

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE

**CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL EVOCADO MIOGÊNICO  
VESTIBULAR OCULAR EM CRIANÇAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
THAÍSA RODRIGUES BRUSCO

Porto Alegre, Brasil, 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE

**CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL EVOCADO MIOGÊNICO  
VESTIBULAR OCULAR EM CRIANÇAS**

THAÍSA RODRIGUES BRUSCO

**Orientador: Prof. Dr. Sady Selaimen da Costa**

**Coorientadora: Profa. Dra. Pricila Sleifer**

A apresentação desta dissertação é exigência do Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para obtenção do título de Mestre.

Porto Alegre, Brasil, 2018

### CIP - Catalogação na Publicação

Brusco, Thaísa Rodrigues

Caracterização do potencial evocado miogêncio vestibular ocular em crianças / Thaísa Rodrigues Brusco. -- 2018.

83 f.

Orientador: Sady Selaimen da Costa.

Coorientadora: Pricila Sleifer.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente, Porto Alegre, BR-RS, 2018.

1. Otoneurologia. 2. Audiologia. 3. Potencial evocado. 4. Equilíbrio. I. Costa, Sady Selaimen da, orient. II. Sleifer, Pricila, coorient. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

**FACULDADE DE MEDICINA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE DA CRIANÇA E DO  
ADOLESCENTE**

ESTA DISSERTAÇÃO FOI DEFENDIDA PUBLICAMENTE EM:

10 / 04 / 2018

E, FOI AVALIADA PELA BANCA EXAMINADORA COMPOSTA POR:

Profa. Dra. Cristina Soldeira

(Departamento de Fonoaudiologia  
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre)

Prof. Dr. Rudimar dos Santos Riesgo

(Departamento de Pediatria – Faculdade de Medicina  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Profa. Dra. Valdete Alves Valentins dos Santos Filha

(Departamento de Fonoaudiologia  
Universidade Federal de Santa Maria)

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Sady Selaimen da Costa pelo aceite em ser meu orientador e pela disponibilidade de sempre auxiliar no que fosse necessário para a realização deste trabalho.

À Profa. Dra. Pricila Sleifer que sempre dedicou seu tempo, com muita atenção e paciência, para me orientar a cada passo deste trabalho. É um exemplo para mim.

Ao Dr. Francisco Carlos Zuma e Maia por todo incentivo na área acadêmica e por confiar em mim como profissional.

À Dra. Berenice Dias Ramos e à Fga. Juliana Souza por todo apoio e pelas nossas constantes trocas de conhecimento.

Aos meus pais, Valmor e Marilene, e ao meu irmão, Geancarlo, pelo incentivo, pela preocupação e por cada palavra e olhar de afeto nos momentos difíceis.

Ao meu namorado, Roger, por todo amor, carinho, paciência e compreensão que sempre me dedica.

Às colegas Vanessa, Dayane, Dulce e todos os demais integrantes do Grupo de Estudos em Eletrofisiologia da Audição e Neuroaudiologia por compartilharmos este caminho.

A todos que, mesmo não sendo citados aqui, contribuíram de alguma forma para a conclusão desta etapa

## RESUMO

**Objetivo:** Caracterizar as respostas do potencial evocado miogênico vestibular ocular (oVEMP) em crianças com limiares auditivos dentro dos padrões de normalidades e sem queixas auditivas e vestibulares.

**Métodos:** Estudo do tipo transversal com 42 crianças normo-ouvintes de sete a onze anos, sem queixas vestibulares. Para a execução do procedimento eletrofisiológico oVEMP, foi utilizado o equipamento *Masbe ATC Plus*, da marca *Contronic*. O eletrodo terra foi fixado na fronte, os eletrodos referência foram posicionados na região infraorbital contralateral ao lado testado, um no lado direito e outro no lado esquerdo, e os ativos foram posicionados logo abaixo dos negativos.

**Resultados:** A média das latências de N1 foi de 10,8 ms em ambas as orelhas e de P1 foi de 16 ms na orelha direita e 16,1 ms na orelha esquerda. A média da amplitude foi de 31,4  $\mu$ V na orelha direita e 30,7  $\mu$ V na orelha esquerda. A média do índice de assimetria foi de 9,8%. Não houve diferença estatisticamente significativa nos valores de latência de N1 ( $p=0,356$ ), P1 ( $p=0,715$ ) e amplitude ( $p=0,631$ ) entre orelhas. Não foram encontradas diferenças estatísticas para as latências e as amplitudes do oVEMP em relação aos sexos dos participantes. Constatou-se correlação negativa entre idade e latência e correlação positiva entre idade e amplitude.

**Conclusão:** O oVEMP foi registrado em todas as crianças da amostra. Não foi encontrada diferença significativa entre sexo das crianças. Constatou-se correlação negativa entre idade e latência e correlação positiva entre idade e amplitude.

**Descritores:** Potenciais Evocados Miogênicos Vestibulares; Testes de Função Vestibular; Criança.

## ABSTRACT

**Objectives:** To characterize the responses of the Ocular Vestibular Evoked Myogenic Potential (oVEMP) in children with hearing thresholds within the standards of normality and without auditory and vestibular complaints.

**Methods:** A cross-sectional study with 42 normal listener children from seven to eleven years old, without vestibular complaints. In order to perform the electrophysiological procedure oVEMP, the *Contronic Masbe* ATC Plus equipment was used. The ground electrode was fixed to the forehead, the reference electrodes were positioned in the contralateral infraorbital region to the side tested, one on the right side and one on the left side, and the active electrodes were positioned just below the reference ones.

**Results:** The N1 mean latency was 10.8 ms in both ears and the P1 was 16 ms in the right ear and 16.1 ms in the left ear. The mean amplitude was 31.4  $\mu$ V in the right ear and 30.7  $\mu$ V in the left ear. The mean asymmetry index was 9.8%. There was no statistically significant difference in the N1 latency values of N1 ( $p = 0.356$ ), P1 ( $p = 0.715$ ) and amplitude ( $p = 0.631$ ) between ears. No statistical differences were found for the oVEMP latencies and amplitudes in relation to the gender of the participants. There was a negative correlation between age and latency, and a positive correlation between age and amplitude.

**Conclusion:** OVEMP was recorded in all children in the sample. No statistical differences were found in relation to the gender of the participants. There was a negative correlation between age and latency and positive correlation between age and amplitude.

**Keywords:** Vestibular Evoked Myogenic Potentials; Vestibular Function Tests; Child.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.</b> Vista ântero-lateral do labirinto direito, com a cápsula óssea parcialmente removida..	17
<b>Figura 2.</b> Orientação espacial dos canais semicirculares.....	18
<b>Figura 3.</b> Células ciliadas na cúpula.....	19
<b>Figura 4.</b> Estrutura e função da mácula utricular direita e esquerda durante inclinação da cabeça para a direita (A), durante o repouso (B) e durante a inclinação para a esquerda (C).....	19
<b>Figura 5.</b> Mácula do utrículo e sáculo.....	20
<b>Figura 6.</b> Organização central do reflexo vestibulo-ocular na vista dorsal do tronco encefálico..	25
<b>Figura 7.</b> Componentes básicos de um equipamento para registro dos potenciais evocados auditivos.....	31
<b>Figura 8.</b> Registro das Ondas P13 e N23 do cVEMP em um paciente adulto normo-ouvinte sem queixas vestibulares.....	36
<b>Figura 9.</b> Principais projeções neurais subjacentes dos VEMP.....	38
<b>Figura 10.</b> Registro das Ondas N1 e P1 do oVEMP em um paciente adulto normo-ouvinte sem queixas vestibulares.....	39
<b>Figura 11.</b> Disposição dos eletrodos.....	49
<b>Figura 12.</b> Teste de verificação da impedância dos eletrodos em relação à pele.....	50
<b>Figura 13.</b> Registros do EEG.....	50



## LISTA DE ABREVIATURAS

ATL – audiometria tonal limiar

CSC – canal semicircular

dB - decibel

ECA – Estatuto da Criança e do Adolescente

EEG – eletroencefalograma

cVEMP – potencial evocado miogênico vestibular cervical  
*et al.* – e colaboradores

Hz – hertz

IPRF – índice percentual de reconhecimento de fala

LRF – limiar de reconhecimento de fala

MIA – medidas de imitância acústica

ms – milissegundos

N – registro do pico mais negativo de uma onda

N1 – registro da onda com pico negativo no exame oVEMP

N23 – registro da onda com pico negativo no exame cVEMP

nº – número

oVEMP – potencial evocado miogênico vestibular ocular

P – registro do pico mais positivo da onda

P1 – registro da onda com pico positivo no exame oVEMP

P13 – registro da onda com pico positivo no exame cVEMP

PEA – potencial evocado auditivo

RVE – reflexo vestibulo-espinal

RVO – reflexo vestibulo-ocular

SPSS – *Statistical Package for the Social Sciences*

TCLE – termo de consentimento livre e esclarecido

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

VEMP – potencial evocado miogênico vestibular

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\Omega$  – *Ohm*

$\mu\text{V}$  – Microvolts

% – Porcentagem

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	16
2.1 PRINCÍPIOS ANATOMOFISIOLOGICOS DO EQUILÍBRIO.....	16
2.1.1 Sistema Vestibular Periférico.....	16
2.1.2 Sistema Vestibular Central.....	21
2.1.3 Reflexos envolvidos na estabilização da cabeça no espaço.....	22
2.1.3.1 Reflexo Vestíbulo-espinhal.....	23
2.1.3.2 Reflexos Cervicocervicais.....	23
2.1.4 Reflexos envolvidos na estabilização do olho no espaço.....	24
2.1.4.1 Reflexo Vestíbulo-Ocular.....	24
2.1.4.2 Reflexo Optocinético.....	26
2.1.4.3 Reflexo Cervicocular.....	26
2.2 ALTERAÇÕES DO EQUILÍBRIOCORPORAL.....	27
2.2.1 Alterações do equilíbrio em crianças.....	28
2.3 POTENCIAIS EVOCADOS.....	30
2.3.1 Transdutor.....	32
2.3.2 Eletrodos.....	32
2.3.3 Janela.....	32
2.3.4 Amplificação.....	32
2.3.5 Filtros.....	33
2.3.6 Promediação do Sinal.....	33
2.4 POTENCIAIS EVOCADOS MIOGÊNICOS VESTIBULARES.....	33
2.4.1 Potencial Evocado Miogênico Vestibular Cervical.....	35
2.4.2 Potencial Evocado Miogênico Vestibular Ocular.....	37
2.4.2.1 Aplicações clínicas do oVEMP.....	41
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	44
<b>4 OBJETIVOS</b> .....	45
4.1 OBJETIVO GERAL.....	45
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	45
<b>5 METODOLOGIA</b> .....	46
5.1 DELINEAMENTO.....	46
5.2 AMOSTRA.....	46
5.3 TIPO DE AMOSTRAGEM.....	46
5.4 CÁLCULO DO TAMANHO AMOSTRAL.....	46
5.5 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO.....	47
5.6 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	47
5.7 COLETA DE DADOS.....	47
5.8 ASPECTOS ÉTICOS.....	51
5.9 LEVANTAMENTO DE DADOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	52
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	53
<b>6 ARTIGO ORIGINAL</b> .....	59
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	75
APÊNDICES.....	76
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....	76
APÊNDICE B – PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS .....	79

