em pé novamente;</li> <li>3- Sentar e ficar em pé; sentar e ficar em pé novamente com os olhos fechados;</li> <li>4- Ficar em pé, mas girar (dar uma volta para a direita) enquanto de pé;</li> <li>5- Ficar em pé, mas girar (dar uma volta para a esquerda) enquanto de pé;</li> <li>6- Jogar uma bola pequena de uma mão para outra (acima do nível do horizonte);</li> <li>7- Jogar a bola de uma mão para outra embaixo dos joelhos, alternadamente.</li> <li>8- Girar segurando e olhando para um objeto*</li> </ol>
<p><b>D) Movimentos integrados:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Manter um pé adiante em linha reta e olhar para direita e para esquerda*</li> <li>2- Enquanto caminha, olhar para a direita e para a esquerda;</li> <li>3- Caminhar ao redor de uma cadeira que está no centro, jogando uma bola para cima*</li> <li>4- Em pé, em superfície macia:             <ol style="list-style-type: none"> <li>4 a) Marchar sobre a superfície de olhos abertos e depois fechados;</li> <li>4 b) Ficar em um pé só (pé direito e depois esquerdo), com os olhos abertos e depois fechados</li> </ol> </li> </ol>

Legenda: \*Exercício adaptado

Fonte: autora.

As sessões tiveram duração de 40 minutos, bissemanais, totalizando 16 sessões terapêuticas. Em cada semana foram realizados de três a quatro exercícios em ordem crescente de dificuldade, de acordo com o protocolo. Ademais, todos os sujeitos foram orientados a realizar os mesmos exercícios em domicílio, três vezes ao dia, com preenchimento de ficha padronizada.

#### Análise estatística

Primeiramente, a normalidade das variáveis foi testada com o teste *Shapiro-Wilk*. Os dados foram analisados por meio da comparação dos valores de latências,

amplitudes, inter-amplitudes e IA obtidos no cVEMP e oVEMP pré e pós-intervenção, utilizando o Teste de *Wilcoxon*.

Para verificar a correlação entre a gravidade do TCE e as variáveis do VEMP (latências, amplitudes, inter-amplitudes e IA) utilizou-se a Correlação de *Spearman*. Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do aplicativo computacional STATISTICA 9.1, considerando-se o nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

A amostra foi composta por 12 (75,0%) homens e 4 (25,0%) mulheres, com média de 39,31 (mín 22; máx 60;  $\pm 14,13$ ) anos de idade (Tabela 1). Sete (43,8%) sujeitos possuíam de 1-8 anos de escolaridade, sete (43,75%) de 8-12 anos e dois (12,5%) ensino superior. A maioria (13 - 81,25%) estava afastada de sua função no trabalho.

O tempo do TCE foi em média de 11,6 (mín = 1; máx = 36; DP = 9,8) meses. O tempo de internação foi em média de 18,06 (mín = 2; máx = 73; DP = 16,9) dias. Acerca da gravidade do TCE, verificada por meio da ECG, a média foi 12 (mín = 6; máx = 15; DP = 3,1), sendo 8 (50,0%) ECG leve, 6 (37,5%) moderado e 2 (12,5%) grave.

A principal causa de TCE foi a queda (8; 50,0%), das quais 5 (62,5%) de 3 a 6 metros de altura - 4 por acidente ocupacional -, e 3 (37,5%) queda da própria altura. A segunda causa mais frequente foi o acidente de trânsito (5; 31,25%), sendo 3 motoristas de veículo, um motociclista e um atropelamento de pedestre. A terceira causa foi a violência (3; 18,25%), sendo 2 por ferimento de arma de fogo (FAF) e 1 por espancamento. Dos sujeitos, 5 (31,25%), todos homens, estavam alcoolizados no momento da hospitalização, 2 por acidente de trânsito, 2 por violência e 1 por queda.

Os diagnósticos mais frequentes foram traumatismo cerebral difuso e hemorragia epidural. O local da lesão mais frequente foi o lobo temporal (Tabela 1). A maioria dos sujeitos apresentou pelo menos dois diagnósticos concomitantes e em mais de um local.

Tabela 1 – Diagnósticos relacionados ao TCE e local da lesão (n = 16)

Código	Classificações	n (%)
CID 10	S01.7 - Ferimentos múltiplos da cabeça	01 (6,3)
	S06 - Edema cerebral traumático	01 (6,3)
	S06.1 - Concussão cerebral	01 (6,3)
	S06.2 - Traumatismo cerebral difuso	06 (37,5)
	S06.3 - Traumatismo cerebral focal	04 (25,0)
	S06.4 - Hemorragia epidural	06 (37,5)
	S06.5 - Hemorragia subdural	02 (12,5)
	S06.6 - Hemorragia subaracnoide	03 (18,8)
	S06.9 - Traumatismo intracraniano não especificado	05 (31,3)
	S09 - Traumatismo dos vasos sanguíneos da cabeça não classificados em outra parte	03 (18,8)
	S09.9 - Traumatismo não especificado da cabeça	01 (6,3)
Local da lesão	Frontal	09 (56,3)
	Temporal	12 (75,0)
	Parietal	08 (50,0)
	Occipital	05 (31,3)

Quanto à audição, 2 (12,5%) sujeitos apresentaram perda auditiva do tipo mista, de grau leve e moderado na orelha do mesmo lado do TCE (temporal), com recuperação espontânea após as primeiras semanas. Um sujeito (6,3%) apresentou perda auditiva profunda bilateralmente, seguido de protetização; 8 (50%) sujeitos apresentaram zumbido, 6 (75%) de *pitch* agudo e 2 (25%) de *pitch* grave.

Os sujeitos apresentaram múltiplos sintomas vestibulares (Tabela 2). Um (6,3%) sujeito (sexo feminino) que apresentou fotofobia, possuía pupilas anisocóricas, mas esse sinal apresentou-se de forma inconstante; 1 (6,25%) com diplopia vertical usava lentes de prisma, com melhora considerável do sintoma.

Tabela 2 - Sintomas vestibulares e visuais referidos pelos sujeitos da amostra (n = 16).

Sintomas (n - %)	Subtipo	n (%)
Tontura (13 – 81,25)	Espontânea	03 (18,8)
	Desencadeada	10 (62,5)
Vertigem (07 – 43,75)	Espontânea	02 (12,5)
	Desencadeada	05 (31,3)
Sintomas vestibulo-visuais (06 – 37,5)	Oscilopsia	02 (12,5)
	Atraso visual	02 (12,5)
	Desfoque induzido pelo movimento	02 (12,5)
Sintomas posturais (08 – 50)	Instabilidade	04 (25,0)
	Queda*	03 (18,8)
	Pulsão direcional	01 (6,3)
	Quase-queda*	01 (6,3)
Sintomas visuais (07 - 43,75)	Acuidade	06 (37,5)
	Diplopia	02 (12,5)
	Campo visual	02 (12,5)
	Fotofobia	01 (6,3)
	Moscas volantes	01 (6,3)

Legenda: \*Relacionada ao equilíbrio.

Nas Manobras de posicionamento, 5 (31,25%) sujeitos apresentaram nistagmo característico de VPPB-T durante o teste de *Dix-Hallpike*, dos quais 4 (80%) VPPB de CSC posterior e 1 (20%) VPPB de CSC posterior e lateral concomitantemente, verificado pelo *Head Roll Test*. Os sintomas referidos por estes foram: vertigem (4; 80%), tontura (3; 60%), sintomas vestibulo-visuais (3; 60%) e posturais (3; 60%). Quanto à resolutividade do reposicionamento, em 3 (60%) sujeitos, o nistagmo e a vertigem relacionados à VPPB cessaram com uma manobra e em 2 (40%) após duas manobras para o mesmo canal. Nenhum sujeito referiu melhora completa de todos os sintomas apenas com as manobras de posicionamento, dessa forma foram incluídos no programa terapêutico para eliminação ou remissão desses sintomas.

No VEMP, identificaram-se 6 (37,5%) sujeitos com ausência de resposta, no total de 8 orelhas alteradas, sendo 4 alterações unilaterais e 2 bilaterais. No cVEMP observou-se duas ausências unilaterais. No oVEMP houve 2 ausências bilaterais e 2 unilaterais, bem como foram observadas amplitudes reduzidas com latências aumentadas. Após a intervenção, nenhum sujeito apresentou ausência de resposta no cVEMP, e apenas 1 (6,3%) sujeito manteve a ausência de resposta unilateral no oVEMP.

Após a RV, houve redução significativa das latências do cVEMP em quase todas as variáveis, exceto em N23 do lado esquerdo e no índice de assimetria (Tabela 3).

Tabela 3 – Comparação dos resultados obtidos no VEMP cervical pré e pós intervenção (n - 16)

	Pré			Pós			p
	X (DP)	Md	Q1-Q3	X (DP)	Md	Q1-Q3	
P13 D	19,6 (1,7)	19,5	18,0 (21,5)	17,9 (1,5)	17,5	16,8 (18,7)	<0,001
A	22,5 (16,5)	14,8	8,0 (40,0)	47,0 (60,1)	19,3	11,0 (73,0)	0,018
N23 D	27,0 (1,9)	26,9	25,3 (27,8)	25,2 (1,7)	25,2	24,6 (26,2)	0,004
A	25,7 (20,1)	21,4	9,5 (41,7)	52,4 (58,0)	22,9	11,4 (87,8)	0,014
Inter-A	48,2 (35,1)	42,2	17,8 (86,9)	98,6 (117,6)	41,3	21,6 (155,9)	0,013
P13 E	19,2 (1,5)	19,3	17,7 (20,2)	18,8 (1,5)	18,6	17,4 (19,8)	0,033
A	23,2 (23,5)	12,5	10,0 (34,8)	46,8 (52,9)	20,4	13,0 (72,7)	0,003
N23 E	26,9 (2,5)	26,5	24,8 (28,5)	25,8 (1,6)	25,7	24,5 (26,3)	0,055
A	25,4 (21,1)	18,4	13,1 (36,7)	50,2 (51,7)	23,2	13,5 (88,6)	0,005
Inter-A	48,6 (43,7)	31,1	23,0 (76,8)	97,6 (104,0)	44,5	26,8 (166,2)	0,005
IA%	24,2 (32,0)	11,4	5,9 (24,4)	12,2 (9,0)	9,48	6,3 (16,5)	0,180

Legenda: X - média; DP - desvio padrão; Md - Mediana; Q1-Q3 - intervalo interquartil; D - direita; E - esquerda; A - amplitude; IA% - índice de assimetria

Teste de *Wilcoxon*  $p \leq 0,05$

No oVEMP, houve redução significativa do índice de assimetria após RV, mas não das outras variáveis, apenas melhora observável por médias e medianas, sem significância estatística (Tabela 4).

Tabela 4 – Comparação dos resultados obtidos no VEMP ocular pré e pós intervenção (n=16)

(n)	Pré			Pós			<i>p</i>
	X-SD	Md	Q1-Q3	X-SD	Md	Q1-Q3	
N10 D	13,6 (1,1)	13,5	12,5-14,2	13,3 (1,1)	13,4	13,0 (14,1)	0,678
A	3,1 (3,9)	1,7	1,0 (2,8)	3,0 (3,4)	2,0	1,0 (3,9)	0,594
P15 D	17,7 (1,4)	17,8	16,8 (18,8)	17,1 (1,6)	17,4	16,5 (18,3)	0,515
A	3,9 (5,1)	2,0	1,2 (3,4)	4,0 (4,3)	2,8	1,3 (5,3)	0,286
Inter-A	7,0 (9,0)	3,4	2,2 (6,2)	7,0 (7,6)	5,3	2,3 (8,4)	0,286
N10 E	13,8 (1,2)	13,8	12,7 (14,8)	13,6 (1,4)	13,9	12,7 (14,3)	0,499
A	3,2 (2,0)	2,9	1,4 (4,0)	3,1 (1,8)	2,7	2,1 (3,8)	0,192
P15 E	17,9 (1,4)	17,7	16,7 (18,6)	17,3 (1,7)	17,2	16,8 (17,7)	0,327
A	3,6 (2,4)	3,6	1,2 (4,5)	3,4 (2,0)	2,7	1,7 (4,9)	0,260
Inter-A	6,8 (4,3)	6,6	2,6 (7,7)	6,4 (3,8)	5,4	3,3 (8,8)	0,173
IA%	45,4 (33,9)	37,7	14,1 (64,7)	28,1 (23,7)	22,1	11,4 (35,2)	0,008

Legenda: X - média; DP - desvio padrão; Md - Mediana; Q1-Q3 - intervalo interquartil; D - direita; E - esquerda; A - amplitude; IA% - índice de assimetria

Teste de Wilcoxon  $p \leq 0,05$

Na avaliação da restrição de participação observou-se restrição de grau leve em 4 (25,0%) sujeitos, moderado em 3 (18,8%) e severo em 9 (56,3%). Houve melhora significativa dos aspectos individuais e escore geral do DHI após a RV (Tabela 5).

Tabela 5 - Comparação dos resultados do *Dizziness Handicap Inventory* pré e pós intervenção (n=16)

	Pré			Pós			<i>p</i>
	X (DP)	Md	Q1-Q3	X (DP)	Md	Q1-Q3	
<b>Físico</b>	13,1 (6,6)	12,0	8-17	5,1(5,0)	4,0	1-8	<0,001
<b>Emocional</b>	18,1 (8,9)	19,0	11-25	7,5 (7,1)	6,0	2-14	<0,001
<b>Funcional</b>	21,8 (8,6)	21,0	15-30	9,9 (7,1)	6,0	4-16	<0,001
<b>Total</b>	52,9 (21,2)	56,0	36-70	22,6 (17,2)	22,0	7-35	<0,001

Legenda: X - média; DP - desvio padrão; Md - mediana; Q1-Q3 - intervalo interquartil

Teste de Wilcoxon  $p \leq 0,05$

Não houve correlação significativa entre a gravidade do TCE medida pela ECG e as variáveis analisadas no VEMP ( $p > 0,05$ ). No Quadro 2, pode-se vislumbrar as alterações apresentadas por cada sujeito da pesquisa.

Quadro 2 – Resumo das alterações observadas em cada avaliação dos sujeitos da pesquisa (n = 16)

Testes	Sujeitos															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
VPPB	X		X	X			X				X					
cVEMP		X	X	X	X	X			X					X		
oVEMP	X	X	X				X		X			X		X		X
DHI	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Legenda: VPPB – Vertigem Posicional Paroxística Benigna; DHI – *Dizziness Handicap Inventory*

## DISCUSSÃO

A amostra foi composta principalmente por sujeitos do sexo masculino, confirmando estudos anteriores que, apesar de diferenças metodológicas, descrevem essa prevalência (AREAS et al., 2019; CONSTÂNCIO et al., 2018; POGORZELSKI et al., 2018; WATANITANON et al., 2018). O TCE, diferentemente das doenças no geral (RUBIANO et al., 2015), é um evento proveniente, principalmente, do comportamento humano. Essa prevalência reiterada sinaliza que homens ainda prevalecem em profissões e funções que predispõe aos acidentes de trabalho, especialmente as quedas, que assumem mais comportamentos de risco no trânsito e que reproduzem relações violentas com mais recorrência.