APÊNDICE C – TERMO DE COMPROMISSO DE UTILIZAÇÃO E DIVULGAÇÃO DE DADOS.....	81
--	----

## 1 INTRODUÇÃO

O equilíbrio corporal humano compreende uma complexa tarefa motora, que envolve a detecção sensorial dos movimentos do corpo, a integração das informações sensoriomotoras no sistema nervoso central e a execução das respostas musculoesqueléticas adequadas (GANANÇA *et al.*, 2000; MAIA, 2011). Para que o equilíbrio funcione de maneira plena, é necessária uma excelente associação entre a visão, a sensibilidade proprioceptiva e o aparelho vestibular (MAIA; PORTINHO, 2014). Na ocorrência de alguma alteração que leve ao mau funcionamento de um desses sistemas ou qualquer situação que ocasione discrepância entre as informações provenientes deles, o indivíduo pode sentir uma sensação ilusória de movimento do próprio corpo ou do ambiente, denominada *tontura* (JAHN *et al.*, 2011; BOHLSSEN; MARTINS, 2015; MEIRELLES, 2015).

Embora a maior parte de pesquisas científicas esteja focada em investigar o equilíbrio e as alterações na população adulta, as vestibulopatias na infância também merecem atenção por não serem tão raras como se supõe (VALENT; MCCASLIN, 2011). Estima-se que a vertigem da infância represente 1% das consultas em neurologia pediátrica, além de estar presente em 13% das crianças encaminhadas para avaliação auditiva (MEIRELLES, 2015). Entretanto, o diagnóstico pode ser prejudicado pela diversidade de sintomas que as crianças apresentam, muitas vezes diferentes dos sintomas de indivíduos adultos (FORMIGONI *et al.*, 1999; BOHLSSEN; MARTINS, 2015), e pela dificuldade delas em relatar e descrever o desconforto (LAVINSKY; ABELIN; LAVINSKY, 1999; VALENT; MCCASLIN, 2011; GIOACHINI *et al.*, 2014; BOHLSSEN; MARTINS, 2015).

Alguns autores defendem que, na grande maioria dos casos, os problemas vestibulares na criança são decorrentes da imaturidade do sistema vestibular e, por esse motivo, acreditam ser desnecessária a abordagem clínica da patologia (GANANÇA *et al.*, 1997; BITTAR, 2002). Contudo, sabe-se que os distúrbios vestibulares pediátricos têm grande impacto no desenvolvimento infantil, pois podem acarretar uma série de efeitos, tais como atraso no desenvolvimento motor e no aprendizado, interferindo potencialmente na linguagem, na fala, na escrita e na leitura (LAVINSKY; ABELIN; LAVINSKY, 1999), além de a criança sofrer repercussões dos distúrbios vestibulares na vida diária, podendo apresentar comprometimento cognitivo e isolamento social (FORMIGONI *et al.*, 1999; GIOACHINI *et al.*, 2014).

A avaliação do paciente com sintomas que sugerem disfunção vestibular deve ser fundamentada em um sólido conhecimento da sua anatomofisiologia. É necessária a realização de uma bateria de testes que tem como objetivo avaliar o equilíbrio estático e dinâmico, o reflexo vestibulo-ocular (RVO) e o reflexo vestibulo-espinhal (RVE), por meio da avaliação clínica e de exames como posturografia computadorizada, vectoeletronistagmografia, *video head impulse test* e potencial evocado miogênico vestibular (VEMP) (VAZQUEZ-PEREZ; YLHUICATZI-RODRIGUEZ; ARIZA-ANDRACA, 2017).

O VEMP é um exame complementar da avaliação otoneurológica que apresenta diversas características favoráveis à sua utilização por ser um exame objetivo, não invasivo, rápido, de fácil execução, de baixo custo e que não traz grande desconforto ao paciente (COLEBATCH; HALMAGYI; SKUSE, 1994; DAVID; COLAFÉMINA, 2002; PEREIRA *et al.*, 2015). Trata-se de um teste da função dos órgãos otolíticos, o qual fornece informações sobre a função do sáculo e da divisão inferior do nervo vestibular e do utrículo e da divisão superior do nervo vestibular (CAL *et al.*, 2014).

Atualmente, o VEMP vem sendo estudado e utilizado na prática clínica para a investigação de possíveis alterações na orelha interna ou na condução neural, desde o nervo vestibular até a resposta motora muscular, em pacientes que sofrem de tontura ou vertigem (DAVID; COLAFÉMINA, 2002; LAMOUNIER, 2017). As respostas do esternocleidomastoideo são nomeadas VEMP cervical (cVEMP), enquanto as respostas extraoculares são nomeadas VEMP ocular (oVEMP).

O cVEMP é um potencial que tem como origem as células da mácula sacular, bem como sua aferência por meio da divisão inferior do nervo vestibular e núcleo vestibular lateral e sua eferência por meio das vias vestibulo-espinhais descendentes e dos motoneurônios do músculo esternocleidomastoideo ipsilateral. Sua resposta é proveniente de um arco reflexo de três neurônios, que está envolvido na manutenção do equilíbrio corporal, e abrange a orelha interna, o tronco encefálico e a via vestibulo-espinhal (FELIPE; SANTOS; GONÇALVES, 2008; CAL *et al.*, 2014; VERSINO *et al.*, 2015; LAMOUNIER, 2017).

O oVEMP é registrado por eletrodos de superfície, fixados abaixo dos olhos, e representa uma atividade eletromiográfica dos músculos oblíquo inferior e reto inferior, durante o reflexo vestibulo-ocular (RVO) (CAL *et al.*, 2014; SILVA; RESENDE; SANTOS, 2016). Caracteriza-se por um potencial excitatório de curta latência, em aproximadamente 10 ms, em virtude de os

músculos extraoculares responderem com ativação rápida e precisa, para manterem a visão durante os movimentos cefálicos, devido ao RVO (CAL *et al.*, 2014). De acordo com o conhecimento anatômico e neurofisiológico atual, o oVEMP tem o utrículo e a divisão superior do nervo vestibular como sua origem principal, e sua resposta é melhor registrada na musculatura periocular contralateral (WELGAMPOLA; COLEBATCH, 2005; MANZARI; BURGESS; CURTHOYS, 2010; CURTHOYS *et al.*, 2011; SHIN *et al.*, 2012; KANTNER; GÜRKOY; 2012; LAMOUNIER, 2017; MACAMBIRA *et al.*, 2017).

O teste oVEMP foi padronizado em adultos e seus valores de normalidade foram definidos (PIKER *et al.*, 2013), contudo, devido à escassez de estudos nacionais e internacionais descrevendo os resultados do oVEMP em crianças sem queixas auditivas e vestibulares, a normatização do VEMP ocular, com diferentes protocolos e em diversas faixas etárias, se faz essencial para uma maior evidência científica, a fim de transpor esse conhecimento à aplicabilidade clínica, visando a uma avaliação vestibular completa e efetiva de crianças. Partindo desse pressuposto, o presente estudo visa a caracterizar as respostas do oVEMP em crianças com limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade e sem queixas auditivas e vestibulares.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

A presente revisão de literatura tem como propósito abordar tópicos considerados relevantes, a fim de possibilitar ao leitor maior compreensão do estudo realizado e da importância e da utilidade do oVEMP. Primeiramente, será apresentada a anatomofisiologia do equilíbrio e, em seguida, serão abordadas as alterações vestibulares. Por fim, serão elucidados os potenciais evocados miogênicos vestibulares, enfatizando os oculares, e a sua relevância e aplicabilidade clínica na população infantil.

### 2.1 PRINCÍPIOS ANATOMOFISIOLÓGICOS DO EQUILÍBRIO

O equilíbrio corporal é definido como a manutenção de uma postura particular do corpo com um mínimo de oscilação e a manutenção da postura durante o desenvolvimento de uma habilidade motora que perturba a orientação corporal (SILVEIRA *et al.*, 2006).

Para o correto funcionamento do equilíbrio, o corpo depende da integridade dos sistemas vestibulares, periférico e central, que englobam os mecanismos proprioceptivos complementados pelos mecanismos visuais. Fazem parte da propriocepção os receptores articulares, responsáveis pela propriocepção geral, e os labirintos, responsáveis pela propriocepção espacial. Ambos captam as vibrações mecânicas e, juntamente com as informações do sistema visual, enviam os dados para os núcleos vestibulares, localizados no tronco encefálico, tálamo e córtex, onde serão geradas informações a respeito da orientação espacial e da percepção do movimento (MAIA; PORTINHO, 2014).

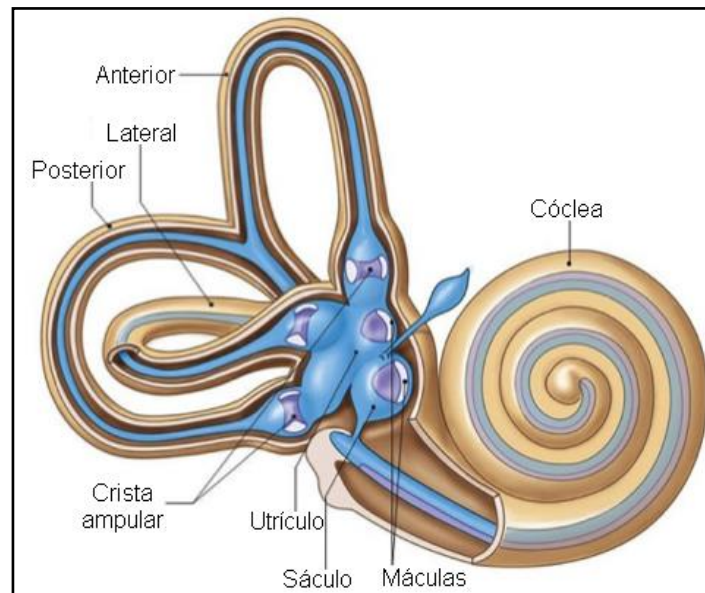
#### 2.1.1 Sistema Vestibular Periférico

A porção periférica inicia-se por uma escavação na porção petrosa do osso temporal, denominada *labirinto ósseo*, o qual é preenchido por uma série de estruturas membranosas que se moldam à parte óssea, o labirinto membranoso. O espaço existente entre os labirintos ósseo e membranoso é preenchido pela perilinfa, líquido com composição semelhante à do líquido cefalorraquidiano. O labirinto membranoso é preenchido pela endolinfa, um líquido rico em potássio e pobre em sódio e cálcio. Essa estrutura é composta, em sua porção anterior, pela cóclea;



em sua porção intermediária, por duas estruturas arredondadas, o sáculo e o utrículo; e, na região posterior, pelos três canais semicirculares (CSCs) – anterior, lateral e posterior (MUNHOZ *et al*, 2000; MAIA; PORTINHO, 2014), conforme demonstrado na Figura 1.

**Figura 1.** Vista ântero-lateral do labirinto direito, com a cápsula óssea parcialmente removida.

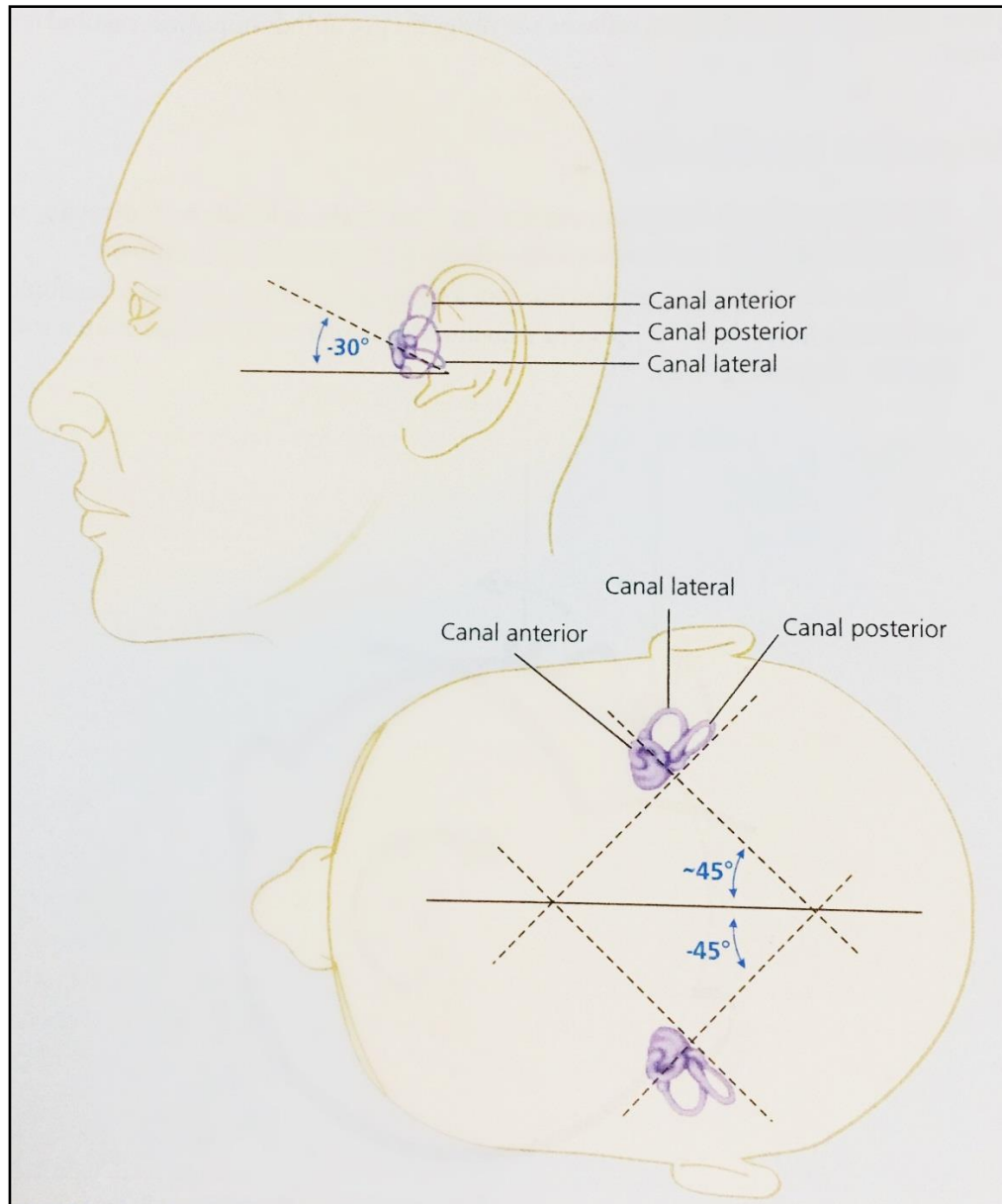


**Fonte:** Adaptada de *Hearth, Medicine and Anatomy Reference Pictures* (2017).

O labirinto contém células ciliadas que são responsáveis por detectar a posição da cabeça e a aceleração linear e angular dos movimentos, assim como por transformar o estímulo mecânico de aceleração em estímulo elétrico. Elas estão presentes nos CSCs e nos órgãos otolíticos e têm a aparência de cílios organizados em ordem crescente na direção de um único cinóclio (MUNHOZ *et al*, 2000; MAIA; PORTINHO, 2014).

Os canais semicirculares são três estruturas com diâmetro aproximado de 8 mm, dispostas ortogonalmente entre si. O CSC lateral está localizado aproximadamente a 30° do plano horizontal; os CSCs anterior e posterior formam entre si um ângulo de 90° e com o CSC lateral um ângulo de 45° (Figura 2) (MAIA; PORTINHO, 2014).

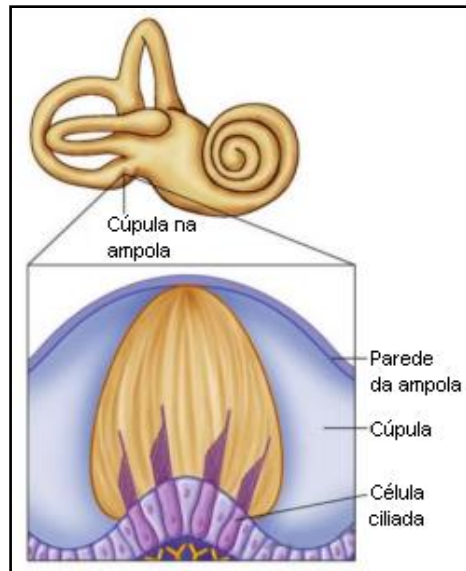
**Figura 2.** Orientação espacial dos canais semicirculares.



**Fonte:** MAIA; PORTINHO, 2014.

As duas extremidades de cada um dos CSCs terminam no utrículo. Uma das extremidades é aberta, promovendo a comunicação entre o CSC e o utrículo. A outra apresenta uma dilatação, denominada *ampola*, que contém uma estrutura chamada cúpula, composta por uma substância gelatinosa que contém as células ciliadas, conforme demonstra a Figura 3 (ULMER; CHAYS, 2005).

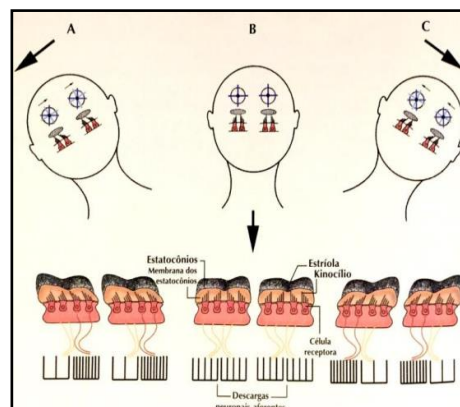
**Figura 3.** Células ciliadas na cúpula.



**Fonte:** Adaptada de *Pearson Education* (2017).

O movimento da cabeça leva ao movimento da endolinfa contida no CSC. Devido à inércia, o deslocamento da endolinfa ocorre na direção oposta, e isso provoca deflexão da cúpula e inclinação dos cílios (ULMER; CHAYS, 2005). A Figura 4 demonstra essa movimentação.

**Figura 4.** Estrutura e função da mácula utricular direita e esquerda durante inclinação da cabeça para a direita (A), durante o repouso (B) e durante a inclinação para a esquerda (C).



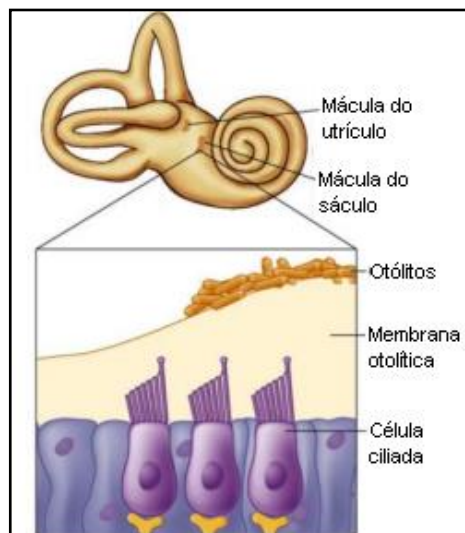
**Fonte:** BONALDI *et al.*, 2004.

Os canais semicirculares são responsáveis pelas acelerações angulares que ocorrem durante a rotação da cabeça ou do corpo. Cada ducto tem um máximo de sensibilidade ao movimento

angular, em um eixo perpendicular à sua posição. Devido ao fato de os movimentos rotatórios da cabeça não ocorrerem apenas nos planos exatos dos canais, mais de um par é excitado simultaneamente pela maioria dos movimentos. Um movimento voltado para a máxima excitação de um membro do par funcional produz a máxima inibição do outro membro (ULMER; CHAYS, 2005; MAIA; PORTINHO, 2014).

Juntamente com os CSCs, os órgãos otolíticos, sáculo e utrículo, formam os órgãos receptores. Ambos são estruturas ovóides e contêm células ciliadas em uma estrutura denominada *mácula*. Os cílios também estão envoltos em uma substância gelatinosa, a membrana otolítica, acima da qual estão os otólitos. Mudanças na posição da cabeça e movimentos com aceleração linear levam a movimentos dos otólitos sobre a camada gelatinosa, com conseqüente inclinação dos cílios. A mácula utricular está na posição horizontal, tornando-se sensível a movimentos no plano horizontal e a inclinações da cabeça, e encontra-se principalmente relacionada com a motricidade ocular. Em contrapartida, a mácula sacular está em posição vertical, tornando-se sensível à aceleração vertical, como a gravidade, e está relacionada principalmente com o controle dos ajustes posturais (ULMER; CHAYS, 2005; MARELLI, 2012; MAIA; PORTINHO, 2014). Essas estruturas estão representadas na Figura 5.