A média de idade assemelhou-se a resultados brasileiros anteriores, que trazem a faixa etária dos 30 aos 39 anos como a mais frequente nessa população (AREAS et al., 2019; CONSTÂNCIO et al., 2018; POGORZELSKI et al., 2018). A principal causa de TCE nesse estudo foi a queda, que está entre as principais causas na maioria dos estudos revisados (AREAS et al., 2019; CONSTÂNCIO et al., 2018; JIANG et al., 2019; POGORZELSKI et al., 2018; ŠARKIĆ et al., 2020). Estas são mais



prevalentes nos grupos de crianças e idosos (POZZATO et al., 2019). Faz-se necessário destacar que no Brasil são frequentes as quedas de lugares altos (lajes), menos comuns nas estatísticas internacionais (ANDERLE et al. 2010). Destaca-se que 5 (31,3%) sujeitos, do sexo masculino, estavam sob efeito de álcool no momento da hospitalização. O uso de álcool e outras drogas é um importante fator de associação ao TCE (POZZATO et al., 2019), sobretudo entre os homens, com maior envolvimento com comportamentos de risco e violência (OLIVERIO; KARELINA; WEIL, 2020).

As alterações oculares e visuais são frequentes no TCE e atingem custos substanciais em populações específicas (FRICK; SINGMAN, 2019). Os sintomas visuais identificados nesse estudo podem ter origem em danos no nervo óptico ou na via aferente, a saber, trato óptico, núcleo geniculado lateral e córtex visual, nos nervos oculomotores e via eferente ou, ainda, danos à retina (DAS et al., 2019). A diminuição da acuidade visual unilateral, bem como defeito pupilar aferente podem ter origem em lesão do segmento orbital, intra-canalicular ou intracraniano do nervo óptico (ATKINS et al., 2008). A avulsão traumática do nervo óptico pode causar perda visual, desconforto, dor e aumento da pressão ocular. A transecção do nervo leva à visão dupla, diminuição da visão e fotossensibilidade. A hemorragia orbital pode ocasionar dor, perda da visão e visão dupla. O enfisema orbitário deve causar dor e visão dupla (VENTURA; BALCER; GALETTA, 2014; SEN, 2017).

Ademais, lesões axonais difusas infra ou supratentoriais, sem danos nas órbitas, também podem ocasionar alguns sintomas e sinais observados (DENG; DAVIS; MUNIZ-RODRIGUEZ, 2019). Além das vias visuais, os sintomas vestibulares observados e os resultados identificados na avaliação trazem à luz possíveis danos estruturais ao labirinto e suas vias (KNOLL et al., 2019). Além disso, não se descartam situações como a agnosia vestibular que podem mascarar estados clínicos (CALZOLARI et al., 2021).

A VPPB-T, observada em 31,3% nesta amostra, é o déficit vestibular periférico mais frequentemente identificado após o TCE, principalmente no canal posterior (ŠARKIĆ et al., 2020). Entre os casos de VPPB, os eventos traumáticos representam cerca de 23% do total (PISANI et al., 2015). Não há critérios compartilhados para diagnosticar a VPPB-T, sendo definida por alguns autores pelo início dos sintomas dentro de três dias após o TCE, enquanto outros estendem esse tempo para três meses (ARON et al., 2015).

O envolvimento de dois canais, multicanais ou bilateral foi documentado na literatura (CESARE et al., 2020; NOGI; SCHUBERT, 2021). Dos 5 sujeitos com VPPB, 4 (80%) apresentaram alterações no cVEMP ou oVEMP. Alguns estudos revelam que a VPPB pode alterar as respostas do VEMP, sobretudo do oVEMP, provavelmente devido à disposição anatômica do utrículo (CENGIZ et al., 2020; LONGRIDGE; MALLINSON, 2018; NAVARRO; ALVEAR, 2011). Porém, no TCE, devem ser consideradas as alterações mistas (SKÓRA et al., 2018), particularidades no deslocamento das otocônias, trauma do vestíbulo, alterações concomitantes da via vestíbulo-ocular, como as visuais descritas nesse estudo.

Acredita-se que na VPPB idiopática pelo envolvimento bilateral do neuroepitélio macular, o processo fisiopatológico começa com a degeneração da membrana neuroepitelial e continua com a separação das otocônias (KARATAŞ et al., 2016). Diferentemente da VPPB-T, na qual essa separação ocorre de forma abrupta com lesões em diferentes estruturas do labirinto.

Resultados anteriores mostram que a VPPB-T não é condição determinante de alterações no VEMP. Não obstante, as anormalidades do oVEMP são significativamente maiores na VPPB recorrente do que VPPB não recorrente após TCE. Assim, a disfunção utricular secundária pode ser uma patogênese potencial de recorrência da VPPB-T (CHEN et al., 2019).

Os casos de alteração no VEMP, sem VPPB, podem ser explicados por evidências histopatológicas pós-TCE descritas na literatura, tais como diminuição de até 59% na contagem média de células ganglionares de Scarpa; degeneração leve a grave das máculas utricular e sacular; hidropisia vestibular e bloqueio do ducto endolinfático (KNOLL et al., 2019).

A função sacular anormal foi observada em 43,8% da amostra geral, o que foi consoante com a literatura, que inclui ausência de ondas, latências atrasadas, diminuição das amplitudes e aumento do índice de assimetria (FELIPE; SHELTON, 2020; JAFARZADEH; POURBAKHT; BAHRAMI, 2020; LONGRIDGE; MALLINSON, 2018).

A avaliação da função utricular mostrou ausência de respostas, latências aumentadas, amplitude reduzida e índice de assimetria alterado. As lesões no fascículo longitudinal medial, via final comum para todos os movimentos oculares horizontais de adução conjugada, é um caminho importante para o RVO. Os déficits

produzirão oscilopsia vertical com qualquer movimento vertical da cabeça, movimentos sacádicos desconjugados, instabilidade do olhar e oscilopsia horizontal ou vertical aos movimentos de cabeça (AW et al., 2017).

Assim, é importante não limitar a origem das alterações do oVEMP à função utricular, uma vez que o reflexo depende da atividade motora, ou seja, da integridade da via eferente, a qual pode ser perturbada pelas alterações visuais e oculomotoras do TCE. Portanto, a frequência maior de alterações do oVEMP, nos casos de TCE, deve ser analisada considerando a presença da VPPB-T, mas também dos sintomas visuais que acusam um provável envolvimento da via óptica e da oculomotricidade. Posto isso, destaca-se que os exercícios oculomotores e oculocefálicos proporcionaram melhora significativa do RVO, com o surgimento de ondas ausentes.

Nesse estudo, não houve correlação significativa entre a gravidade do TCE e os resultados do VEMP, ou seja, mesmo os casos leves foram capazes de gerar disfunções otolíticas importantes que, associadas a outros déficits, podem colaborar para o surgimento de sintomas vestibulares multifatoriais e de difícil diagnóstico.

A RV foi efetiva na diminuição ou resolução do atraso nas latências, aumento das amplitudes bilateralmente, mas não no índice de assimetria do cVEMP de forma significativa, uma vez que as amplitudes das ondas aumentaram proporcionalmente. No oVEMP observou-se o contrário, diferença significativa apenas na diminuição do índice de assimetria, que pode estar relacionado à quantidade de ondas ausentes unilaterais nesse teste, limitando a análise pré-intervenção, e ao surgimento das mesmas após a RV.

De maneira geral, os sujeitos da presente pesquisa tiveram boa recuperação da função otolítica após a RV, mesmo nos casos com ausência de respostas uni ou bilaterais, os quais dificultam a compensação (CURTHOYS; HALMAGYI 2013; KONTOS et al., 2018; LONGRIDGE; MALLINSON, 2018).

Destaca-se que além das sessões terapêuticas presenciais, os sujeitos da pesquisa foram orientados e estimulados a realizar diariamente o protocolo de exercícios em domicílio, preenchido com a ficha padronizada, entre as sessões, o que provavelmente otimizou as respostas reflexas vestibulares e a integração sensorial, reduzindo a restrição de participação causada pela tontura.

Os sintomas referidos e alterações detectadas no presente estudo podem impactar negativamente a QV em vários aspectos e áreas específicas, como recreação, educação, trabalho e nos relacionamentos (WAGENER; KREIGER, 2019).

O DHI demonstrou uma restrição de participação maior no domínio funcional, ao encontro dos resultados de outros autores (JAFARZADEH; POURBAKHT; BAHRAMI, 2020). As terapias que incluem movimentos fisiológicos de olho-cabeça são eficientes na redução da gravidade de muitos sintomas relacionados à síndrome pós-concussão, principalmente relacionados à saúde mental e física (CARRICK et al., 2017). Esse fato pode ser observado no presente estudo, no qual constatou-se diminuição significativa em todos os escores do DHI, bem como no escore geral, o que confere melhor QV aos sujeitos.

## CONCLUSÃO

Os sujeitos apresentaram sintomas vestibulares, vestibulo-visuais, posturais e visuais. Os potenciais evocados miogênicos vestibulares cervicais e oculares evidenciaram alterações nas vias vestibulocervical e vestibulo-ocular independente da gravidade do TCE, com significativa melhora dos valores de latência e amplitude no cVEMP e do índice de assimetria no oVEMP, diminuição de casos alterados, bem como diminuição da restrição da participação causada pela tontura após a intervenção.

## REFERÊNCIAS

AKIN, F. W. et al. The effect of noise exposure on the vestibular evoked myogenic potential. **Ear & Hearing**, v. 33, n. 4, p. 458-465, 2012.

AKIN, F. W. et al. Vestibular consequences of mild traumatic brain injury and blast exposure: a review. **Brain Injury**, v. 31, n. 9, 1188-1194, 2017. doi: 10.1080/02699052.2017.1288928

ANDERLE, D. V. et al. Epidemiological evaluation of patients with spinal cord injury treated surgically on the Hospital "Professor Carlos da Silva Lacaz". **Coluna/Columna**, v.9, n. 1, p. 58-61, 2010.

AREAS, F. Z. et al. Predictors of hospital mortality and the related burden of disease in severe traumatic brain injury: a prospective multicentric study in Brazil. **Frontiers in Neurology**, v. 10, n. 432, p. 1-8, 2019. doi: 10.3389/fneur.2019.00432. eCollection 2019.

ARON, M. et al. Symptom Resolution Rates of Posttraumatic versus Nontraumatic Benign Paroxysmal Positional Vertigo: A Systematic Review. **Otolaryngology-Head and Neck Surgery**, v. 153, n. 5, p. 721-730, 2015. doi:10.1177/0194599815594384

ATKINS, E. J.; NEWMAN, N. J.; BIOUSSE, V. Post-traumatic visual loss. **Rev Neurol Dis**, v. 5, p. 73-81, 2008.

AW, S. T. et al. Vestibulo-ocular reflex deficits with medial longitudinal fasciculus lesions. **J Neurol**, v. 264, p. 2119-2129, 2017. doi: 10.1007/s00415-017-8607-8

BHATTACHARYYA, N. et al. Clinical Practice Guideline: Benign Paroxysmal Positional Vertigo (Update), **Otolaryngology–Head and Neck Surgery**, v. 156, n. 3S, S1-S47, 2017.

BRASIL. Ministério da saúde. **Projeto olhar Brasil. Triagem de acuidade visual: Manual de orientação**. Ministério da Saúde, Ministério da Educação – Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

BRUCKI, S. M. D., et al. Sugestões para o uso do miniexame do estado mental no Brasil. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 61, 2003.

CALZOLARI, E. et al. Vestibular agnosia in traumatic brain injury and its link to imbalance. **Brain**, v. 144, n. 1, p. 128-143, 2021. doi: 10.1093/brain/awaa386.

CARRICK, F. R. et al. Head-eye vestibular motion therapy affects the mental and physical health of severe chronic postconcussion patients. **Frontiers in Neurology**, v. 8, n. 414, p. 1-16, 2017. doi: 10.3389/fneur.2017.00414

CASTRO, A. S. O. et al. Brazilian version of the Dizziness Handicap Inventory. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v. 19, n. 1, p. 97-104, 2007.

CAWTHORNE, T. The physiological basis for head exercises. **J Chartered Soc Physiother**, v. 3, p. 106-107, 1944.

CENGIZ, D. U. et al. Evaluation of utricular and saccular function in BPPV patients: The role of VEMP in diagnosis. **Annals of Medical Research**, v. 27, n. 10, 2020.

CESARE, T. D. et al. Traumatic benign paroxysmal positional vertigo: personal experience and comparison with idiopathic BPPV. **Int J Audiol**, v. 60, n. 5, p. 393-397, 2020. doi: 10.1080/14992027.2020.1821253

CHEN, G. et al. Otolith dysfunction in recurrent benign paroxysmal positional vertigo after mild traumatic brain injury. **Acta Oto-Laryngologica**, v. 139, n. 1, p. 18-21, 2019. doi: 10.1080/00016489.2018.1562214

CONSTÂNCIO, J. F. et al. Clinical-epidemiological profile of individuals with traumatic brain injury history. **Rev Baiana Enferm**, v. 32, n. e28235, 2018.

CRAMPTON, A. et al. Vestibular-Ocular Reflex Dysfunction Following Mild Traumatic Brain Injury: A Narrative Review. **Neurochirurgie**, v. 67, n. 3, p. 231-237, 2021.

COOKSEY, F. S. Rehabilitation in vestibular injuries. **Proc R Soc Med**, v. 39, p. 273-278, 1946.

CURTHOYS, I. S.; HALMAGYI, G. M. Multisensory interaction and vestibular compensation. In: Bronstein, A. ed. **Oxford Textbook of Vertigo and Imbalance**. Oxford: Oxford University Press, p. 63-68, 2013.

DAS, M. et al. Vision impairment after traumatic brain injury: present knowledge and future directions. **Rev Neurosci**, v. 30, n. 3, p. 305-315, 2019. doi: 10.1515/revneuro-2018-0015

DENG, Z.; DAVIS, J.; MUNIZ-RODRIGUEZ, F. Traumatic oculomotor nerve palsy: Unique case of isolated mydriasis and ptosis following head injury. **Interdisciplinary Neurosurgery**, v. 16, p. 1-2, 2019. doi: 10.1016/j.inat.2018.11.001

DOMINGUES, R.; WASEEM, M. Dix-Hallpike Maneuver. In: GANTI, L. **Atlas of Emergency Medicine Procedures**. New York: Springer, 2016.

FAUL, M. et al. Traumatic brain injury in the United States: emergency department visits, hospitalizations and deaths 2002–2006. **Atlanta (GA): Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Injury Prevention and Control**; 2010.

FELIPE, L.; SHELTON, J. A. The clinical utility of the cervical vestibular-evoked myogenic potential (cVEMP) in university-level athletes with concussion. **Neurological Sciences**, v. 42, p. 2803-2809, 2021. doi: 10.1007/s10072-020-04849-w

FOLSTEIN, M. F.; FOLSTEIN, S.E.; McHUGH, P. R. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. **Journal of Psychiatric Research**, v. 12, n. 3, p. 189-98, 1975. doi:10.1016/0022-3956(75)90026-6

FRICK, K. D.; SINGMAN, E. L. Cost of military eye injury and vision impairment related to Traumatic Brain Injury: 2001-2017. **Military Medicine**, v. 184, n. 5/6, p. e493, 2019. doi: 10.1093/milmed/usy420.

HAMMERLE, M. et al. Retrospective Review: Effectiveness of Cervical Proprioception Retraining for Dizziness After Mild Traumatic Brain Injury in a military population with abnormal cervical proprioception. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 42, n. 6, 399-406, 2019. doi: 10.1016/j.jmpt.2018.12.002

HERDMAN, S. J.; CLENDANIEL, R. A. **Vestibular rehabilitation**. 4th ed. Philadelphia, PA: F. A. Davis Company, 2014.

JACOBSON, G. P.; NEWMAN, C. W. The Development of the Dizziness Handicap Inventory. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 116, n. 4, p. 424-427, 1990.

JAFARZADEH, S.; POURBAKHT, A.; BAHRAMI, E. Vestibular Assessment in Patients with Persistent Symptoms of Mild Traumatic Brain Injury. **Indian J Otolaryngol Head Neck Surg**, 2020. doi: 10.1007/s12070-020-02043-0

JERGER, J. et al. Studies in impedance audiometry. **Arch Otolaryngol**, v. 96, p. 513-523, 1972.

JIANG, J-Y. et al. Traumatic brain injury in China. **Lancet Neurol**, v. 18, n. 3, p. 286-295, 2019. doi: 10.1016/S1474-4422(18)30469-1.

KARATAŞ, A. et al. Evaluation of Cervical Vestibular-Evoked Myogenic Potential Findings in Benign Paroxysmal Positional Vertigo. **J Int Adv Otol**, v. 12, n. 3, p. 316-320, 2016. doi: 10.5152/iao.2016.2170

KERR, A. G.; BYRNE, J. E. Concussive effects of bomb blast on the ear. **J Laryngol Otol**, v. 89, n. 2, p. 131-143, 1975.

KINNEY, S. E.; SANDRIDGE, S. A.; NEWMAN, C. W. Long-term effects of Meniere's disease on hearing and quality of life. **Am J Otol**, v. 18, p. 67-73, 1997.

KNOLL, R. M. et al. Peripheral Vestibular System Histopathologic Changes following Head Injury without Temporal Bone Fracture. **Otolaryngology – Head and Neck Surgery**, v. 160, n. 1, p. 122-130, 2019. doi: 10.1177/0194599818795695

KONTOS, A. P. et al. Preliminary Evidence for Improvement in Symptoms, Cognitive, Vestibular, and Oculomotor Outcomes Following Targeted Intervention with Chronic mTBI Patients. **Military Medicine**, v. 183, n. 1, p. 333-338, 2018. doi: 10.1093/milmed/usx172.

LEMPERT, T.; TIEL-WILCK, K. A Positional Maneuver for Treatment of Horizontal-Canal Benign Positional Vertigo. **Laryngoscope**, v. 106, n. p. 476-478, 1996.

LONGRIDGE, N. S.; MALLINSON, A. I. Tone-induced cervical and ocular vestibular-evoked myogenic potentials: comparing abnormalities in traumatic and non-traumatic vestibular disease. **The Journal of Laryngology & Otology**, v. 132, n. 10, p. 906-910, 2018. doi: 10.1017/S002221511800172X

MANZARI, L. et al. Ocular and cervical vestibular-evoked potentials to bone conducted vibration in Ménière's disease during quiescence vs during acute attacks. **Clin Neurophysiol**, v. 121, p. 1092-1101, 2010.

MENON, S. Patterns and predictors of isolated oculomotor nerve palsy recovery following mild traumatic brain injury. **Indian Journal of Clinical and Experimental Ophthalmology**, v. 5, n. 3, p. 343-347, 2019.

MEREZHINSKAYA, N. et al. Visual deficits and dysfunctions associated with Traumatic Brain Injury: A Systematic Review and Meta-analysis. **Optom Vis Sci**, v. 96, n. 8, p. 542-555, 2019.

MURRAY, D. A.; MELDRUM, D.; LENNON, O. Can vestibular rehabilitation exercises help patients with concussion? A systematic review of efficacy, prescription and progression patterns. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 5, p. 442-451, 2017. doi: 10.1136/bjsports-2016-096081

NAVARRO, J. P.; ALVEAR, D. M. G. Potenciales evocados miogénicos vestibulares, estado del arte. **Acta Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello**, v. 39, n. 4, p. 225-235,

2011. doi: 10.37076/acorl.v39i4.256

NOGI, A.; SCHUBERT, M. C. Complex nystagmus in traumatic benign paroxysmal positional vertigo: A case study on the critical value of knowing semicircular canal excitation and inhibition patterns. **J Otol**, v. 16, n. 3, p. 199-204, 2021. doi: 10.1016/j.joto.2021.01.004

OLIVERIO, R.; KARELINA, K.; WEIL, Z. M. Sex, Drugs, and TBI: The Role of Sex in Substance Abuse Related to Traumatic Brain Injuries. **Frontiers in Neurology**, v. 11, n. 546775, p. 1185-1190. doi: 10.3389/fneur.2020.546775

PARNES, L. S.; AGRAWAL, S. K.; ATLAS, J. Diagnosis and management of benign paroxysmal positional vertigo (BPPV). **CMAJ**, v. 169, n. 7 p. 681-693, 2003.

PISANI, V. et al. A survey of the nature of trauma of post-traumatic benign paroxysmal positional vertigo. **International Journal of Audiology**, v. 54, n. 5, p. 329-333, 2015. doi: 10.3109/14992027.2014.989454

POGORZELSKI, G. F. et al. Epidemiology, prognostic factors, and outcome of trauma patients admitted in a Brazilian intensive care unit. **Open Access Emerg Med**, v. 10, p. 81-88, 2018. doi: 10.2147/OAEM.S162695

POZZATO, I. et al. Epidemiology of hospitalised traumatic brain injury in the state of New South Wales, Australia: a population-based study. **Australian and New Zealand Journal of Public Health**, v. 43 n. 4, p. 382-388, 2019.

RUBIANO, A. M. et al. Global neurotrauma research challenges and opportunities. **Nature**, v. 527, p. S193-197, 2015.

ŠARKIĆ, B. et al. Frequency of peripheral vestibular pathology following traumatic brain injury: a systematic review of literature. **International Journal of Audiology**, v. 60, n. 7, p. 479-494, 2020. doi: 10.1080/14992027.2020.1811905

SEN, N. An insight into the vision impairment following traumatic brain injury. **Neurochem Int**, v. 111, 103-107, 2017. doi: 10.1016/j.neuint.2017.01.019.

SKÓRA, W. et al. Vestibular system dysfunction in patients after mild traumatic brain injury. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, v. 25, n. 4, p. 665-668, 2018. doi:10.26444/aaem/81138.

TAGUCHI, C. K.; BOHLSSEN, Y. A. Reabilitação Vestibular. In: BOÉCHAT, E. M. (Org.). **Tratado de Audiologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.

TIRELLI, G.; RUSSOLO, M. 360-Degree canalith repositioning procedure for the horizontal canal. **Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 131, p. 740-746, 2004.

VENTURA, R. E.; BALCER, L. J.; GALETTA, S. L. The neuroophthalmology of head trauma. **Lancet Neurol**, v. 13, p. 1006-1016, 2014. doi: 10.1016/S1474-4422(14)70111-5



WAGENER, S. G.; KREIGER, R. Participation and quality of life for persons with oculomotor impairments after acquired brain injury. **American Journal of Occupational Therapy**, v. 73, n. 4, p. 1-10, 2019. doi: 10.5014/ajot.2019.73S1-RP104A

WATANITANON, A. et al. Clinical epidemiology of adults with Moderate Traumatic Brain Injury. **Critical Care Medicine**, v. 46, p. 781-787, 2018. doi: 10.1097/CCM.0000000000002991

## 6 DISCUSSÃO GERAL

Os dados sociodemográficos da presente amostra, apesar dos critérios de inclusão, reforçam o perfil de maior predisposição para sofrer um evento traumático, a saber, homens (AREAS et al., 2019; CONSTÂNCIO et al., 2018; MAEGELE et al., 2019; MUNIVENKATAPPA et al., 2016; POGORZELSKI et al., 2018; WATANITANON et al., 2018) jovens ou ainda na fase adulta (AREAS et al., 2019; CONSTÂNCIO et al., 2018; POGORZELSKI et al., 2018). O comportamento, seja ele laboral, nas relações interpessoais ou formas de locomoção, predispõe as pessoas aos acidentes ou intercorrências que levam ao TCE. Buscar esses perfis epidemiológicos auxilia na tomada de decisão dentro das políticas públicas, com ênfase para a prevenção de acidentes em saúde do trabalhador, ações de conscientização para um trânsito seguro, bem como as políticas de educação voltadas para a diminuição da violência, sobretudo considerando as questões de gênero.

A queda, principal causa dessa pesquisa, é uma das causas mais frequentes na literatura (AREAS et al., 2019; JIANG et al., 2019; POGORZELSKI et al., 2018; ŠARKIĆ et al., 2020). Normalmente, são mais prevalentes nos grupos de crianças e idosos (POZZATO et al., 2019). Entretanto, no Brasil são muito frequentes as quedas de lajes e telhados, incomuns nas estatísticas internacionais (ANDERLE et al., 2010). O uso de álcool por 31,3% da amostra, no momento da hospitalização, é um fator reconhecido de associação ao TCE (POZZATO et al., 2019).

Os sintomas vestibulo-visuais referidos nesta pesquisa indicam envolvimento do labirinto e suas vias, mas também da percepção visual e oculomotricidade. As vias visuais possuem projeções por toda extensão cortical e estruturas subcorticais conectadas por tratos de substância branca. Essa complexidade estrutural proporciona precisão, mas também grande vulnerabilidade a lesões (CRAMPTON et al., 2021).

A melhora dos reflexos vestibulares foi constatada na diminuição das alterações na avaliação funcional, tanto nos testes de equilíbrio estático, quanto de equilíbrio dinâmico, principalmente de olhos fechados. Houve poucas alterações de coordenação motora, uma vez que esta deve ser menos afetada do que a estabilidade postural nos casos de TCE (KUNKER; PETERS; MOHAPATRA, 2020).

O TOS evidenciou dificuldade de integração envolvendo os três sistemas avaliados. As pessoas com sequelas crônicas de TCE possuem uma capacidade

diminuída de perceber mudanças na oscilação induzida por perturbação (PILKAR et al., 2020), o que pode predispor o sujeito às oscilações e quedas, mesmo sem o envolvimento direto do sistema musculoesquelético. Apesar disso, houve melhora significativa no pós-intervenção na presente pesquisa.

O envolvimento da via corticoreticular, que medeia principalmente a musculatura proximal e axial, e do trato corticoespinal, que controla, sobretudo, os músculos distais, no TCE podem gerar instabilidade postural (JANG et al., 2016), tais como os sintomas posturais e alterações no sistema somatossensorial identificados na presente pesquisa. Assim, o treinamento com exercícios funcionais utilizando movimentos voluntários pode ter provocado maior integração sensorial, uma vez que ativa constantemente essas vias.

O sistema visual apresentou o melhor escore, apesar das queixas visuais, ratificando estudo anterior (ROW et al., 2019). Quando é possível tratar com lentes corretivas, inclusive as diplopias, com prismas (FOX; KOONS; DANG, 2019; ROSNER et al., 2016), essas alterações interferem menos na manutenção do equilíbrio e na RV. Em contrapartida, a preferência visual apresentou um dos escores mais baixos, semelhante à pesquisa prévia (JAFARZADEH; POURBAKHT; BAHRAMI, 2020). A preferência visual é avaliada durante a perturbação ou conflito sensorial. Nesses casos, mesmo com boa acuidade, surgem sintomas vestibulo-visuais durante o automovimento ou movimento do seu entorno. Essa sensibilidade é frequente nesta população (CIUFFREDA; LUDLAM; YADAV, 2015), desencadeada como resposta a um estímulo visual móvel (objetos ou ambiente), especialmente abrangendo o campo visual periférico, levando à sensação de desequilíbrio, tontura, desorientação e até sintomas neurovegetativos (CIUFFREDA, 1999; GALLOP, 2014) semelhantes à cinetose.

As lesões difusas podem alterar a sensibilidade visual em determinadas modalidades de estímulos relacionadas às regiões corticais (EL-SHAMAYLEH; MOVSHON, 2011; HAYES; MERIGAN, 2007; LARSSON; HEEGER; LANDY, 2010). Essas alterações envolvem o aumento da sensibilidade para estímulos de movimento e diminuição para estímulos definidos por orientação e por contraste (SPIEGEL et al., 2016), perturbando o *feedback* visual importante para integração sensorial.

No pós-intervenção, o sistema visual em situação de sobrecarga apresentou aumento significativo, isto é, a reorganização funcional estimulada pela RV diminuiu o conflito gerado. Ressalta-se que houve melhora das habilidades oculomotoras, o que,

segundo a literatura, pode contribuir para a redução da sensibilidade visual ao movimento (KONTOS et al., 2018).

Acerca do desempenho vestibular, tanto na posturografia quanto nas provas vestibulares da VENG houve melhora significativa. Os exercícios da RV operam a partir de mecanismos de adaptação e acomodação dos estímulos, bem como pela substituição das respostas ausentes por outras modalidades, como ajustes oculomotores e dos reflexos espinais. Isso atenua efetivamente o déficit vestibular, reduzindo os sintomas vestibulo-visuais, por meio de uma pré-programação dos movimentos oculares - sacadas corretivas - durante o movimento da cabeça, neutralizando seu RVO inadequado aos movimentos de rotação (BLACK et al., 2005, HERDMAN; CLENDANIEL, 2014).

Os casos de alteração do equilíbrio com função vestibular periférica preservada podem ter origem nos centros de integração, sugerindo uma plasticidade cerebral mal adaptada (TROFIMOVA et al., 2021). Outra provável hipótese é a da agnosia vestibular, por lesão na substância branca no lobo temporal direito, bem como por falta de diagnóstico clínico, uma vez que esses pacientes podem negligenciar essas alterações (CALZOLARI et al., 2020). Destaca-se que essa região cerebral foi frequentemente afetada na presente pesquisa.