**Figura 5.** Mácula do utrículo e do sáculo.



**Fonte:** Adaptada de *Pearson Education* (2017).

A inervação do labirinto membranoso é realizada pelo nervo vestibulococlear, que se divide em dois ramos: o coclear, que inerva a cóclea, e o vestibular, que inerva o aparelho vestibular. O nervo vestibular divide-se em ramo superior, proveniente do utrículo e dos ductos semicirculares superior e lateral, e ramo inferior, proveniente do sáculo e do ducto semicircular posterior (MARELLI, 2012).

A visão complementa a percepção do movimento, por meio do processamento de informações eletromagnéticas, que são processadas e se incorporam aos mecanismos proprioceptivos, resultando na convergência sensorial que ocorre nos núcleos vestibulares (MARELLI, 2012).

As principais funções do sistema vestibular são a estabilização da imagem na retina, o ajuste postural e a orientação gravitacional. Para que essas atividades sejam realizadas, é necessário que as informações sobre a posição e o movimento da cabeça, indicadas pelo labirinto, que age como um sensor de posição e movimento, sejam concordantes e coerentes com as informações geradas pelos receptores gerais e pela análise visual processada eletromagneticamente. Assim, o sistema vestibular informa sobre a aceleração linear produzida, a retina capta e envia os deslocamentos das imagens visuais, enquanto os sistemas sensitivo e motor farão o mesmo referente aos movimentos necessários para o deslocamento (KLEINER; SCHLITTLER; SÁNCHEZ-ARIAS, 2011).

### **2.1.2 Sistema Vestibular Central**

As fibras provenientes do ramo vestibular do nervo vestibulococlear projetam-se principalmente sobre os núcleos vestibulares ipsilaterais. Os núcleos vestibulares estão localizados no assoalho do IV ventrículo, na junção da ponte com a parte superior do bulbo. Eles dividem-se em quatro núcleos: lateral, medial, superior e inferior (SILVEIRA *et al.*, 2006).

O núcleo vestibular lateral participa do controle da postura e pode ser dividido em duas zonas: porção rostroventral, que recebe aferências do utrículo, do sáculo e do canal semicircular superior; e porção dorsocaudal, que recebe as aferências não labirínticas provenientes do cerebelo e da medula espinhal (SILVEIRA, 2006; BONALDI, 2004).

O núcleo superior recebe aferências ampolares e o núcleo medial recebe aferências ampolares e utriculares em menor quantidade. Ambos os núcleos recebem fibras predominantemente dos canais semicirculares. Os neurônios do núcleo medial são

predominantemente excitatórios, enquanto aqueles do núcleo superior são predominantemente inibitórios (BONALDI, 2004; SILVEIRA *et al.*, 2006).

O núcleo inferior é responsável pela integração entre labirinto, cerebelo, formação reticular, medula espinhal e núcleos vestibulares contralaterais. Além disso, ele recebe aferências dos canais semicirculares, do utrículo e do sáculo (SILVEIRA *et al.*, 2006).

Existem relações entre os núcleos vestibulares e diversas estruturas centrais, como cerebelo, mesencéfalo, tubérculos quadrigeminais, tálamo e córtex cerebral. Esses centros vestibulares também se conectam com os núcleos contralaterais, através das fibras comissurais, com os centros medulares e com os núcleos oculomotores, constituindo suporte anatômico dos reflexos vestibulo-espinhais e vestibulo-ocular (BONALDI, 2004).

As vias comissurais unem os núcleos homólogos e simétricos bilateralmente. Considera-se esse sistema comissural um inibidor dos canais semicirculares e excitatório dos órgãos otolíticos, de modo geral (SILVEIRA *et al.*, 2006).

O cerebelo, órgão situado na fossa posterior craniana atrás do tronco cerebral, controla a atividade dos núcleos vestibulares por meio de quatro subunidades do denominado *cerebelo vestibular*, quais sejam: flóculo, nóculo, úvula e paraflóculo ventral. O cerebelo vestibular controla e mantém o equilíbrio estático e a fixação da imagem sobre a retina durante os movimentos da cabeça. Lesões nessa região causam hipertonia de descerebração, perturbação da posição ortostática e nistagmo, com instabilidade do olhar (BONALDI, 2004).

A existência de uma representação cortical do sistema vestibular foi sugerida por alguns autores por meio da demonstração de potenciais evocados no córtex cerebral entre a área auditiva e sensorial somática após estímulo do labirinto de animais e da demonstração em humanos de sensação de vertigem após estimulação direta do córtex do lobo temporal. As áreas corticais relacionadas às representações do sistema vestibular são o córtex visual primário, o córtex temporal medial e súpero-medial e o córtex parietal posterior e frontal (BONALDI, 2004; SILVEIRA *et al.*, 2006).

### **2.1.3 Reflexos envolvidos na estabilização da cabeça no espaço**

O estímulo dos receptores labirínticos desencadeia diversas reações involuntárias estereotipadas da cabeça e dos segmentos corporais. Essas respostas são denominadas *reflexos* e

podem ser de direcionamento e de equilíbrio estático e dinâmico (HAIN; RAMASWAMY; HILLMAN, 2002).

Os reflexos de direcionamento detectam a posição da cabeça em relação à gravidade; os reflexos de equilíbrio estático corrigem a posição da cabeça durante as mudanças de sua posição fundamental em relação ao corpo, tendendo a manter a cabeça em posição horizontal e evitando quedas; e os reflexos de equilíbrio dinâmico mantêm a sustentação cervical e corporal durante as mudanças súbitas de orientação no espaço ou durante os deslocamentos corporais (SILVEIRA *et al.*, 2006).

#### 2.1.3.1 Reflexo Vestíbulo-Espinal

Os reflexos vestibulo-espinhais (RVE) atuam no pescoço e nos membros e são evocados por informações sensoriais a partir dos órgãos otolíticos e dos canais semicirculares. Esses órgãos informam o cérebro sobre a direção gravitacional e a aceleração produzida durante movimentos cefálicos nos planos horizontal e sagital, bem como provocam um deslocamento compensatório do segmento cefálico em sentido oposto ao da rotação do corpo, gerando um movimento corpóreo de compensação com o objetivo de manter a estabilidade da cabeça e do corpo e evitar quedas (SILVEIRA, 2006).

#### 2.1.3.2 Reflexos Cervicocervicais

A estabilização do olhar no espaço necessita da participação de aferências proprioceptivas musculoesqueléticas estimuladas pela mudança de orientação da cabeça em relação ao tronco. Essas informações provêm dos receptores articulares da coluna vertebral e dos fascículos neuromusculares que se projetam, em sua maioria, sobre os núcleos vestibulares. Dessa forma, os reflexos cervicocervicais realizam a estabilização da cabeça em relação ao tronco por meio da contração dos músculos cervicais com origem nos receptores (HAIN; RAMASWAMY; HILLMAN, 2002; SILVEIRA, 2006).

### 2.1.4 Reflexos envolvidos na estabilização do olho no espaço

O sistema vestibular controla os movimentos oculares durante os deslocamentos da cabeça e estabiliza o olhar durante os deslocamentos do campo visual por meio dos reflexos vestibulo-ocular (RVO) e optocinético, respectivamente. O deslocamento da cabeça em relação ao tronco também provoca um reflexo de estabilização do olhar, por meio do reflexo cérvico-ocular (HAIN; RAMASWAMY; HILLMAN, 2002).

#### 2.1.4.1 Reflexo Vestíbulo-Ocular

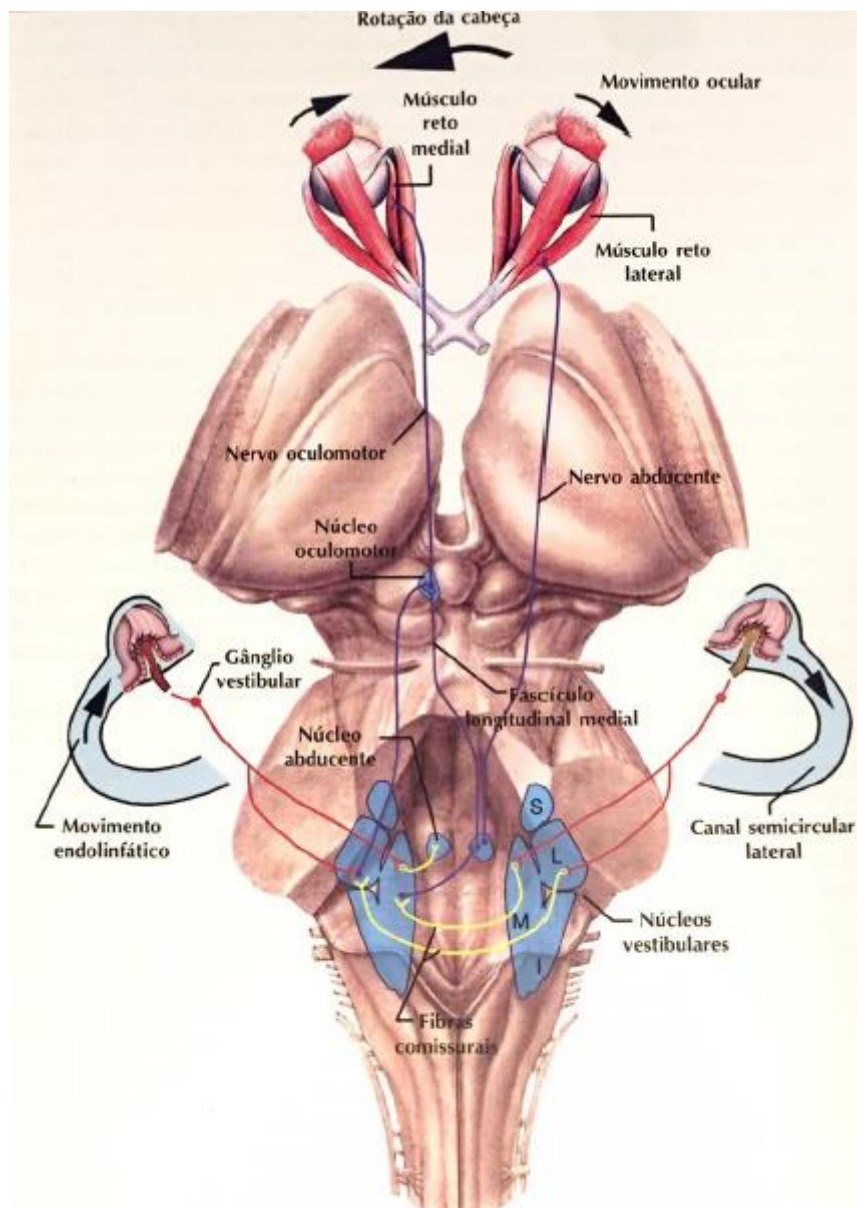
Acelerações horizontais cefálicas geram movimentos oculares conjugados compensatórios na direção oposta, por meio do RVO, com o objetivo de manter a visão nítida e clara por estabilização de imagem na retina, principalmente durante os movimentos rápidos de cabeça (MAIA, 2011). Em uma situação de normalidade, o movimento ocular produzido pelo movimento cefálico é igual, de mesma velocidade, mas oposto à sua direção (HAIN; RAMASWAMY; HILLMAN, 2002).