A oculomotricidade envolve múltiplas áreas corticais e subcorticais, as quais podem ser significativamente menos ativadas após lesões traumáticas (ROCKSWOLD et al., 2019), causando sequelas funcionais complexas. Nesses casos, as terapias de movimentos oculocefálicos apresentam resultados promissores com diminuição da gravidade dos sintomas (CARRICK et al., 2017).

O sistema sacádico, alterado em 31,25% da amostra ao encontro de outros estudos (CAPO-APONTE et al., 2012; MASTER et al., 2016), dirige a fóvea para objetos de interesse, de um ponto de fixação a outro, de forma extremamente rápida, calculada involuntariamente, mas suscetível a estados patológicos (ETTINGER et al., 2018; KANDEL et al., 2014), além de existir uma possível relação com o sistema de vergência (GIBALDI; BANKS, 2019). Assim, além dos exercícios de sacada, os exercícios envolvendo a vergência, na presente pesquisa, podem ter otimizado indiretamente o desempenho em sacadas.

Diferentemente das sacadas, o sistema de rastreo é utilizado para movimentos de baixa frequência (LEIGH; ZEE, 2006), permitindo a manutenção da imagem nítida

na fóvea de um objeto em movimento lento e estável, pois calcula a rapidez de um alvo, movendo os olhos na mesma velocidade (KANDEL et al., 2014). Se o alvo se mover em velocidade diferente da prevista, provocará uma sacada para trazer a imagem para a fóvea. Por conseguinte, a presença de sacadas durante o rastreo pode indicar falhas no cálculo da velocidade, como sequela do TCE (CHEEVER et al., 2018). Os resultados sobre o rastreo pendular identificados neste estudo reforçam achados pregressos de avaliação (JAFARZADEH; POURBAKHT; BAHRAMI, 2020; KELLY et al., 2018; MARUTA et al., 2017) e de reabilitação (KONTOS et al., 2018), com melhora do traçado obtido e redução de casos alterados.

A assimetria nos movimentos optocinéticos foi documentada por outros autores em diferentes velocidades e períodos após lesão (CHEEVER et al., 2018; KELLY et al., 2018). Neste estudo, a RV proporcionou aumento significativo da simetria nos movimentos optocinéticos. Alguns autores sugerem que o TCE pode comprometer o mecanismo de armazenamento de velocidade (BERTOLINI et al., 2021).

A ocorrência da disfunção vestibular na prova calórica foi semelhante à literatura revisada (ŠARKIĆ et al., 2020). Evidenciou-se, em estudo anterior, que as mudanças histopatológicas em sujeitos com TCE envolvem diminuição de células ganglionares de Scarpa, degeneração moderada a grave do labirinto membranoso identificada nos canais posterior, superior e lateral, hidropisia vestibular e bloqueio do ducto endolinfático (KNOLL et al., 2019). Assim, os sintomas vestibulo-visuais e a própria disfunção vestibular podem originar-se em lesões no órgão periférico.

A prova calórica fornece estímulos de baixa frequência (0,002 Hz - 0,004 Hz), que é menor do que a frequência fisiológica (0,5 Hz - 7 Hz) (SHEPARD; TELIAN, 1996). A prova rotatória expande a investigação para uma faixa de frequências maior (mais comumente 0,01 Hz - 1,00 Hz) (ARRIAGA; CHEN; CENCI, 2005), que gera um nistagmo mais veloz e permite a avaliação da compensação vestibular. Quando a VACL da PRPD é menor do que a do estímulo calórico, caracteriza o decrutamento, observado em 37,5% desta amostra, sendo mais frequente em alterações centrais infratentoriais (KUMAR; PATNI, 1998). Considerando que o córtex atua na moderação das respostas vestibulares, questiona-se a interferência de lesões supratentoriais na capacidade de inibição de estímulos de baixa frequência, com um excesso de inibição ao estímulo mais intenso (PRPD), principalmente nos casos de lesão difusa (PIMENTEL et al., 2018). Este estudo demonstrou que uma parte substancial desses casos são beneficiados pela RV, com restauração das funções que otimizam a

compensação vestibular, mesmo nos casos bilaterais, de difícil compensação (CURTHOYS; HALMAGYI, 2013).

A VPPB, déficit vestibular periférico mais comum após o TCE (ŠARKIĆ et al., 2020), foi identificada em um terço da amostra, semelhante à pesquisa anterior (JAFARZADEH; POURBAKHT; BAHRAMI, 2020). A VPPB-T, cerca de 20% dos casos de VBBP (BASHIR et al., 2017), geralmente envolve uma apresentação clínica mais complexa, com maior envolvimento horizontal, anterior e de múltiplos canais (BALATSOURAS et al., 2017; CESARE et al., 2020; NOGI; SCHUBERT, 2021), bem como tende a exigir, além das manobras, outros tratamentos, para a dissolução dos sintomas (CESARE et al., 2020). O desenho do presente estudo não permite verificar a taxa de recorrência da VPPB-T em longo prazo, o qual não tem um consenso na literatura (CESARE et al., 2020; CHEN et al., 2019).

Nesta amostra, 80% dos sujeitos apresentaram alterações no cVEMP ou oVEMP. Acredita-se que na VPPB idiopática o processo fisiopatológico inicia com a degeneração da membrana neuroepitelial provocando a separação das otocônias (KARATAŞ et al., 2016). Diferentemente da VPPB-T, na qual essa separação ocorre abruptamente com lesões em diferentes estruturas do labirinto. Assim, devem ser consideradas as alterações mistas (SKÓRA et al., 2018) e da via vestibulo-ocular, como as descritas neste estudo. Os casos de alteração no VEMP, sem VPPB, podem ser explicados, também, pelas evidências histopatológicas pós-TCE com degeneração leve a grave das máculas utricular e sacular (KNOLL et al., 2019).

As latências deste estudo são maiores do que estudos anteriores com população de TCE (MALLINSON; LONGRIDGE, 2018). Como a média da amostra está próxima dos valores do laboratório onde a pesquisa foi realizada, acreditamos que esse aumento pode ser influenciado pelo equipamento ou protocolo de realização do exame. As alterações de função sacular observadas estão de acordo com a variação apresentada em estudos progressos, que incluem ausência de ondas, latências atrasadas, diminuição das amplitudes e aumento do IA (FELIPE; SHELTON, 2020; JAFARZADEH; POURBAKHT; BAHRAMI, 2020; LONGRIDGE; MALLINSON, 2018).

A avaliação da função utricular revelou dados semelhantes, porém com maior frequência de ausência de respostas. Ressalta-se que nenhum sujeito referiu melhora de todos os sintomas apenas com as manobras de reposicionamento. O fascículo

longitudinal medial é um caminho importante para o RVO, cujas lesões produzirão movimentos desconjugados de adução, sacádicos desconjugados, instabilidade do olhar e oscilopsia horizontal ou vertical aos movimentos de cabeça (AW et al., 2017). Dessa forma, é importante não limitar a origem das alterações do oVEMP, no TCE, à função utricular, uma vez que o reflexo depende da integridade da via eferente, variável difícil de controlar nessa população, onde as alterações visuais e oculomotoras são frequentes. Posto isso, destaca-se que os exercícios oculomotores e oculocefálicos proporcionaram melhora significativa do RVO, com o surgimento de ondas ausentes.

Acerca do RVC, observou-se o surgimento das ondas ausentes e melhora das latências e amplitudes na maioria dos casos, apesar de não ter sido uma diferença estatística para N23 esquerda e do IA. Os exercícios executados na RV baseiam-se em habituação e acomodação das respostas vestibulares assimétricas ou, ainda, na substituição de respostas ausentes ou insuficientes por respostas de outra modalidade sensorial (HERDMAN; CLENDANIEL, 2014). Neste estudo, esses exercícios foram padronizados para todos os sujeitos, ou seja, os estímulos foram bilaterais em intensidade e frequência, e o resultado observado foi um aumento proporcional das amplitudes bilaterais, mantendo uma proporção assimétrica do IA, em alguns casos. Por outro lado, a padronização dos exercícios pode ter favorecido a integração sensorial e redução dos sintomas, observados nos resultados do TOS e DHI. Na clínica, esse efeito de assimetria do cVEMP pode ser controlado por personalização dos exercícios cervicais, após atingir melhor integração sensorial.

A partir dos dados deste estudo, ressalta-se que o caráter multifatorial do TCE dificulta a busca por um padrão nos resultados do VEMP. Assim, pode-se esperar atraso nas latências, redução de amplitudes, ausência de respostas e alteração no IA, os quais podem ser piores no período agudo, onde as perdas auditivas condutivas são comuns e os sintomas mais intensos devido às alterações extensas do trauma. Não obstante, esse quadro pode ser revertido, uma vez que os sujeitos da presente pesquisa apresentaram boa recuperação da função otolítica, mesmo nos casos com ausência de respostas e nos bilaterais (LONGRIDGE; MALLINSON, 2018; CURTHOYS; HALMAGYI 2013).

Neste estudo não houve correlação significativa entre a gravidade do TCE e as respostas do TOS, do VEMP ou relação com a presença de DV, ou seja, mesmo nos casos leves constataram-se disfunções vestibulares e oculomotoras importantes que,

associadas a outros déficits, colaboraram para o surgimento dos sintomas vestibulares.

Os sintomas e alterações detectadas nesse estudo podem impactar negativamente a QV (WAGENER; KREIGER, 2019). O DHI demonstrou uma restrição de participação maior no domínio funcional, ao encontro de outros autores (JAFARZADEH; POURBAKHT; BAHRAMI, 2020), no entanto com escores maiores que esses, os quais reduziram significativamente após a RV. As terapias baseadas em movimentos oculocefálicos são eficientes na redução da gravidade de muitos sintomas relacionados à síndrome pós-concussão (CARRICK et al., 2017). Destaca-se que, além das sessões terapêuticas presenciais, os sujeitos da pesquisa realizaram diariamente o protocolo de exercícios em domicílio, o que provavelmente intensificou a melhora das respostas reflexas vestibulares e a integração sensorial, reduzindo a restrição de participação causada pela tontura.

Os procedimentos utilizados neste estudo reafirmam seu potencial na investigação da função vestibulo-ocular e postural, dos circuitos neurais prejudicados pelo TCE e dos índices de recuperação. Além disso, a posturografia permite o acompanhamento da evolução por sistema sensorial alterado, sendo uma ferramenta de baixo custo, não invasiva e rápida, pertinente para sistemas públicos de saúde.





## 7 CONCLUSÃO GERAL

Os sujeitos apresentaram sintomas vestibulares, vestibulo-visuais, posturais e visuais. Os dados deste estudo ratificam o caráter multifatorial das alterações do equilíbrio no TCE, por provável comprometimento do labirinto, da via oculomotora, além das alterações corticais, contribuindo para as disfunções visuais e compensação vestibular insuficiente identificadas nos resultados das avaliações apresentadas.

O teste de organização sensorial, bem como os testes vestibulares evidenciaram alterações importantes do sistema vestibulo-ocular, vestibulocervical, e postural, além da VPPB-T, com significativa melhora dos escores e diminuição de casos alterados após intervenção.

Os potenciais evocados miogênicos cervical e ocular evidenciaram alterações nas funções otolíticas - vias vestibulocervical e vestibulo-ocular - independentemente da gravidade do TCE, com significativa melhora dos valores de latência e amplitude no cVEMP e do índice de assimetria no oVEMP, diminuição de casos alterados, bem como diminuição da restrição da participação causada pela tontura após a intervenção.



## 8 REFERÊNCIAS

AHN, S. K. et al. Clinical characteristics and treatment of benign paroxysmal positional vertigo after traumatic brain injury. **The Journal of Trauma: Injury, Infection and Critical Care**, v. 70, n. 2, p. 442-446, 2011.

AJAYAN P. V.; ALEENA, P. F.; JACOB, A. M. Epley's maneuver versus Semont's maneuver in treatment of posterior canal benign positional paroxysmal vertigo. **Int J Res Med Sci**, Jul, v. 5, n. 7, p. 2854-2860, 2017.

AKIN, F. W. et al. The effect of noise exposure on the vestibular evoked myogenic potential. **Ear & Hearing**, v. 33, n. 4, p. 458-465, 2012.

ALBERNAZ, P. L. M. et al. **The New Neurotology: A Comprehensive Clinical Guide**. Switzerland: Springer, 2019. p. 65.

ALMEIDA, C. E. R. et al. Traumatic Brain Injury Epidemiology in Brazil. **World Neurosurgery**, v. 87, p. 540-547, 2016.

ANDERLE, D. V. et al. Epidemiological evaluation of patients with spinal cord injury treated surgically on the Hospital "Professor Carlos da Silva Lacaz". **Coluna/Columna**, v.9, n. 1, p. 58-61, 2010. doi:10.1590/S1808-18512010000100011

AREAS, F. Z. et al. Predictors of hospital mortality and the related burden of disease in severe Traumatic Brain Injury: A Prospective Multicentric Study in Brazil. **Frontiers in Neurology**, v. 10, n. 432, p. 1-8, 2019. doi:10.3389/fneur.2019.00432

ARRIAGA, M. A.; CHEN, D. A.; CENCI, K. A. Rotational chair (ROTO) instead of electronystagmography (ENG) as the primary vestibular test. **Otolaryngology Head and Neck Surgery**, v. 133, p. 329-333, 2005.

ARSHAD, Q. et al. Patients with chronic dizziness following traumatic head injury typically have multiple diagnoses involving combined peripheral and central vestibular dysfunction. **Clinical Neurology and Neurosurgery**, v. 155, p.17-19, 2017.

AW, S. T. et al. Vestibulo-ocular reflex deficits with medial longitudinal fasciculus lesions. **J Neurol**, v. 264, p. 2119-2129, 2017. doi:10.1007/s00415-017-8607-8

BALATSOURAS, D. G. et al. Benign Paroxysmal Positional Vertigo Secondary to Mild Head Trauma. **Annals of Otology, Rhinology & Laryngology**, v. 126, n. 1, p. 54-60, 2017.

BALOH, R. W.; JACOBSON, K.; HONRUBIA, V. Horizontal semicircular canal variant of benign positional vertigo. **Neurology**, v. 43,1 n.2, p.25-42, 1993.

BASHIR, K. et al. Disconnect between available literature and clinical practice: Exploring gaps in the management of t-BPPV in the emergency department, **Journal of Emergency Medicine, Trauma & Acute Care**, v. 6, 2017.

BEAR, M. F.; CONNORS B. W.; PARADISO, M. A. **Neurociências**: Desvendando o sistema nervoso. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017, p. 370-411.

BERTHOLON, P. et al. Positional down beating nystagmus in 50 patients: cerebellar disorders and possible anterior semicircular canalithiasis. **J Neurol Neurosurg Psychiatr**, v. 72, n. 3, p. 366-372, 2002.

BERTOLINI, G. et al. Measuring optokinetic after-nystagmus: potential for detecting patients with signs of visual dependence following concussion. **Journal of Neurology**, v. 268, p. 1747-1761, 2021. <https://doi.org/10.1007/s00415-020-10359-8>

BHATTACHARYYA, N. et al. Clinical Practice Guideline: Benign Paroxysmal Positional Vertigo (Update), **Otolaryngology–Head and Neck Surgery**, v. 156(3S) S1-S47, 2017.

BISDORFF, A. et al. Classification of vestibular symptoms: towards an international classification of vestibular disorders. **J Vest Res.**, v. 19, p. 1-13, 2009.

BLACK, R. A. et al. The active head-impulse test in unilateral peripheral vestibulopathy. **Arch Neurol**, v. 62, n. 2, p. 290-293, 2005.

BOJRAB II, D. I.; LAI, W.; BOJRAB, D. I. Electronystagmography and Videonystagmography. In: BABU, S.; SCHUTT, C. A.; BOJRAB, D. I. **Diagnosis and Treatment of Vestibular Disorders**. Springer Nature Switzerland, 2019.

BOYLE, R.; BÜTTNER, U.; MARKERT, G. Vestibular nuclei activity and eye movements in the alert monkey during sinusoidal optokinetic stimulation. **Experimental Brain Research**, v. 57, n. 2, p. 362-369, 1985.

BRASIL. Ministério da saúde. **Projeto olhar Brasil. Triagem de acuidade visual: Manual de orientação**. Ministério da Saúde, Ministério da Educação. – Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde – **Diretrizes de Atenção à Reabilitação da Pessoa com Traumatismo Cranioencefálico**. Brasília: 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Básica. Departamento de Atenção Básica. **Cadernos de Atenção Básica - Saúde na Escola** [internet]; Brasília: Ministério da Saúde; 2009. 93p. Disponível em: [http://189.28.128.100/dab/docs/publicacoes/cadernos\\_ab/abcad24.pdf](http://189.28.128.100/dab/docs/publicacoes/cadernos_ab/abcad24.pdf)

BRUCKI, S. M. D., et al. Sugestões para o uso do miniexame do estado mental no Brasil. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 61, 2003.

BRYAN, A. S.; ANGELAKI, D. E. Optokinetic and Vestibular responsiveness in the macaque rostral vestibular and fastigial nuclei. **J Neurophysiol**, v. 101, p. 714-720, 2009. doi:10.1152/jn.90612.2008.

CALZOLARI, E. et al. Vestibular agnosia in traumatic brain injury and its link to imbalance. **Brain**, v. 144, n. 1, p. 128-143, 2020. doi:10.1093/brain/awaa386

CAMPBELL, B. et al. Pathophysiology and Diagnosis of BPPV. In: BABU, S.; SCHUTT, C. A.; BOJRAB, D. I. **Diagnosis and Treatment of Vestibular Disorders**. Springer Nature Switzerland, 2019

CAPIZZI, A.; WOO, J.; VERDUZCO-GUTIERREZ, M. Traumatic Brain Injury: An Overview of Epidemiology, Pathophysiology, and Medical Management. **Medical Clinics of North America**, v. 104, n. 2, p. 213-238, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2019.11.001>

CAPO-APONTE, J. E. et al. Visual dysfunctions and symptoms during the subacute stage of blast-induced mild traumatic brain injury. **Military Medicine**, v. 177, n. 7, p. 804-813, 2012. doi:10.7205/MILMED-D-12-00061

CARRICK, F. R. et al. Head-eye vestibular motion therapy affects the mental and physical health of severe chronic postconcussion patients. **Front Neurol**, v. 8, p. 414, 2017. doi: 10.3389/fneur.2017.00414

CASTAGNO, L. A. A new method for sensory organization testes: the foam-laser dynamic posturography. **Rev Bras Otorrinolaringol**, v. 60, n.4, p. 287-296, 1994.

CASTRO A. S. O. et al. Brazilian version of the Dizziness Handicap Inventory. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v. 19, n. 1, p. 97-104, 2007.

CAWTHORNE, T. The physiological basis for head exercises. **J Chartered Soc Physiother**, v. 3, p. 106-107, 1944.

CESARE, T. D. et al. Traumatic benign paroxysmal positional vertigo: personal experience and comparison with idiopathic BPPV. **International Journal of Audiology**, v. 60, n. 5, p. 393-397, 2020. doi:10.1080/14992027.2020.1821253

CHEEVER, K. M. et al. Concussion Recovery Phase affects vestibular and oculomotor symptom provocation. **Int J Sports Med**, v. 39: 141-147, 2018.

CHEN, G. et al. Otolith dysfunction in recurrent benign paroxysmal positional vertigo after mild traumatic brain injury. **Acta Oto-Laryngologica**, v. 139, n. 1, p. 18-21, 2019. doi: 10.1080/00016489.2018.1562214

CHEN, G. et al. Treatment and recurrence of traumatic versus idiopathic benign paroxysmal positional vertigo: a meta-analysis. **Acta Oto-laryngologica**, v. 139, n. 9, p. 727-733, 2019. <https://doi.org/10.1080/00016489.2019.1632484>

CIFU, D. X. et al. Differential eyemovements in mild traumatic brain injury versus normal controls. **J Head Trauma Rehabil**, v. 30, n.1, p. 21-28, 2015.

CIUFFREDA, K. J. Visual vertigo syndrome: Clinical demonstration and diagnostic tool. **Clinical Eye and Vision Care**, v. 11, n. 1, p. 41-42, 1999. doi:10.1016/S0953-4431(99)00010-7

CIUFFREDA, K. J.; LUDLAM, D. P.; YADAV, N. K. Conceptual model pyramid of optometric vision care in mild traumatic brain injury (mTBI). **Vision Development & Rehabilitation**, v. 1, n. 2, p. 105-108, 2015. doi:10.31707/VDR2015.1.2.p105

COLEBATCH, J.G., HALMAGYI, G.M., SKUSE, N.F. Myogenic potentials generated by a click-evoked vestibulocollic reflex. **J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry**, v. 57, n. 2, 190-197, 1994.

CONSTÂNCIO, J. F. et al. Perfil clínico-epidemiológico de indivíduos com histórico de Traumatismo Cranioencefálico. **Revista Baiana de Enfermagem**, v. 32, p. e28235, 2018.

COOKSEY, F. S. Rehabilitation in vestibular injuries. **Proc R Soc Med**, v. 39, p. 273-278, 1946.

CRAMPTON, A. et al. Vestibular-ocular reflex dysfunction following mild traumatic brain injury: A narrative review. **Neurochirurgie**, v. 67, p. 231-237, 2021. doi:10.1016/j.neuchi.2021.01.002

CURTHOYS, I. S.; HALMAGYI, G. M. Multisensory interaction and vestibular compensation. In: BRONSTEIN, A. ed. **Oxford Textbook of Vertigo and Imbalance**. Oxford: Oxford University Press, p. 63-68, 2013.

CURTHOYS, I. S. et al. The response of guinea pig primary utricular and saccular irregular neurons to bone-conducted vibration (BCV) and air-conducted sound (ACS). **Hear Res**, v. 331, 131–143, 2016.

CUSIMANO, M. D. et al. A population-based study of fall-related traumatic brain injury identified in older adults in hospital emergency departments. **Neurosurgical Focus**, v. 49, n. 4, p. E20, 2020.

DALTO, S. G.; ESCOBAR, E. Traumatismo cranioencefálico em um hospital-escola da cidade de Campinas, São Paulo, Brasil. **Enfermagem Revista**, v. 19, n. 2, p. 255-261, 2016.

DEWAN, M. C. et al. Estimating the global incidence of traumatic brain injury. **J Neurosurg**, v. 27, p. 1-18, 2018. doi: 10.3171/2017.10. JNS17352.

DOMINGUES, R.; WASEEM, M. Dix-Hallpike Maneuver. In: GANTI, L. **Atlas of Emergency Medicine Procedures**. New York: Springer, 2016.

DUNNE, J. et al. The Epidemiology of Traumatic Brain Injury due to Traffic Accidents in Latin America: A Narrative Review. **Journal of Neurosciences in Rural Practice**, v. 11, n. 2, p. 287-290, 2020. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1709363>

ELLIS, M. J. et al. Vestibulo-ocular dysfunction in pediatric sports-related concussion. **J Neurosurg Pediatr**, v. 16, p.248-255, 2015.

EL-SHAMAYLEH, Y.; MOVSHON, J. A. Neuronal responses to texture-defined form in macaque visual area V2. **The Journal of Neuroscience**, v. 31, n. 23, p. 8543-8555, 2011. doi:10.1523/JNEUROSCI.5974-10.2011

ETTINGER, U. et al. Effects of lorazepam on saccadic eye movements: the role of sex, task characteristics and baseline traits. **J Psychopharmacol**, v. 32, n. 6, p. 1-13, 2018.

FAUL, M. et al. Traumatic brain injury in the United States: emergency department visits, hospitalizations and deaths 2002–2006. **Atlanta (GA)**: Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Injury Prevention and Control; 2010.

FELIPE, L.; SHELTON, J. A. The clinical utility of the cervical vestibular-evoked myogenic potential (cVEMP) in university-level athletes with concussion. **Neurological Sciences**, v. 42, p. 2803-2809, 2021. doi:10.1007/s10072-020-04849-w

FERRÈA, E. et al. How the vestibular system interacts with somatosensory perception: A sham-controlled study with galvanic vestibular stimulation. **Institute Neuroscience Letters**, v. 550, p. 35–40, 2013.

FOLSTEIN, M. F.; FOLSTEIN, S. E.; McHUGH, P. R. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician». **Journal of Psychiatric Research**, v. 12, n. 3, p. 189-198, 1975. doi:10.1016/0022-3956(75)90026-6

FOX, S. M.; KOONS, P.; DANG, S. H. Vision Rehabilitation After Traumatic Brain Injury. **Physical Medicine & Rehabilitation Clinics**, v. 30, n. 1, p. 171-188, 2019. doi:10.1016/j.pmr.2018.09.001

GALLOP, S. Binasal occlusion - Immediate sustainable symptomatic relief. **Optom Vis Perform**, v. 2, p. 74-78, 2014.

GANANÇA, F. F. et al. Sinais e sintomas vestibulares e doenças do Sistema Nervoso Central. **Rev Equilíbrio Corporal Saúde**, v. 8, n.1, p.33-40, 2016.

GANANÇA, M. M. et al. **Estratégias terapêuticas em Otoneurologia**. São Paulo: Editora Atheneu, 2000. p. 33-54.

GDOWSKI, G.T.; MC CREA, R. A. Neck proprioceptive inputs to primate vestibular nucleus neurons. **Exp Brain Res**, v. 135, p.511-526, 2000.

GIBALDI, A.; BANKS, M. S. Binocular eye movements are adapted to the natural environment. **J Neurosci**, v. 39, n. 15, p. 2877-2888, 2019. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2591-18.2018>

GONÇALVES, V. P.; SCHARLACH, R. C. Oculomotor evaluation in adults: a study of the effect of age and visual alterations. **Audiol, Commun Res**, v. 21, 2016.

GOODMAN, J. C. et al. Extracellular lactate and glucose alterations in the brain after head injury measured by microdialysis. **Critical Care Medicine**, v. 27, n. 9, p.1965-1973, 1999.



GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 11 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

HARTVIGSEN, J. et al. Mild traumatic brain injury after motor vehicle collisions: what are the symptoms and who treats them? A population-based 1-year inception cohort study. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 95, n. 3, p. S286-94, 2014. doi: 10.1016/j.apmr.2013.07.029.

HAWRYLUK, G. W. J.; MANLEY, G. T. Classification of traumatic brain injury: past, present, and future. In: GRAFMAN, J.; SALAZAR, A. M. (ed.). Traumatic Brain Injury, Part I, **Handbook of Clinical Neurology**, v. 127 (3rd series), p.15-21, 2015.

HAYES, R. D.; MERIGAN, W. H. Mechanisms of sensitivity loss due to visual cortex lesions in humans and macaques. **Cerebral Cortex**, v. 17, n. 5, p. 1117-1128, 2007. doi:10.1093/cercor/bhl021

HERDMAN, S. J. **Reabilitação vestibular**. São Paulo: Manole, 2002. p. 472-86.

HERDMAN, S. J.; CLENDANIEL, R. A. **Vestibular rehabilitation**. 4th ed. Philadelphia, PA: F. A. Davis Company, 2014.

HOFFER, M. E. Mild traumatic brain injury: neurosensory effects. **Curr Opin Neurol**, 28, p. 74-77, 2015.

HOFFER, M. E.; SCHUBERT, M. C; BALADAN, C. D. Early Diagnosis and Treatment of Traumatic Vestibulopathy and Postconcussive Dizziness. **Neurol Clin**, v. 33, p. 661-668, 2015.

IACCARINO, C. et al. Epidemiology of severe traumatic brain injury. **Journal of Neurosurgical Sciences**, v. 62, n. 5, p. 535-541, 2018. <https://doi.org/10.23736/S0390-5616.18.04532-0>

JACOBSON, G. P.; NEWMAN, C. W. The Development of the Dizziness Handicap Inventory. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 116, n. 4, p. 424-427, 1990.

JAFARZADEH, S.; POURBAKHT, A.; BAHRAMI, E. Vestibular Assessment in Patients with Persistent Symptoms of Mild Traumatic Brain Injury. **Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery**, 2020. doi:10.1007/s12070-020-02043-0

JANG, S. H. et al. Postural instability in patients with injury of corticoreticular pathway following mild traumatic brain injury. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 95, n. 8, p. 580-587, 2016. doi:10.1097/PHM.0000000000000446

JERGER, J. et al. Studies in impedance audiometry. **Arch Otolaryngol**, v. 96, p. 513-523, 1972.

JIANG, J-Y. et al. Traumatic brain injury in China. **The Lancet Neurology**, v. 18, n. 3, p. 286-295, 2019. doi:10.1016/S1474-4422(18)30469-1

KANDEL, E; SCHWARTZ, J; JESSELL, T. **Principles of Neural Science**. 5<sup>a</sup> ed. New York: McGraw-Hill, 2014. p. 776, 798-810.