Esses reflexos são observados durante a rotação da cabeça, quando geram movimentos compensatórios dos olhos compostos por um deslocamento lento na direção oposta à da rotação da cabeça (fase lenta ou vestibular) e movimentos sacádicos no sentido da rotação (fase rápida ou central). O conjunto desses movimentos compõe o nistagmo vestibular (HAIN; RAMASWAMY; HILLMAN, 2002).

O RVO corresponde a um arco reflexo trineuronal simples, formado pelas aferências vestibulares primárias, pelos neurônios vestibulares secundários do fascículo longitudinal medial e pelos motoneurônios que inervam a musculatura ocular extrínseca. Por isso, este reflexo apresenta tempo de latência, ou seja, tempo transcorrido entre o movimento da cabeça e o início do movimento ocular, muito reduzido, em torno de 8 a 14 ms (HAIN; RAMASWAMY; HILLMAN, 2002). A demonstração do RVO encontra-se na Figura 6.



**Figura 6.** Organização central do reflexo vestibulo-ocular na vista dorsal do tronco encefálico.



**Fonte:** BONALDI *et al.*, 2004.

O RVO é composto por um RVO angular, que compensa a rotação e é mediado pelos canais semicirculares, e por um RVO linear, que compensa a translação e é mediado pelos órgãos otolíticos. O linear é mais importante nas situações em que os alvos próximos estão sendo visualizados, durante movimentos cefálicos executados em frequências relativamente altas (HAIN; RAMASWAMY; HILLMAN, 2002).

O reflexo pode se dividir em três planos de atuação: horizontal, vertical e rotatório. O RVO horizontal ocorre quando a cabeça realiza uma movimentação de rotação lateral, como de negação, e os dois CSCs horizontais são estimulados, sendo um excitado e o outro inibido. O canal estimulado é aquele do lado para o qual a cabeça se move. O RVO vertical decorre durante movimentos da cabeça para frente, ocorrendo um estímulo excitatório nos dois canais anteriores, e para trás, havendo estímulo excitatório dos dois canais posteriores. Como o estímulo ocorre nos dois canais anteriores, os componentes, por serem opostos, se anulam, resultando em um movimento vertical dos olhos para cima. Igualmente, os canais posteriores levam a um movimento dos olhos para baixo e a uma rotação para o lado oposto, e novamente se anulam, resultando no movimento vertical dos olhos para baixo. O RVO rotatório é o mais difícil de observar, pois os movimentos rotatórios dos olhos são menos amplos do que os horizontais e os verticais, sendo possível identificá-los apenas com foto de fundo de olho (MAIA, 2011).

#### 2.1.4.2 Reflexo Optocinético

O reflexo optocinético permite a estabilização de imagens móveis do campo visual sobre a retina. Além disso, ele pode ser observado quando a cena visual está se movendo continuamente diante dos olhos, como durante a passagem de vagões do metrô. Esse tipo de estímulo faz com que os olhos se fixem em um ponto importante após o outro no campo visual, saltando de um para outro de duas a três vezes por segundo. Esses saltos são chamados de *sacadas*, assim, os movimentos oculares lentos na direção do deslocamento do objeto são interrompidos por movimentos sacádicos no sentido oposto (SILVEIRA *et al.*, 2006).

#### 2.1.4.3 Reflexo Cervicocular

O reflexo cervicocular recebe aferências proprioceptivas musculoesqueléticas cervicais e tem influência em movimentos oculares lentos, agindo de forma sinérgica com o RVO. Considerado isoladamente, ele tem papel pouco importante na estabilização do olhar. Porém, após lesão vestibular, há um ganho importante da função desse reflexo, atenuando a deficiência da informação sensorial (SILVEIRA *et al.*, 2006; MAIA, 2011).

## 2.2 ALTERAÇÕES DO EQUILÍBRIOCORPORAL

As tonturas são percebidas pelo indivíduo quando o funcionamento do sistema do equilíbrio corporal está inadequado. A tontura é caracterizada por uma ilusão de movimento do próprio sujeito ou do ambiente e expressa toda sensação de alteração do equilíbrio, seja ela de flutuação, mal-estar, oscilação ou desequilíbrio. Geralmente, os pacientes relatam como sendo a dificuldade em caminhar ou permanecer em pé, sensação indefinida de fraqueza, cabeça vazia, embaralhamento visual ou até mesmo desorientação espacial (BRANDT, 1999; GANANÇA, 2010).

A tontura pode estar associada a sintomas rotatórios, sendo então denominada *vertigem*. A tontura vertiginosa pode ser classificada como subjetiva, correspondente à sensação ilusória rotativa em relação ao ambiente, ou objetiva, em relação ao próprio corpo (GANANÇA, 2010).

O sistema vestibular é o mais importante para a manutenção do equilíbrio, porém, ele depende da integração de informação dos sistemas visual e proprioceptivo. Qualquer alteração que leve ao mau funcionamento de qualquer um desses sistemas ou qualquer situação que ocasione discrepância entre as informações provenientes deles pode levar a uma alteração no equilíbrio e ocasionar a tontura (GANANÇA, 2015; MITRE, 2004).

Na maioria das vezes, doenças que fazem menção a alterações no labirinto estão relacionadas à fase adulta, porém, também podem estar presentes na infância. Atualmente, recebem-se pacientes cada vez mais jovens queixando-se de tontura, zumbido e perda de audição. Isso provavelmente se deve ao atual estilo de vida, à alimentação, à exposição a ruídos, entre outras causas (GAZZOLA *et al.*, 2006).

A tontura pode ocorrer devido a lesões centrais ou periféricas, cada uma com apresentação distinta de sintomas e de resultados dos testes diagnósticos de disfunção vestibular. As periféricas compreendem as afecções de orelha interna e/ou do ramo vestibular do oitavo nervo craniano. As centrais compreendem estruturas, núcleos, vias e inter-relações vestibulares no sistema nervoso central (MAIA; CARMONA; COSTA, 2014).

### 2.2.1 Alterações do equilíbrio em crianças

A atividade motora é muito importante para o desenvolvimento global infantil, pois é por meio da exploração do mundo que ocorre a autoconscientização e a percepção do corpo, do espaço e do tempo, componentes básicos para a aprendizagem e o desenvolvimento das atividades necessárias (ROSA NETO, 2002; BOHLSSEN; MARTINS, 2015; MEIRELLES, 2015).

É incomum uma criança queixar-se espontaneamente de tontura. As tonturas, mesmo se frequentes, podem ser bem toleradas pelas crianças, e tal queixa só aparece mediante questionamento direcionado. Tais crianças, normalmente, são inquietas, devido à constante procura de posições de conforto e segurança, o que leva à dificuldade de concentração e à dispersão. Normalmente, os responsáveis a percebem por meio de alguns sinais: mal-estar indefinido, cinetose, náuseas, vômitos, distúrbio visual, mudança súbita de comportamento, agitação, perturbações do sono, cefaléia, inabilidade para realizar movimentos coordenados, dificuldade em brincar e se relacionar com os amigos, inaptidão para alguns exercícios físicos, quedas, atraso de desenvolvimento motor e da linguagem, tanto na escrita como na fala, etc. Os pais e os profissionais devem estar atentos a esses indícios, a fim de obter um diagnóstico precoce e proceder aos devidos e necessários encaminhamentos (BITTAR *et al.*, 2002; MEIRELLES, 2015).

O número de pesquisas publicadas que objetivam investigar o equilíbrio em crianças é bastante inferior ao número de publicações que avaliam a população adulta. Esse fato demonstra certa negligência do sofrimento causado pela tontura na população infantil (VALENT; MCCASLIN, 2011). Alguns autores defendem que a abordagem clínica das vestibulopatias na infância é desnecessária, pois determinadas disfunções vestibulares na criança ocorrem devido à imaturidade de seus sistemas e podem ser autolimitadas. Entretanto, deve-se levar em consideração que os sintomas decorrentes dessas alterações, como as tonturas e os enjoos, tornam desconfortável a vida cotidiana dessas crianças, incluindo andar de carro e ônibus, ou, ainda, privam-nas de frequentar aulas de educação física na escola. Essas privações podem comprometer o desenvolvimento motor e o contato adequado com o meio ambiente, bem como a aquisição e o desenvolvimento da linguagem, influenciando na aprendizagem e na habilidade de comunicação, podendo causar dificuldades para falar, ler, escrever, soletrar e efetuar cálculos matemáticos (GANANÇA *et al.*, 2000; BITTAR, 2002; FRANCO; PANHOCA, 2008; LANGHAGEN *et al.*, 2013; GIOACCHINI *et al.*, 2014; BOLSEN; MARTINS, 2015).

Acerca da relação entre comprometimento vestibular em crianças e prejuízo nas atividades escolares, Russel e Abu-Arafeh (1999) realizaram um estudo epidemiológico com crianças em idade escolar, no qual foi aplicado um questionário em mais de 2.000 escolares. Dentre esses, 314 crianças relataram pelo menos um episódio de tontura dentro do período de um ano. O índice de ausência escolar durante o ano letivo foi maior nessas crianças e foi atribuído ao mal-estar provocado pelas alterações do equilíbrio (RUSSEL; ABU-ARAFEH, 1999).

Com a finalidade de avaliar o sistema vestibular de crianças com distúrbio de aprendizagem, pesquisadores analisaram 11 crianças que foram submetidas à anamnese, avaliação otorrinolaringológica e audiológica básica, imitanciometria e vectoeletronistagmografia. Foi observada a ocorrência de oito casos (81,8%) de alteração à prova calórica e exame vestibular alterado em nove dos casos (90,9%). Com relação à tontura, apenas quatro crianças (36,3%) a referiram. Devido à alta incidência de alterações da função vestibular e considerando a relação entre os distúrbios de aprendizagem e do equilíbrio corporal, os autores concluíram que a avaliação vestibular constitui um exame importante que deve ser sistematicamente incluído na população de crianças com queixas de aprendizagem (ZEILGELBOIM *et al.*, 2006).

O reconhecimento precoce das vestibulopatias infantis e os seus tratamentos são fundamentais na prevenção e na resolução das complicações que frequentemente ocorrem. Na suspeita de acometimento vestibular, a criança deverá ser submetida à avaliação otoneurológica para confirmar alterações e determinar o lado lesado e a intensidade do problema, dados que podem auxiliar na orientação terapêutica. Apesar de a evolução do diagnóstico por imagem ter substituído diversos testes funcionais, o exame otoneurológico continua ocupando lugar de destaque na avaliação clínica de pacientes com distúrbios funcionais da audição e do equilíbrio corporal (GANANÇA; CAOVIALLA, 1998; BOHLSSEN; MARTINS, 2015).

Entre os exames mais realizados para a avaliação do equilíbrio infantil, estão a audiometria tonal liminar, os testes de inteligibilidade de fala, as medidas de imitância acústica, as emissões otoacústicas, os potenciais evocados auditivos, a posturografia estática e dinâmica, a videoeletronistagmografia e o potencial evocado miogênico vestibular (CAOVILLA *et al.*, 2011).

As crianças respondem aos testes vestibulares diferentemente dos adultos, por ainda não serem dotadas de maturidade do sistema corporal. Ainda são escassos os padrões definidos para as diferentes faixas etárias pediátricas, tornando mais difícil a caracterização entre exame normal e patológico (JAHN *et al.*, 2011; GIOACCHINI *et al.*, 2014). Devido aos diversos prejuízos e efeitos

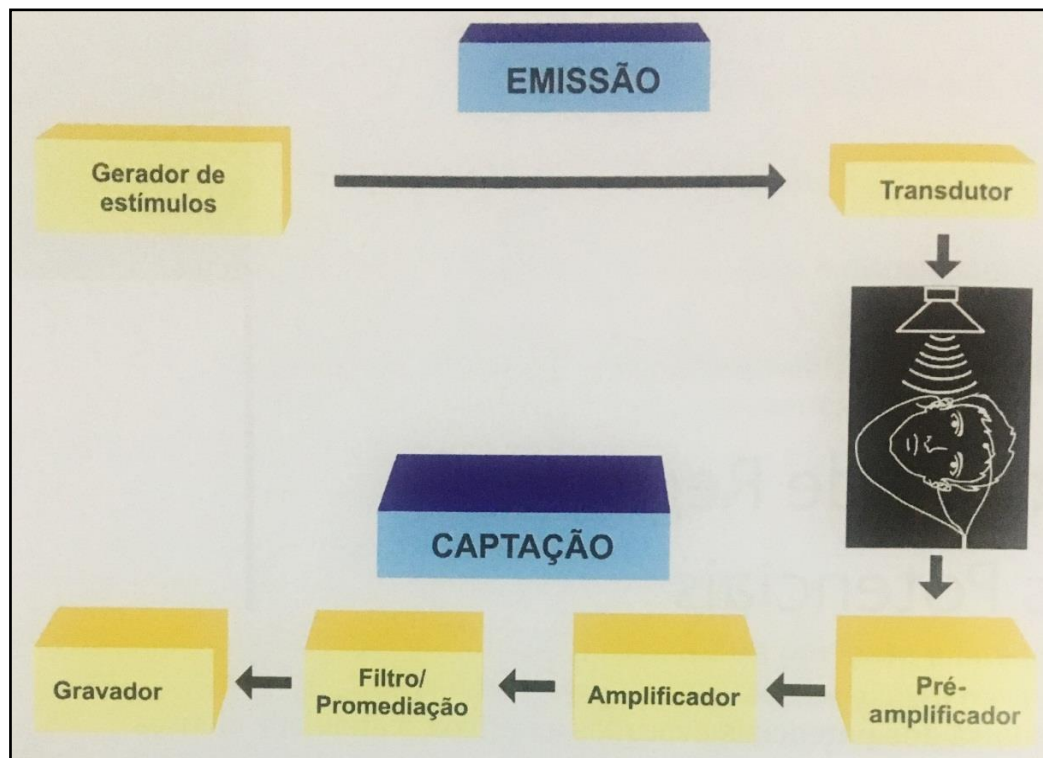
das alterações do sistema vestibular na vida cotidiana de crianças, evidencia-se a necessidade de normatizar os procedimentos para que seja possível avaliar adequadamente esta população.

### 2.3 POTENCIAIS EVOCADOS

A expressão *potencial evocado* refere-se a um registro do sistema nervoso, humano ou animal, seguido da apresentação de um estímulo, distinto dos potenciais espontâneos detectados por eletroencefalografia, eletromiografia ou outro método de registro de eletrofisiologia. Dentre os tipos de potenciais evocados existentes, estão os potenciais evocados auditivos (PEAs), que dependem de uma estimulação auditiva para serem registrados. A pesquisa dos PEAs é um método não invasivo de avaliação da integridade do sistema nervoso central e tem sido utilizada frequentemente nas pesquisas no campo da audiologia (SOUSA *et al.*, 2016).

Para que um equipamento seja capaz de realizar a captação da atividade bioelétrica por meio dos PEAs, são necessários dois grupos de componentes básicos: grupo de emissão ou estímulo e grupo de captação, promediação e registro (Figura 7) (SOUSA *et al.*, 2016).

**Figura 7.** Componentes básicos de um equipamento para registro dos potenciais evocados auditivos.



Fonte: SOUSA *et al.*, 2016.

Na pesquisa dos PEAs, considera-se como “sinal” toda atividade elétrica gerada pelo sistema auditivo e como “ruído” todas as atividades geradas por outras fontes, internas ou externas, que são igualmente captadas. Desse modo, o registro dos potenciais objetiva atenuar o ruído para que o sinal seja salientado e passível de visualização e análise (SOUSA, 2016).

De modo geral, a captação dos PEAs pode ser realizada por meio de eletrodos de superfície fixados sob a pele do paciente. As respostas captadas passam por um processo de filtragem, amplificação e separação do ruído, permitindo, assim, sua observação no formato de ondas no computador (SOUSA 2016).

Sousa *et al.* (2016) descrevem os elementos do sistema de registro dos potenciais.

### **2.3.1 Transdutor**

O transdutor tem como função transformar o estímulo elétrico em estímulo acústico para gerar o PEA. Os transdutores mais utilizados são os fones de superfície, o fone de inserção e o vibrador ósseo.

### **2.3.2 Eletrodos**

Os eletrodos são fixados na pele, previamente limpa, dos pacientes e conectados ao pré-amplificador do equipamento, sendo utilizados pelo menos três eletrodos. Um eletrodo captará a atividade bioelétrica, um eletrodo captará a polaridade invertida e o terceiro eletrodo terá a função de terra. Os eletrodos são sensíveis a qualquer atividade elétrica e biológica.

A correta colocação dos eletrodos é fundamental para se obter um registro adequado. A impedância individual dos eletrodos deve estar abaixo de 5 k $\Omega$  e o mais próximo possível de zero, e a impedância entre os eletrodos não deve exceder a 2 k $\Omega$ .

### **2.3.3 Janela**

A janela corresponde ao tempo de análise, ou seja, o período, fornecido em milissegundos (ms), em que haverá o registro elétrico das atividades.

### **2.3.4 Amplificação**

A técnica utilizada é a de amplificação diferenciada. O objetivo é melhorar a relação entre sinal e ruído (resposta e interferência). Devido ao fato de o sinal apresentar pouca quantidade de energia e ocorrer ao mesmo tempo em que outras atividades elétricas, é aplicada a técnica em que o ruído é percebido com a mesma fase pelos dois eletrodos e, como um dos eletrodos sempre inverte a polaridade, a somatória é nula. Como o evento bioelétrico de interesse, pelo posicionamento adequado dos eletrodos, é visto em fase oposta em cada um deles, acaba ocorrendo uma somação.



### 2.3.5 Filtros

Os filtros retiram da análise as atividades elétricas acima e abaixo de determinados limites de frequências, medidas em *hertz* (Hz). Ressalta-se que a frequência referida não tem relação com o som do estímulo, e sim com as características próprias das atividades elétricas amplificadas.

### 2.3.6 Promediação do Sinal

Trata-se da repetição do registro de dezenas a milhares de vezes de acordo com o potencial que se quer analisar. Um computador soma algebricamente a repetição desse registro que ocorre de forma sincrônica com o estímulo acústico. As atividades que acontecem aleatoriamente, sem sincronismo com o estímulo, tendem ao cancelamento. Quanto mais estímulos gerados, melhores serão as respostas captadas. No entanto, deve existir um equilíbrio entre o mínimo necessário para captar o sinal e o máximo suportável.

## 2.4 POTENCIAIS EVOCADOS MIOGÊNICOS VESTIBULARES

Os potenciais evocados miogênicos vestibulares, conhecidos como VEMP, do inglês *vestibular evoked myogenic potential*, são respostas miogênicas de curta latência, evocadas por breves pulsos de sons de alta intensidade conduzidos por via aérea, óssea, vibratória ou por estimulação galvânica, utilizando eletrodos de superfície sobre os músculos cervical e periocular (ROSENGREN; WELGAMPOLA; COLEBATCH, 2010; MUROFUSHI, 2014). Os VEMP são testes da função dos órgãos otolíticos que fornecem informações sobre a função do sáculo e da divisão inferior do nervo vestibular e do utrículo e da divisão superior do nervo vestibular (CAL *et al.*, 2014). Sabe-se que a origem das respostas obtidas nesses exames é proveniente do sistema vestibular, pois esses potenciais desaparecem quando o nervo vestibular é seccionado, entretanto, são preservados em pacientes com anacusia (WELGAMPOLA; COLEBATCH, 2005).

As primeiras respostas vestibulares evocadas por sons foram descritas em 1935, por Von Békésy, o qual utilizou estímulos sonoros de alta intensidade para gerar movimentos da cabeça em direção ao som. Os primeiros registros foram realizados por Bickford, Jacobson e Cody (1994), nos quais a resposta foi inicialmente registrada em terminações nervosas de cobaias e na musculatura

dos seres humanos, devido a fatores éticos. Nesse estudo, foi constatado que o grau de contração muscular influenciava a amplitude da resposta, caracterizando o potencial como sendo muscular e estando presente mesmo em pacientes surdos, comprovando que a origem do potencial não era coclear. Foi observado, também, que pacientes submetidos à neurectomia do VIII par e pacientes acometidos por neuronite vestibular tinham a resposta ausente ipsilateralmente, provando sua origem vestibular. Entretanto, esses estudos não obtiveram aplicabilidade clínica devido à inconsistência de respostas e à falta de padronização. Foi, então, por meio de estudos de Colebatch, Halmagyl e Skuse (1994) que esses potenciais foram padronizados mediante registros das respostas geradas por cliques utilizando eletrodos na superfície do músculo esternocleidomastoideo. Inicialmente, foram descritos como *click-evoked vestibulo-collic responses* e, posteriormente, receberam sua atual nomenclatura.