KARATAŞ, A. et al. Evaluation of Cervical Vestibular-Evoked Myogenic Potential Findings in Benign Paroxysmal Positional Vertigo. **J Int Adv Otol**, v. 12, n. 3, p. 316-320, 2016. doi:10.5152/iao.2016.2170

KELLY, K. M. et al. Oculomotor, vestibular, and reaction time effects of sports-related concussion: video-oculography in assessing sports-related concussion. **The Journal of Head Trauma Rehabilitation**, v. 34, n. 3, p. 176-188, 2018. doi:10.1097/HTR.0000000000000437

KERBER, K. A. et al. Barriers and facilitators to ED physician use of the test and treatment for BPPV. **Neurology Clinical Practice**, v. 7, n. 3, p. 214-224, 2017.

KIM, M. et al. Risk factor of benign paroxysmal positional vertigo in trauma patients: A retrospective analysis using Korean trauma database. **Medicine (Baltimore)**, v. 97, n. 49, p. e13150, 2018.

KIM, E. et al. Altered White Matter Integrity after Mild to Moderate Traumatic Brain Injury. **Journal of Clinical Medicine**, v. 8, n. 9, p. 1318, 2019. <https://doi.org/10.3390/jcm8091318>

KLEFFELGAARD, I. et al. The effects of vestibular rehabilitation on dizziness and balance problems in patients after traumatic brain injury: a randomized controlled trial. **Clinical Rehabilitation**, v. 33, n. 1, p. 74-84, 2019. doi: 10.1177/0269215518791274

KNOLL, R. M. et al. Peripheral Vestibular System Histopathologic Changes following Head Injury without Temporal Bone Fracture. **Otolaryngology – Head and Neck Surgery**, v. 160, n. 1, p. 122-130, 2019. doi:10.1177/0194599818795695

KOIZUMI, M. S. et al. Morbimortalidade por traumatismo crânio-encefálico no município de São Paulo, 1997. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 58, n. 1, p. 81-9, 2000.

KONTOS, A. P. et al. Preliminary Evidence for Improvement in Symptoms, Cognitive, Vestibular, and Oculomotor Outcomes Following Targeted Intervention with Chronic mTBI Patients. **Military Medicine**, v. 183, n. 1, p. 333-338, 2018. doi:10.1093/milmed/usx172.

KREBS, C.; WEINBERG, J.; AKESSON, E. **Neurociências Ilustrada**. Porto Alegre: Artmed, 2013. p. 162-163, 211-216.

KUMAR, A.; PATNI, A. Vestibular decruitment, hyperactivity, and rebound caloric nystagmus. **American Journal of Otolaryngology**, v. 19, n. 2, p. 188-195, 1998. PMID:9520055.

KUNKER, K.; PETERS, D. M.; MOHAPATRA, S. Long-term impact of mild traumatic brain injury on postural stability and executive function. **Neurological Sciences**, v. 41, p. 1899-1907, 2020. doi:10.1007/s10072-020-04300-0

LANCMAN, S. et al. Come Back to Community and Work After Traumatic Brain Injury. **Topics in Cognitive Rehabilitation in the TBI Post-Hospital Phase**, p. 113-122, 2018. doi:10.1007/978-3-319-95376-2\_15

LARSSON, J.; HEEGER, D. J.; LANDY, M. S. Orientation selectivity of motion boundary responses in human visual cortex. **Journal of Neurophysiology**, v. 104, n. 6, p. 2940-2950, 2010. doi:10.1152/jn.00400.2010

LEDDY, J. J. et al. Brain or Strain? Symptoms alone do not distinguish physiologic concussion from cervical/vestibular. **Injury Clin J Sport Med**, v. 25, n. 3, p. 237-242, 2015.

LEIGH R. J.; ZEE D. S. **A survey of eye movements: characteristics and teleology, in the neurology of eye movements**. 4 ed. New York: Oxford University, 2006. p. 3-19.

LEMPERT, T.; TIEL-WILCK, K. A Positional Maneuver for Treatment of Horizontal-Canal Benign Positional Vertigo. **Laryngoscope**, v. 106, p.476-478, 1996.

LENT, R. **Neurociência da mente e do comportamento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 112-113.

LONGRIDGE, N. S.; MALLINSON, A. I. Tone-induced cervical and ocular vestibular-evoked myogenic potentials: comparing abnormalities in traumatic and non-traumatic vestibular disease. **The Journal of Laryngology & Otology**, v. 132, n. 10, p. 906-910, 2018. doi:10.1017/S002221511800172X

LUNDY-EKMAN, L. **Neurociência: fundamentos para a reabilitação**. 3ª. ed. Rio De Janeiro: Elsevier, 2008. p. 477.

MAEGELE, M. et al. The Incidence and Management of Moderate to Severe Head Injury: A Retrospective Analysis of Data from the Trauma Register of the German Trauma Society. **Dtsch Arztebl Int**, v. 116, n. 10, p. 167-173, 2019. doi:10.3238/arztebl.2019.0167

MAGALHÃES, A. L. G. et al. Epidemiologia do Traumatismo Cranioencefálico no Brasil. **Revista Brasileira de Neurologia**, v. 53, n. 2, p. 15-22, 2017.

MAIA, F. C. Z.; ALBERNAZ, P. L. M.; CARMONA, S. **Otoneurologia atual**. 1 ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2014. p. 259-271.

MALLINSON, A. I.; LONGRIDGE, N. S. Performing and analysing tone-induced cervical and ocular vestibular-evoked myogenic potentials in traumatic and non-traumatic vestibular pathology. **The Journal of Laryngology & Otology**, v. 132, n. 10, p. 896-900, 2018. doi:10.1017/S0022215118001706

MANI, R.; ASPER, L.; KHUU, S. K. Deficits in saccades and smooth-pursuit eye movements in adults with traumatic brain injury: a systematic review and metaanalysis. **Brain Injury**, v. 32, n. 11, p. 1315-1336, 2018.

MANZARI, L. et al. Ocular and cervical vestibular-evoked potentials to bone conducted vibration in Ménière's disease during quiescence vs during acute attacks. **Clin Neurophysiol**, v. 121, p. 1092-1101, 2010.

MARUTA J., et al. Frequency responses to visual tracking stimuli may be affected by concussion. **Military Medicine**, v. 182, n. S1, p. 120-123, 2017.

MASCARENHAS, M. D. M. et al. Atendimentos de emergência por acidentes na Rede de Vigilância de Violências e Acidentes: Brasil, 2006. **Cien Saude Coletiva**, v. 14, n. 5, p.1657-1668, 2009.

MASTER, C. L. et al. Vision diagnoses are common after concussion in adolescents. **Clinical Pediatrics**, v. 55, n. 3, p. 260-267, 2016. doi:10.1177/0009922815594367

MELO, J. R. T.; SILVA, R. A.; MOREIRA, E. D. Características dos pacientes com trauma cranioencefálico na cidade do Salvador, Bahia, Brasil. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 62, n. 3-A, p. 711-715, 2004.

MENDELOW, A. D. et al. Risks of intracranial haematoma in head injured adults. **Br Med J (Clin Res Ed)**, p. 287-1173, 1983.

MENON, D. K. et al. Position statement: definition of traumatic brain injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 91, n. 11, p. 1637-1640, 2010.

MEZZALIRA, R.; BITTAR, R. S. M.; ALBERTINO, S. **Otoneurologia Clínica**. Rio de Janeiro: Revinter. 2014. p. 99-125;185-192.

MÖLLER, M-L.; MELKAS, S.; JOHANSSON, J. Improving Visual Function after Mild Traumatic Brain Injury Using a Vision Therapy Program: Case Reports. **Brain Sciences**, v. 10, n. 12, P. 947-952, 2020.

MOR, R.; FRAGOSO, M. **Vestibulometria na prática fonoaudiológica**. São Paulo: Pulso Editorial, 2012.

MORRIS, L.; GOTTSALL, K. Physical Therapy Management of the Patient with Vestibular Dysfunction from Head Trauma. In: HERDMAN, S. J.; CLENDANIEL, R. A. **Vestibular Rehabilitation**. 4 ed. Philadelphia: F. A. Davis Company, 2014. p. 504.

MUNIVENKATAPPA, A. et al. Traumatic brain injury: Does gender influence outcomes? **International Journal of Critical Illness & Injury Science**, v. 6, p. 70-73, 2016. doi:10.4103/2229-5151.183024

MURRAY, N. G. et al. ASB clinical biomechanics award winner 2016: Assessment of gaze stability within 24–48 hours post-concussion. **Clinical Biomechanics**, v. 44, p. 21-27, 2017.

NETTER, F. H. **Atlas de Anatomia Humana**. 7 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

NOGI, A.; SCHUBERT, M. C. Complex nystagmus in traumatic benign paroxysmal

positional vertigo: A case study on the critical value of knowing semicircular canal excitation and inhibition patterns. **J Otol**, v. 16, n. 3, p. 199-204, 2021. doi:10.1016/j.joto.2021.01.004

OH, S-Y; KIM, H-J; KIM, J-S. Vestibular-evoked myogenic potentials in central vestibular disorders. **J Neurol**, v. 263, p. 210-220, 2016.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). **CID-10** - Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas relacionados à Saúde. 10 ed. rev. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2007.

OUCHTERLONY, D. et al. Treating Benign Paroxysmal Positional Vertigo in the patient with Traumatic Brain Injury: effectiveness of the canalith repositioning procedure. **J Neurosci Nurs**, v. 48, n. 2, p. 90-99, 2016.

PARNES, L. S.; AGRAWAL, S. K.; ATLAS, J. Diagnosis and management of benign paroxysmal positional vertigo (BPPV). **CMAJ**, v. 169, n. 7 p. 681-693, 2003.

PERVEZ, M.; KITAGAWA, R. S.; CHANG, T. R. Definition of Traumatic Brain Injury, Neurosurgery, Trauma Orthopedics, Neuroimaging, Psychology, and Psychiatry in Mild Traumatic Brain Injury. **Neuroimag Clin N Am**, v. 28, p. 1-13, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.nic.2017.09.010>

PFEIFFER, C.; SERINO, A.; BLANKE, O. The vestibular system: a spatial reference for bodily self-consciousness. **Frontiers in Integrative Neuroscience**, v. 8, n.31, 2014.

PILKAR, R. et al. Evaluating sensory acuity as a marker of balance dysfunction after Traumatic Brain Injury: A Psychophysical Approach. **Frontiers in Neuroscience**, v. 14, n. 836, p. 1-9, 2020. doi:10.3389/fnins.2020.00836

PIMENTEL, B. N.; SILVEIRA, A. B.; SANTOS FILHA, V. A. V. Otoneurological aspects in Traumatic Brain Injuries: series of cases. **Audiology Communication Research**, v. 23, 2018. doi:10.1590/2317-6431-2016-1776

POGORZELSKI, G. F. et al. Epidemiology, prognostic factors, and outcome of trauma patients admitted in a Brazilian intensive care unit. **Open Access Emergency Medicine**, v. 10, p. 81-88, 2018. doi:10.2147/OAEM.S162695

POZZATO, I. et al. Epidemiology of hospitalised traumatic brain injury in the state of New South Wales, Australia: a population-based study. **Australian and New Zealand Journal of Public Health**, v. 43 n. 4, p. 382-388, 2019. doi:10.1111/1753-6405.12878

PURVES, D. et al. **Neuroscience**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 315-331.

QUIROS, P. A.; YEE, R. D. In: YANOFF, M.; DUKER, J. S. **Oftalmologia** 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. p. 1040.

RIBEIRO A. S. B.; PEREIRA J. S. Melhora do equilíbrio e redução da possibilidade de queda em idosas após os exercícios de Cawthorne e Cooksey. **Rev Bras de Otorrinolaringol**, v. 71, n. 1, p. 38-46, 2005.

ROCKSWOLD, S. B et al. Functional Magnetic Resonance Imaging and Oculomotor Dysfunction in Mild Traumatic Brain Injury. **Journal of Neurotrauma**, v. 36, n. 7, p. 1099-1105, 2019. doi:10.1089/neu.2018.5796

ROSENGREN, S. M. et al. Vestibular evoked myogenic potentials in practice: Methods, pitfalls and clinical applications. **Clinical Neurophysiology Practice**, v. 4, 47-68, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.cnp.2019.01.005>

ROSNER, M. S. et al. Treatment of vertical heterophoria ameliorates persistent post-concussive symptoms: a retrospective analysis utilizing a multi-faceted assessment battery. **Brain Injury**, v. 30, n. 3, p. 311-317, 2016.

ROW, J. et al. Balance Assessment in Traumatic Brain Injury: A Comparison of the Sensory Organization and Limits of Stability Tests. **Journal of Neurotrauma**, v. 36, n. 16, p. 2435-2442, 2019. doi: 10.1089/neu.2018.5755

ŠARKIĆ, B. et al. Frequency of peripheral vestibular pathology following traumatic brain injury: a systematic review of literature. **International Journal of Audiology**, v. 60, n. 7, p. 479-494, 2020. doi:10.1080/14992027.2020.1811905

SAUVAGE, J-P.; GRENIER, H. **Reabilitação Vestibular: Guia Prático**. 1 ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2017.

SHEPARD, N. T.; TELIAN, S. A. eds. **Practical Management of the Balance Disorder Patient**. San Diego, CA: Singular Publishing Group, Inc., 1996.

SILVA, J. A. da et al. Traumatismo cranioencefálico no município de Fortaleza. **Enferm Foco**, v. 8, n. 1, p. 22-26, 2017.

SILVEIRA, S. R; TAGUCHI, C. K; GANANÇA, F. F. Análise comparativa de duas linhas de tratamento para pacientes portadores de disfunção vestibular periférica com idade superior a sessenta anos. **Acta AWHO**, v. 21, n. 1, p. 14-31, 2002.

SILVERBERG, N. D.; PANENKA, W. J.; IVERSON, G. L. Work productivity loss after Mild Traumatic Brain Injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 99, n. 2, p. 250-256, 2017.

SISTEMA DE CONSELHOS DE FONOAUDIOLOGIA. **Guia de Orientação: Atuação do Fonoaudiólogo em Avaliação e Reabilitação do Equilíbrio Corporal**. 2017. Disponível em: <https://www.fonoaudiologia.org.br/wp-content/uploads/2019/09/site-guia-otoneuro-1.pdf>

SKÓRA, W. et al. Vestibular system dysfunction in patients after mild traumatic brain injury. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, v. 25, n. 4, p. 665-668, 2018. doi:10.26444/aaem/81138.

SOTO-VARELA, A.; ROSSI-IZQUIERDO, M.; SANTOS-PÉREZ, S. Benign paroxysmal positional vertigo simultaneously affecting several canals: a 46-patient series. **European Archives of Oto-Rhino-Laryngology**, v. 270, n. 3, p. 817-22, 2013.

SPIEGEL, D. P. et al. First- and second-order contrast sensitivity functions reveal disrupted visual processing following mild traumatic brain injury. **Vision Research**, v. 122, p. 43-50, 2016. doi:10.1016/j.visres.2016.03.004

STERNBACH, G. L. The Glasgow Coma Scale. **The Journal of Emergency Medicine**, v. 19, n. 1, p. 67-71, 2000.

STUART, S. et al. Validation of a velocity-based algorithm to quantify saccades during walking and turning in mild traumatic brain injury and healthy controls. **Physiol Meas**, v. 40, p. 1-11, 2019.

SULWAY, S.; WHITNEY, L. Advances in Vestibular Rehabilitation. In: LEA, J.; POTHIER, D. **Vestibular Disorders**, v. 82, p. 164-169, 2019. <https://doi.org/10.1159/000490285>

SUNDARARAJAN, I. et al. Epley's manoeuvre versus Epley's manoeuvre plus labyrinthine sedative as management of benign paroxysmal positional vertigo: prospective, randomised study. **J Laryngol Otol**, v. 125, p. 572-575, 2011.

TAGUCHI, C. K et al. Clinical features of the positional nystagmus and the positioning nystagmus on vestibular diagnosis in elderly. **Rev CEFAC**, Jul-Ago, v. 15, n. 4, p. 757-763, 2013.

TAGUCHI, C. K. et al. Eficácia de programa de prevenção de quedas em idosos. **Distúrbios Comun**, v. 28, n. 2, p. 286-294, 2016.

TIRELLI, G.; RUSSOLO, M. 360-Degree canalith repositioning procedure for the horizontal canal. **Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 131, p. 740-746, 2004.

TROFIMOVA, A. et al. Alterations in resting-state functional brain connectivity and correlations with vestibular/ocular-motor screening measures in Postconcussion Vestibular Dysfunction. **Journal of Neuroimaging**, v. 31, n. 2, p. 277-286, 2021.

VON BREVERN, M. et al. Epidemiology of benign paroxysmal positional vertigo: a population-based study. **J Neurol Neurosurg Psychiatr**, v. 78, n. 7, p. 710-715, 2007.

VON BREVERN, M. et al. Vértigo posicional paroxístico benigno: critérios diagnósticos. Documento de consenso del Comité para la Clasificación de los Trastornos Vestibulares de la Bárány Society. **Acta Otorrinolaringológica Española**. Nov-Dec, v. 68, n. 6, p. 349-360, 2017.

WAESPE, W.; HENN, V. Neuronal activity in the vestibular nuclei of the alert monkey during vestibular and optokinetic stimulation. **Experimental Brain Research**, v. 27, n. 5, p. 523-538, 1977.

WAGENER, S. G.; KREIGER, R. Participation and quality of life for persons with oculomotor impairments after acquired brain injury. **American Journal of Occupational Therapy**, v. 73, n. 4, p. 1-10, 2019. doi: 10.5014/ajot.2019.73S1-RP104A

WASSERMAN, E. B. et al. Epidemiology of Sports-Related Concussions in National Collegiate Athletic Association Athletes From 2009-2010 to 2013-2014: Symptom Prevalence, Symptom Resolution Time, and Return-to-Play Time. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 1, 2016. <https://doi.org/10.1177/0363546515610537>

WATANITANON, A. et al. Clinical epidemiology of adults with moderate traumatic brain injury. **Critical Care Medicine**, v. 46, n. 5, p. 781-787, 2018. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000002991>

WEBER, K. P. et al. Single motor unit activity in human extraocular muscles during the vestibulo-ocular reflex. **J Physiol**, v. 590, n. 13, 3091-3101, 2012.

YACOVINO, D. A.; HAIN, T. C.; GUALTIERI, F. New therapeutic maneuver for anterior canal benign paroxysmal positional vertigo. **Journal of Neurology**, v. 256, p. 1851-1855, 2009. <https://doi.org/10.1007/s00415-009-5208-1>

YARAMOTHU, C. et al. Vergence Endurance Test: A Pilot Study for a Concussion Biomarker. **J Neurotrauma**, v. 36, n. 14, p. 2200-2212, 2019. doi: 10.1089/neu.2018.6075

YUE, J. K. et al. Concussion and Mild-Traumatic Brain Injury in Rural Settings: Epidemiology and Specific Health Care Considerations. **Journal of Neurosciences in Rural Practice**, v. 11, n. 1, 23-33, 2020. <https://doi.org/10.1055/s-0039-3402581>





## APENDICE A

## AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL - SAF - UFSM



## AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Eu, Carolina Lisboa Mezzomo, abaixo assinado, responsável por Serviço de Atendimento Fonoaudiológico da UFSM, autorizo a realização do estudo, intitulado por *“Avaliação e reabilitação das funções vestibular, oculomotora e postural em sujeitos após Traumatismo Cranioencefálico”*, parte do projeto mãe *“Investigação Otoneurológica Integrada: da avaliação à Reabilitação Vestibular”* aprovado pelo CEP parecer nº 2.732.475, a ser conduzido pelas pesquisadoras Fga. Ma. Bianca Nunes Pimentel (UFSM) e Profa. Dra. Valdete Alves Valentins dos Santos Filha (UFSM). Fui informado, pelo responsável do estudo, sobre as características e objetivos da pesquisa, bem como das atividades que serão realizadas na instituição a qual represento. Esta instituição está ciente de suas responsabilidades como instituição coparticipante do projeto de pesquisa e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para garantia de tal segurança e bem estar.

Santa Maria,

Carolina Lisboa Mezzomo

CAROLINA L. MEZZOMO  
SIAPE:2487779  
CRFa 6403 - RS

Diretora do Serviço de Atendimento Fonoaudiológico - UFSM



## APÊNDICE B

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)  
(Res. Ms Nº 466/12)**

As informações deste consentimento foram estabelecidas pela pesquisadora, para que você autorize a coleta de dados para o projeto de pesquisa intitulado **“Avaliação e reabilitação das funções vestibular, oculomotor e postural em sujeitos após Traumatismo Cranioencefálico”**, com pleno conhecimento dos procedimentos aos quais será submetido, com livre arbítrio e sem coação. A pesquisa será desenvolvida pela fonoaudióloga e doutoranda em Distúrbios da Comunicação Humana, do Centro de Ciências da Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) Bianca Nunes Pimentel, orientada pela Profa. Dra. Valdete Alves Valentins dos Santos Filha.

Os procedimentos têm como objetivo investigar o equilíbrio postural de sujeitos após Traumatismo Cranioencefálico (TCE) por meio da avaliação otoneurológica e reabilitá-los por meio da reabilitação vestibular.

A importância desta pesquisa se configura na necessidade de avaliar de forma integral o equilíbrio corporal dos sujeitos após TCE, identificando de forma mais específica os sistemas afetados, a fim de potencializar a reabilitação.

As avaliações serão realizadas, individualmente, no Ambulatório de Otoneurologia do Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM) e no Laboratório de Otoneurologia – Setor Equilíbrio da UFSM, em dia e horário previamente agendados.

Inicialmente será realizada pela pesquisadora a anamnese para obtenção de sua história clínica pregressa e atual, bem como o protocolo *Dizziness Handicap Inventory*. Na sequência será realizada a Inspeção do Meato Acústico Externo, Mini Exame do Estado Mental; Triagem da acuidade visual, Testes de coordenação, Romberg, Romberg-Barré; Babinski-Weil; e Unterberger; Testes de Posicionamento, nas quais irá deitar em uma maca com posições específicas da cabeça; Posturografia Dinâmica *foam laser*, Vectoeletronistagmografia Computadorizada (VENG) e Potencial Evocado Miogênico Vestibular (VEMP) cervical e ocular. A duração de todos os procedimentos será de aproximadamente duas horas, e você poderá desistir em qualquer etapa. Ao final das avaliações você receberá a cópia dos exames, orientações referentes ao equilíbrio corporal, bem como a devolutiva das avaliações com os eventuais encaminhamentos.

A Reabilitação Vestibular será realizada com o intuito de restabelecer a manutenção do equilíbrio postural por meio da reabilitação da função vestibular, proprioceptiva e auxiliar nas funções oculomotoras. Ocorrerá por meio das Manobras de Reposicionamento e/ou Exercícios do Protocolo de Cawthorne-Cooksey, nos quais realizará movimentos cefálicos, tarefas de coordenação oculocefálica e tarefas de equilíbrio estático e dinâmico.

Em relação aos riscos, você poderá apresentar desconforto, como dor, tontura, náuseas e desequilíbrio. Caso isso ocorra, o quadro poderá ser controlado e se necessário o procedimento será interrompido e o participante terá os encaminhamentos médicos necessários. Por outro lado, você terá benefícios imediatos com os resultados das avaliações, podendo identificar precocemente possíveis alterações do equilíbrio, auxiliando no tratamento específico, bem como recebendo orientações preventivas personalizadas em relação a sua saúde. Além disso, se observado a necessidade de condutas especializadas você será encaminhado aos demais profissionais. Este estudo será realizado sem fins lucrativos e sem custos para os participantes.

Os dados levantados serão arquivados sob forma de banco de dados, armazenado em *pen drive*, mantido em armário fechado localizado no Ambulatório de Otoneurologia do HUSM, por um período de cinco anos, sob a responsabilidade da Profa. Dra. Valdete Alves Valentins dos Santos Filha. Os dados serão confidenciais, resguardando sua identidade, e poderão ser utilizados para estudos e publicações científicas, desde que seja respeitada, totalmente, sua privacidade e confidencialidade. A participação neste estudo é voluntária e livre, podendo ser cancelada em qualquer fase do processo.

A pesquisadora coloca-se à disposição tanto para os esclarecimentos que se fizerem necessários quanto para o fornecimento de informações relativas aos resultados das avaliações através dos telefones (55) 99997-9646.

Assim, eu \_\_\_\_\_, portador(a) da carteira de identidade número \_\_\_\_\_, afirmo que, após a leitura deste documento e de esclarecimentos dados pela pesquisadora e Fonoaudióloga Bianca Nunes Pimentel sobre os itens acima, concordo com a realização desta pesquisa e autorizo minha participação, como também autorizo a publicação em meio acadêmico das informações coletadas nesta pesquisa.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do sujeito de pesquisa

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador

Santa Maria (RS), \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Qualquer dúvida entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-UFSM)

## APÊNDICE C

## ANAMNESE

**Ambulatório de Fonoaudiologia – Avaliação Otoneurológica****Anamnese**

Nome: \_\_\_\_\_ DN: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Data exame: \_\_\_\_\_

Contato: \_\_\_\_\_ Escolaridade: \_\_\_\_\_

Ocupação Progressiva: \_\_\_\_\_ Tempo: \_\_\_\_\_

Ocupação Atual: \_\_\_\_\_ Tempo: \_\_\_\_\_

**Exposição a agentes:** Físico Qual? \_\_\_\_\_ Tempo? \_\_\_\_\_ Químico Qual? \_\_\_\_\_ Tempo? \_\_\_\_\_ EPI Qual? \_\_\_\_\_ Tempo? \_\_\_\_\_Lateralidade: Manual  D  E Ocular:  D  E Uso de Lentes corretivas: \_\_\_\_\_ Cirurgia ocular: \_\_\_\_\_ Tempo: \_\_\_\_\_**1) Dados sobre o TCE**

Data do evento \_\_\_\_\_ Causado por: \_\_\_\_\_

Tempo de lesão \_\_\_\_\_ Número de TCE: \_\_\_\_\_

Classificação: \_\_\_\_\_ Local: \_\_\_\_\_ Lado: \_\_\_\_\_

Sintomas na fase aguda: \_\_\_\_\_

Medicação na fase aguda: \_\_\_\_\_

Medicação atual: \_\_\_\_\_

**2) Sequelas**2.1 Plegia  Não  MS  MI2.2 Paresia  MS  MI  Outros: \_\_\_\_\_2.3 Linguagem: Afasia  Sensorial  Motora  Disartrografia2.4  Cefaleia: \_\_\_\_\_2.5 Manifestações visuais relatadas:  Percepção visual  Motricidade ocular Diminuição da acuidade visual  Outro \_\_\_\_\_

2.6 Manifestações cognitivas: \_\_\_\_\_

2.7 Sono, atenção e memória: \_\_\_\_\_

**3) Presença de Tontura** pré  pós TCE  Rotatória  Não rotatória Lado:  E  D Manifestações neurovegetativas: \_\_\_\_\_

Início: \_\_\_\_\_ O que desencadeia: \_\_\_\_\_

Duração?  s  min  horas  dias  semanas  meses

Frequência:  diária  bisemanal  semanal  Bimensal  Mensal  Poucas vezes

Tem horário específico? \_\_\_\_\_ Qual o grau de incômodo? \_\_\_\_\_

Fatores que pioram e melhoram: \_\_\_\_\_

Relação com a alimentação e/ou medicamento:  não  sim: \_\_\_\_\_

Pontuação DHI: Físico \_\_\_\_\_ Funcional \_\_\_\_\_ Emocional \_\_\_\_\_ Total \_\_\_\_\_

**4) Manifestações Auditivas:**  Normal Perda Auditiva:  Binaural  OD  OE

Zumbido:  Binaural  OD  OE  Agudo  Grave Grau de incômodo: \_\_\_\_\_

Otalgia :  Binaural  OD  OE

**5)Saúde Geral:**

Alteração Neurológica? Parkinson, Esclerose múltipla, Síndromes? \_\_\_\_\_

DCNT:  Hipercolesterolemia  HAS/vascular  Diabetes Mellitus  Respiratória

Auto-ímmunes? Reumatismo, *lupus* \_\_\_\_\_

Endócrinas? \_\_\_\_\_  Diabetes  Hipo ou hipertireoidismo

Alterações de coluna/posturais? \_\_\_\_\_

Alterações emocionais?  não  sim  pré  pós TCE \_\_\_\_\_

**6)Vício** (inclusive os que não são mais praticados):

Tabagismo (tempo): \_\_\_\_\_  Etilismo (tempo): \_\_\_\_\_

## APÊNDICE D

## FICHA PADRONIZADA DE REABILITAÇÃO VESTIBULAR

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

1ª semana

A) Movimento de olhos e cabeça, sentado – primeiro lento, depois rápido:

- 1- Olhar para cima e para baixo;
- 2- Olhar para a direita e para a esquerda;
- 3- Aproximar e afastar o dedo, olhando para ele;
- 4- Mover a cabeça para a direita e para a esquerda com os olhos abertos.