A pesquisa do VEMP apresenta diversas características favoráveis à sua utilização, pois corresponde a um exame objetivo, não invasivo ao paciente, rápido, de fácil execução, de baixo custo e que traz desconforto reduzido ao paciente, quando comparados a outras avaliações vestibulares (HALMAGYL; COLEBATCH; CURTHOYS, 1994; COLEBATCH, 2001; DAVID; COLAFÊMINA, 2002; SINGH; GUPTA; KUMAR, 2012; CAL *et al.*, 2014).

O traçado do VEMP é constituído por dois complexos de ondas bifásicas, apresentando um pico positivo seguido de um pico negativo. A amplitude, diferença de valores entre o ponto mais positivo de uma onda e o mais negativo de outra, deve ser analisada, pois a diminuição de um lado com relação ao outro sugere comprometimento vestibular (FELIPE; KINGMA; GONÇALVES, 2012; IWASAKI *et al.*, 2015).

A latência dos picos, tempo que transcorre desde a estimulação acústica até o aparecimento do valor mais positivo ou negativo das ondas, está relacionada à velocidade de condução neuronal. Se ela estiver prolongada, indica comprometimento da condução neural da via testada. A diferença interaural das latências pode ser justificada pela assimetria nessa velocidade de condução neural, o que ocorre comumente em doenças neurológicas (WELGAMPOLA; COLEBATCH, 2005; FELIPE; SANTOS; GONÇALVES, 2008; CAL *et al.*, 2014).

A amplitude da resposta reflete a magnitude do reflexo muscular, respeitando a variação interpessoal, de massa e de tônus da musculatura. Diante disso, utiliza-se como variável analisada, referente à amplitude, o índice de assimetria, calculado pela diferença interaural da amplitude da resposta, ponderada pela média da resposta de cada paciente. Esse índice é variável em estudos e

considerado como não significativo para valores entre 0 a 47% (FELIPE; KINGMA; GONÇALVES, 2012).

Atualmente, o VEMP vem sendo estudado para determinar a presença de alterações na orelha interna ou na condução neural, desde o nervo vestibular até a resposta motora muscular (CAL *et al.*, 2014). As respostas do esternocleidomastoideo são nomeadas *potencial evocado miogênico vestibular cervical* (cVEMP), enquanto as respostas extraoculares são nomeadas *potencial evocado miogênico vestibular ocular* (oVEMP) (ROSENGREN; WELGAMPOLA; COLEBATCH, 2010).

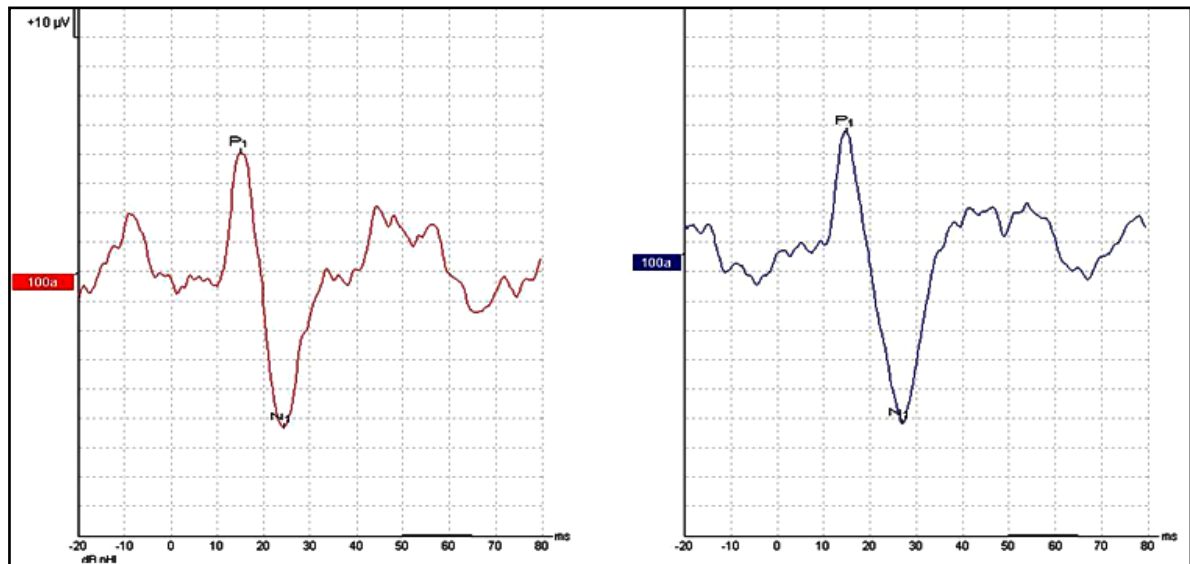
#### **2.4.1 Potencial Evocado Miogênico Vestibular Cervical**

O cVEMP corresponde a respostas elétricas captadas na musculatura cervical por meio de eletromiografia, geradas por estimulação sonora galvânica. Além disso, tem como origem as células da mácula sacular, aferência por meio da divisão inferior do nervo vestibular e núcleo vestibular lateral e eferência por meio das vias vestibulo-espinais descendentes e dos motoneurônios do músculo esternocleidomastoideo ipsilateral (SAKAKURA *et al.*, 2005; FELIPE; SANTOS; GONÇALVES, 2008; CAL *et al.*, 2014). Essa resposta é um arco reflexo de três neurônios que abrange a orelha interna, o tronco encefálico e a via vestibulo-espinal e está envolvido na manutenção do equilíbrio corporal (FELIPE; KINGMA; GONÇALVES, 2012).

A estimulação auditiva com sons de elevada intensidade, geralmente acima de 90 dB NA, é a técnica mais utilizada. Por se tratar de um estímulo inibitório, a resposta deve ser captada na musculatura cervical durante a vigência de contração muscular, ou seja, com a cabeça virada para o lado oposto ao da orelha estimulada. (FELIPE; SANTOS; GONÇALVES, 2008; CAL *et al.*, 2014).

O traçado do cVEMP é constituído por duas ondas bifásicas que apresentam um pico positivo (P), com latência média de 13 ms, seguido de um pico negativo (N), com latência média de 23 ms. Por esses motivos, essas ondas são comumente chamadas de P13 e N23 ou P1 e N1 (Figura 8).

**Figura 8.** Registro das ondas P13 e N23 do cVEMP em um paciente adulto normo-ouvinte sem queixas vestibulares.



**Fonte:** Acervo pessoal da autora.

Por fornecer informações sobre a função do sáculo, o cVEMP tem diversas aplicabilidades clínicas na área da otoneurologia. Se analisado conjuntamente com o oVEMP, as provas calóricas e o *video head impulse test*, pode fornecer a topografia da lesão no sistema vestibular periférico (CAL *et al.*, 2014; SALVIZ *et al.*, 2015).

Com a finalidade de estabelecer valores de normalidade das respostas do cVEMP em crianças de oito a 13 anos sem queixas otoneurológicas, Pereira e colaboradores (2015) encontraram latência média da onda P1 de 17,26 ms ( $\pm 1,78$ ) e uma amplitude média de 49,34  $\mu\text{V}$  ( $\pm 23,07$ ), latência média da onda N1 de 24,78 ms ( $\pm 2,18$ ) e uma amplitude média de 66,23  $\mu\text{V}$  ( $\pm 36,18$ ). A amplitude interpico foi de 115,6  $\mu\text{V}$  ( $\pm 55,7$ ). O índice de assimetria foi de 21,3% ( $\pm 18,6$ ). No estudo, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas quando comparados os sexos e, também, não foi observado efeito significativo da lateralidade nos resultados.

#### 2.4.2 Potencial Evocado Miogênico Vestibular Ocular

Devido ao avanço das pesquisas sobre os potenciais miogênicos advindos da musculatura cervical, recentemente, em 2007, foi descrito o VEMP ocular (CHIHARA *et al.*, 2007). Caracteriza-se por ter um potencial excitatório contralateral dos músculos oblíquo inferior e reto inferior, realizado por meio de eletrodos de superfície fixados próximos aos olhos. O oVEMP é um potencial de curta latência, em aproximadamente 10ms, em virtude de os músculos extraoculares responderem com ativação rápida e precisa, para manterem a visão durante os movimentos cefálicos, devido ao RVO, visto que estímulos não fisiológicos, tais como sons de forte intensidade, podem provocar movimentos reflexos oculares na ausência de deslocamento cefálico (CAL *et al.*, 2014; SILVA; RESENDE; SANTOS, 2016).