Para cada exercício realizar 3 repetições de 10

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Manhã ( ) ( ) ( ) Tarde ( ) ( ) ( ) Noite ( ) ( ) ( )

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Manhã ( ) ( ) ( ) Tarde ( ) ( ) ( ) Noite ( ) ( ) ( )

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Manhã ( ) ( ) ( ) Tarde ( ) ( ) ( ) Noite ( ) ( ) ( )

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Manhã ( ) ( ) ( ) Tarde ( ) ( ) ( ) Noite ( ) ( ) ( )

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Manhã ( ) ( ) ( ) Tarde ( ) ( ) ( ) Noite ( ) ( ) ( )

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Manhã ( ) ( ) ( ) Tarde ( ) ( ) ( ) Noite ( ) ( ) ( )

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Manhã ( ) ( ) ( ) Tarde ( ) ( ) ( ) Noite ( ) ( ) ( )

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Manhã ( ) ( ) ( ) Tarde ( ) ( ) ( ) Noite ( ) ( ) ( )

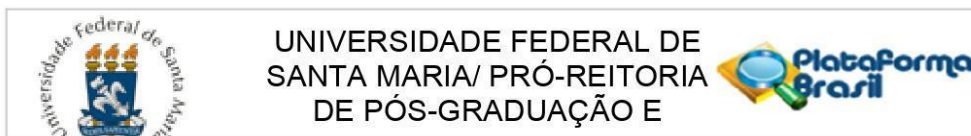
OBS:





## ANEXO A

## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** INVESTIGAÇÃO OTONEUROLÓGICA INTEGRADA: DA AVALIAÇÃO À REABILITAÇÃO VESTIBULAR

**Pesquisador:** Valdete Alves Valentins dos Santos Filha

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 87348618.3.0000.5346

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 2.732.475

**Apresentação do Projeto:**

O projeto se intitula "INVESTIGAÇÃO OTONEUROLÓGICA INTEGRADA: DA AVALIAÇÃO À REABILITAÇÃO VESTIBULAR" e se vincula ao curso de Fonoaudiologia.

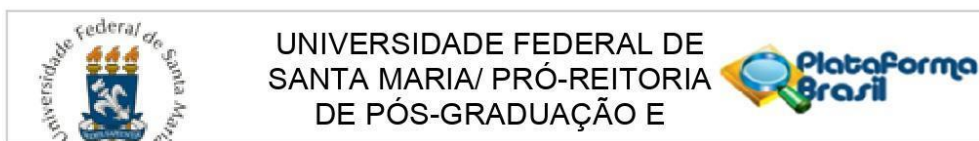
No resumo do projeto consta o seguinte texto: "Introdução: O equilíbrio e a audição constituem duas das principais habilidades vitais ao ser humano, desempenhando o papel fundamental no elo deste com o meio ambiente. Na tentativa de elucidar alguns aspectos relacionados às alterações de equilíbrio associadas ao zumbido e a perda auditiva, em especial, bem como manifestações diversas, levantou-se a hipótese de que, além do uso da avaliação vestibular, acredita-se na contribuição de procedimentos eletrofisiológicos como complementares na prática clínica Fonoaudiológica. Diante disso, a avaliação otoneurológica integrada pode representar uma ferramenta imprescindível para detectar possíveis alterações vestibulares periféricas e/ou centrais que possam estar presentes na população, apesar de pouco conhecida. Objetivo: avaliar os sistemas auditivo e vestibular (periférico e central) dos indivíduos que apresentam queixa de audição, de equilíbrio corporal e/ou sintomas neurovegetativos relacionados a possíveis fatores intervenientes, por meio da avaliação otoneurológica integrada e, posteriormente, reabilitar aqueles que apresentarem alterações por meio da Reabilitação Vestibular. Método: serão incluídos no estudo pacientes de diferentes faixas etárias, abrangendo crianças, adultos e idosos, tanto do gênero masculino como

**Endereço:** Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar

**Bairro:** Camobi **CEP:** 97.105-970

**UF:** RS **Município:** SANTA MARIA

**Telefone:** (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.732.475

feminino, os quais submetidos à avaliação otoneurológica no Ambulatório de Otoneurologia do HUSM, com realização de exames auditivos, vestibulares e eletrofisiológicos. A amostra será de conveniência, podendo ser considerada aleatória, uma vez que o seu ingresso ao serviço ocorre pelo agendamento do próprio HUSM. Quanto aos procedimentos de avaliação serão realizados: 1) Anamnese estruturada, com questões acerca da saúde auditiva/otológica e no geral; 2) Provas de Equilíbrio Estático e Dinâmico e da Função Cerebelar; 3) Posturografia Dinâmica Foam Laser; 4) Manobras de Posicionamento; 5) Potencial Evocado Miogênico Vestibular Ocular e Cervical; 6) Vectoeletronistagmografia Computadorizada; 7) Protocolos de Qualidade de Vida: World Health Organization Quality of Life (WHOQOL) – Bref e Dizziness Handicap Inventory (DHI). Quanto aos procedimentos de reabilitação, serão realizados: 1) Manobras de Reposicionamento; 2) Protocolo de Cawthorne-Cooksey."

Consta, no projeto, revisão bibliográfica, descrição dos critérios de inclusão e exclusão, cronograma, orçamento e instrumentos de coleta de dados.

**Objetivo da Pesquisa:**

Avaliar os sistemas auditivo e vestibular (periférico e central) dos indivíduos que apresentam queixas de audição, de equilíbrio corporal e/ou sintomas neurovegetativos relacionados a possíveis fatores intervenientes, por meio da avaliação otoneurológica integrada.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

A descrição de riscos e benefícios foi apresentada de modo suficiente

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

.

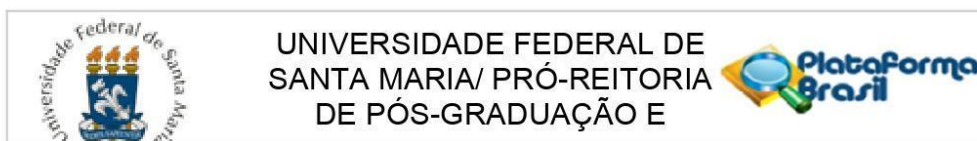
**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Foram apresentados de modo suficiente.

**Recomendações:**

Veja no site do CEP - <http://w3.ufsm.br/nucleodecomites/index.php/cep> - na aba "orientações gerais", modelos e orientações para apresentação dos documentos. ACOMPANHE AS ORIENTAÇÕES DISPONÍVEIS, EVITE PENDÊNCIAS E AGILIZE A TRAMITAÇÃO DO SEU PROJETO.

**Endereço:** Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar  
**Bairro:** Camobi **CEP:** 97.105-970  
**UF:** RS **Município:** SANTA MARIA  
**Telefone:** (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com



UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA MARIA/ PRÓ-REITORIA  
DE PÓS-GRADUAÇÃO E

Continuação do Parecer: 2.732.475

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

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1101540.pdf	21/06/2018 17:35:24		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TermoAssentFinal.pdf	21/06/2018 17:34:53	Valdete Alves Valentins dos Santos Filha	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	INVESTIGACAOOTONEUROLOGICA_2018JUNHO2.pdf	20/06/2018 15:28:41	Valdete Alves Valentins dos Santos Filha	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termoconfidencialidade.pdf	03/04/2018 18:39:54	Valdete Alves Valentins dos Santos Filha	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLAdulto.pdf	03/04/2018 18:36:03	Valdete Alves Valentins dos Santos Filha	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	gap59757.pdf	29/03/2018 15:55:36	Valdete Alves Valentins dos Santos Filha	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	gep.pdf	29/03/2018 15:50:48	Valdete Alves Valentins dos Santos Filha	Aceito
Folha de Rosto	projetovaldete.pdf	29/03/2018 15:39:15	Valdete Alves Valentins dos Santos Filha	Aceito

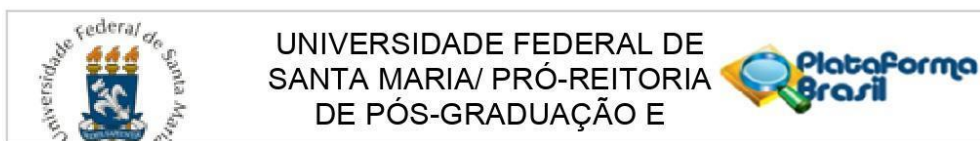
**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Endereço:** Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar  
**Bairro:** Camobi **CEP:** 97.105-970  
**UF:** RS **Município:** SANTA MARIA  
**Telefone:** (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.732.475

SANTA MARIA, 24 de Junho de 2018


---

**Assinado por:**  
**CLAUDEMIR DE QUADROS**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar  
**Bairro:** Camobi **CEP:** 97.105-970  
**UF:** RS **Município:** SANTA MARIA  
**Telefone:** (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com

## ANEXO B

## MINI EXAME DO ESTADO MENTAL

Pontuações máximas	Pontuações máximas
<p><b>Orientação Temporal Espacial</b></p> <p>1. Qual é o (a) Dia da semana? _____ 1  Dia do mês? _____ 1  Mês? _____ 1  Ano? _____ 1  Hora aproximada? _____ 1</p> <p>2. Onde estamos?</p> <p>Local? _____ 1  Instituição (casa, rua)? _____ 1  Bairro? _____ 1  Cidade? _____ 1  Estado? _____ 1</p>	<p><b>Linguagem</b></p> <p>5. Aponte para um lápis e um relógio. Faça o paciente dizer o nome desses objetos conforme você os aponta _____ 2</p> <p>6. Faça o paciente. Repetir “nem aqui, nem ali, nem lá”. _____ 1</p> <p>7. Faça o paciente seguir o comando de 3 estágios. “Pegue o papel com a mão direita. Dobre o papel ao meio. Coloque o papel na mesa”. _____ 3</p> <p>8. Faça o paciente ler e obedecer ao seguinte: <b>FECHE OS OLHOS.</b> _____ 1</p> <p>09. Faça o paciente escrever uma frase de sua própria autoria. (A frase deve conter um sujeito e um objeto e fazer sentido). <b>(Ignore erros de ortografia ao marcar o ponto)</b> _____ 1</p>
<p><b>Registros</b></p> <p>1. Mencione 3 palavras levando 1 segundo para cada uma. Peça ao paciente para repetir as 3 palavras que você mencionou. Estabeleça um ponto para cada resposta correta.  -Vaso, carro, tijolo _____ 3</p>	<p>10. Copie o desenho abaixo. Estabeleça um ponto se todos os lados e ângulos forem preservados e se os lados da interseção formarem um quadrilátero. _____ 1</p>
<p><b>3. Atenção e cálculo</b></p> <p>Sete seriado (100-7=93-7=86-7=79-7=72-7=65). Estabeleça um ponto para cada resposta correta. Interrompa a cada cinco respostas. Ou soletrar a palavra <b>MUNDO</b> de trás para frente. _____ 5</p>	
<p><b>4. Lembranças (memória de evocação)</b></p> <p>Pergunte o nome das 3 palavras aprendidas na questão</p> <p>2. Estabeleça um ponto para cada resposta correta. _____ 3</p>	
<p><b>AVALIAÇÃO do escore obtido</b></p> <p><b>Pontos de corte – MEEM</b> Brucki et al. (2003)</p> <p>20 pontos para analfabetos</p> <p>25 pontos para idosos com um a quatro anos de estudo</p> <p>26,5 pontos para idosos com cinco a oito anos de estudo</p> <p>28 pontos para aqueles com 9 a 11 anos de estudo</p> <p>29 pontos para aqueles com mais de 11 anos de estudo.</p>	<p><b>TOTAL DE PONTOS OBTIDOS</b> _____</p>



ANEXO C

ESCALA DE SINAIS DE SNELLEN PARA TRIAGEM VISUAL

<b>E</b>	1	20/200
<b>F P</b>	2	20/100
<b>T O Z</b>	3	20/70
<b>L P E D</b>	4	20/50
<b>P E C F D</b>	5	20/40
<b>E D F C Z P</b>	6	20/30
<b>F E L O P Z D</b>	7	20/25
<b>D E F P O T E C</b>	8	20/20
<b>L E F O D P C T</b>	9	
<b>F D P L T C E O</b>	10	
<b>P E Z O L C F T D</b>	11	

<b>1</b>	<b>M</b>	0,1
<b>2</b>	<b>W E</b>	0,2
<b>3</b>	<b>≡ W E</b>	0,3
<b>4</b>	<b>M ≡ W E</b>	0,4
<b>5</b>	<b>E M E W ≡</b>	0,5
<b>6</b>	<b>W ≡ W E ≡</b>	0,6
<b>7</b>	<b>M E W ≡ M E</b>	0,7
<b>8</b>	<b>≡ ≡ M E W M E</b>	0,8
<b>9</b>	<b>≡ W E M ≡ W ≡</b>	0,9
<b>10</b>	<b>E W E M ≡ W M</b>	1,0 NORMAL
<b>11</b>	<b>E W ≡ M E W E</b>	1,2
<b>12</b>	<b>≡ W M E W ≡ M</b>	1,5





## ANEXO D

## QUESTIONÁRIO DIZZINESS HANDICAP INVENTORY (DHI)

DIZZINESS HANDICAP INVENTORY (DHI)		RESPOSTAS		
ASPECTO	QUESTÕES	SIM (04)	ÀS VEZES (02)	NÃO O (0)
Físico	Olhar para cima piora o seu quadro de tontura?			
Emocional	Por causa da sua doença, você se sente frustrado?			
Funcional	Por causa da sua doença, você restringe suas viagens turísticas ou trabalho?			
Físico	Caminhar ao longo dos corredores de um supermercado piora seu quadro?			
Funcional	Por causa do seu problema, você tem dificuldade para deitar-se na cama ou levantar-se dela?			
Funcional	A sua doença restringe sua participação em atividades sociais, como sair para jantar, ir ao cinema, dançar ou ir a festas?			
Funcional	Por causa da sua doença, você tem dificuldades para ler?			
Físico	Atividades de esporte ou limpeza doméstica pioram seu quadro clínico?			
Emocional	Por causa da sua doença, você tem medo de sair de casa sem algum acompanhante?			
Emocional	Por causa da sua doença, você se sente desconfortável (envergonhado) na frente dos outros?			
Físico	Movimentos rápidos da cabeça pioram seu estado clínico?			
Funcional	Por causa da sua doença, você evita lugares altos?			
Físico	Mudar de posição na cama, quando deitado (a), piora seu quadro clínico?			
Funcional	Por causa da sua doença, torna-se difícil realizar atividades domésticas mais vigorosas?			
Emocional	Por causa da sua doença, você tem medo de que pessoas pensem que você está embriagado?			
Funcional	Por causa da sua doença, é difícil para você andar desacompanhado?			
Físico	Caminhar na calçada piora o seu quadro clínico?			
Emocional	Por causa da sua doença, sua concentração fica prejudicada?			
Funcional	Por causa da sua doença, você tem medo de andar no escuro?			
Emocional	Por causa da sua doença, você tem medo de ficar em casa desacompanhado (a)?			
Emocional	Por causa da sua doença, você se sente prejudicado(a)?			
Emocional	Por causa da sua doença, você já teve problemas de relacionamento com amigos ou familiares?			
Emocional	Por causa da sua doença, você fica deprimido(a)?			
Funcional	A sua doença interfere nas suas atividades profissionais?			
Físico	Debruçar-se piora seu quadro clínico?			