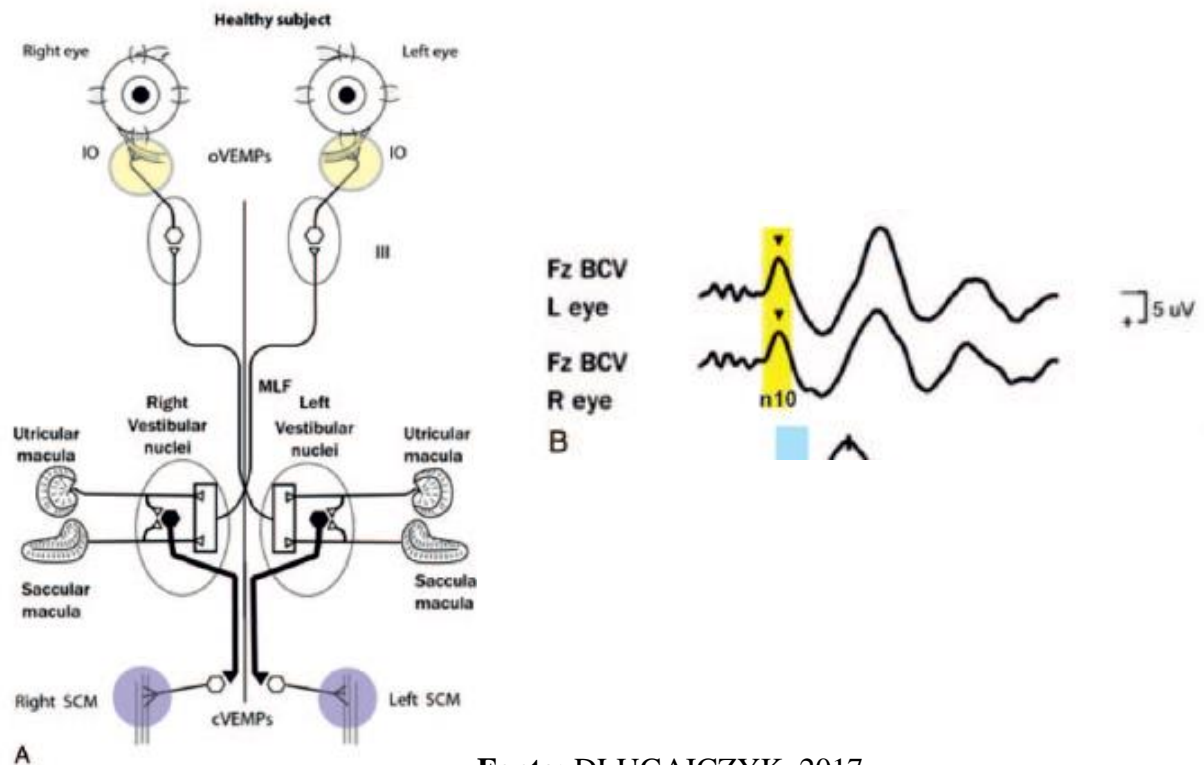
Apesar de sua origem ser controversa, pesquisadores concordam que as respostas do VEMP ocular provêm da divisão superior do nervo vestibular. Evidências de estudos realizados em pacientes com neurite vestibular superior demonstraram que as respostas estão ausentes para o VEMP ocular e presentes para o VEMP cervical. O contrário ocorre em pacientes com neurite vestibular inferior, nos quais as respostas estão presentes para o VEMP ocular e ausentes para o VEMP cervical (MANZARI; BURGESS; CURTHOYS, 2010; CURTHOYS *et al.*, 2011; SHIN *et al.*, 2012). Essas descobertas demonstram a dependência do VEMP ocular sobre o nervo vestibular superior e, em vista de essa divisão realizar, principalmente, aferências utriculares, autores concluíram que as respostas do VEMP ocular são mediadas pela ativação do utrículo (KANTNER; GÜRKOY; 2012).

De acordo com o conhecimento anatômico e neurofisiológico atual, o oVEMP é um arco reflexo cruzado de três neurônios, quais sejam: neurônios vestibulares primários no ganglio de Scarpa do nervo vestibular superior; neurônios vestibulares secundários nos núcleos do tronco encefálico vestibular; e neurônios motores do músculo oblíquo inferior contralateral. Em resumo, todas as aferências utriculares viajam para o tronco encefálico por meio do nervo vestibular superior. Nesse momento, as projeções da via do oVEMP cruzam para o lado contralateral, onde atingem os neurônios motores dos músculos reto inferior e oblíquo inferior no terceiro núcleo do nervo craniano através do fascículo longitudinal medial. Após a estimulação do utrículo ipsilateral usando o som unilateral ou a vibração conduzida por osso, respostas excitatórias de baixa latência

podem ser gravadas a partir do músculo oblíquo inferior contralateral (SILVA; RESENDE; SANTOS, 2016; DLUGAICZYK, 2017).

A Figura 9 representa uma visão geral das principais projeções neurais subjacentes dos potenciais miogênicos evocados vestibulares oculares e cervicais (oVEMP e cVEMP) em um indivíduo saudável. Na figura, ACS indica som conduzido a ar; BCV, vibração conduzida pelos ossos; Fz, região na linha média da testa na linha do cabelo; III, núcleo oculomotor contendo os neurônios motores do músculo oblíquo inferior; IO, músculo oblíquo inferior; MLF, fascículo longitudinal medial; e SCM, músculo esternocleidomastoideo. Na Figura 9A, as linhas finas/símbolos abertos representam projeções excitatórias, enquanto as linhas grossas/símbolos fechados indicam projeções inibitórias. A extinção exata das aferências utriculares e saculares nos núcleos do tronco encefálico não é conhecida até o momento (representada pela caixa branca). A primeira resposta negativa em 10ms após o início do estímulo é o potencial n10 (Figura 9B), que é simétrico para ambos os lados em indivíduos saudáveis (DLUGAICZYK, 2017).

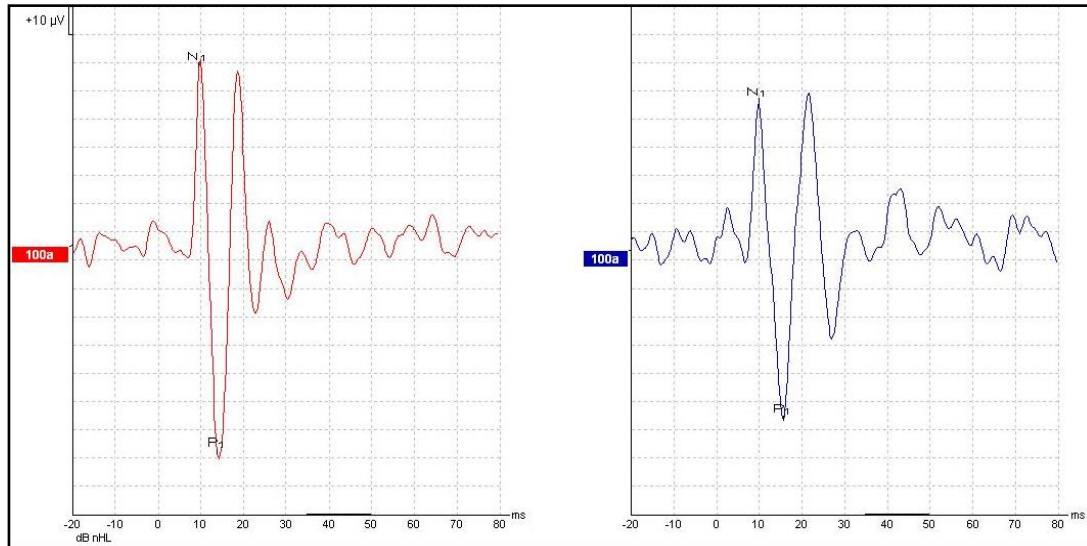
**Figura 9.** Principais projeções neurais subjacentes dos VEMP.



Fonte: DLUGAICZYK, 2017.

O potencial é formado por dois complexos de ondas bifásicas. O primeiro potencial bifásico apresenta pico negativo (N) com latência média de 10 ms, seguido de pico positivo (P) com latência média de 15 ms, sendo denominado N1-P1 (Figura 10).

**Figura 10.** Registro das Ondas N1e P1 dooVEMP em um paciente adulto normo-ouvinte sem queixas vestibulares.



**Fonte:** Acervo pessoal da autora.

Em relação ao tipo de estímulo, o oVEMP pode ser gerado por estimulação acústica por via aérea, na qual a resposta é registrada na musculatura contralateral à orelha estimulada, ou por estímulos vibratórios ósseos, nos quais as duas orelhas são estimuladas simultaneamente. A morfologia e as características das respostas dependem do tipo de estímulo. O uso do estímulo auditivo *tone burst*, na maioria dos estudos, justifica-se pelo fato de necessitar de um limiar mais baixo do que os evocados com o estímulo *click* para gerar uma resposta, sendo mais confortável para o sujeito avaliado (AKIN; MURNANE; PROFFITT, 2003; WELGAMPOLA; COLEBATCH, 2005). A maior incidência na frequência de 500 Hz justifica-se por gerar respostas mais homogêneas e constantes (CURTHOYS, 2010; KANTER; GÜRKOV, 2012; SILVA; RESENDE; SANTOS, 2016; DLUGAICZYK, 2017).

O VEMP ocular é realizado utilizando eletrodos de superfície sobre a pele situada logo abaixo do olho, devido ao fato de o músculo oblíquo inferior ser o mais superficial dos seis músculos extraoculares responsáveis pelo movimento dos olhos, do lado contralateral ao da

estimulação auditiva (CHIHARA *et al.*, 2008; TODD, 2010; MUROFUSHI; NAKAHARA; YOSHIMURA, 2012). Nesse procedimento, as respostas dependem da direção do olhar. A resposta mais intensa é obtida no olhar vertical para cima. Uma explicação para esse fenômeno é que, quando esse músculo se contrai, enquanto o sujeito olha para cima, suas unidades motoras (neurônios motores e/ou fibras musculares) são ativadas de forma mais síncrona, gerando potenciais de maior amplitude, e, por esse motivo, é indicado que se alcance um ângulo de 30 a 40° com o olhar (SU *et al.*, 2004; SHOU-JEN WANG *et al.*, 2013; FELIPE; KINGMA, 2014; TAYLOR *et al.*, 2014; VALKO *et al.*, 2016; DLUGAICZYK, 2017).

A fim de comparar os parâmetros do oVEMP com condução aérea, óssea e galvânica, entre homens e mulheres adultos, com o propósito de descobrir se o gênero interfere nas respostas, um estudo realizado em indivíduos sem queixas auditivas e vestibulares demonstrou que não existiam diferenças significativas nas latências absolutas das ondas. Porém, a amplitude pico a pico foi significativamente maior nos homens quando comparados às mulheres, em todos os tipos de estimulação. O mesmo estudo encontrou correlação positiva entre o índice de massa corporal e os valores de amplitude pico a pico, chegando à conclusão de que a diferença de amplitude existente no oVEMP entre os gêneros pode ser atribuída à variação na massa muscular entre homens e mulheres (SUNG; CHENG; YOUNG, 2011).

Diversos autores defendem que os valores absolutos de amplitude pico a pico não devem ser utilizados na análise interpessoal dos VEMP, uma vez que podem não ser reprodutíveis, em decorrência da grande variação intersujeito, e que dependem de alguns fatores, como a intensidade do estímulo e o nível de contração muscular (AKIN; MURNANE; PROFFITT, 2003; WELGAMPOLA; COLEBATCH, 2005; FELIPE; KINGMA, 2014; XU *et al.*, 2015; SILVA; RESENDE; SANTOS, 2016; DLUGAICZYK, 2017). Esse fato também pode estar relacionado com a utilização de diferentes equipamentos e ganhos do amplificador (OLIVEIRA, 2015). Sendo assim, o ganho vem a ser mais um fator de interferência para a amplitude, reforçando, ainda mais, a não utilização da amplitude absoluta na análise do oVEMP. Em contrapartida, um parâmetro de análise de grande importância para o potencial ocular é o índice de assimetria de amplitude, que compara a interferência do tônus muscular de um lado em relação ao outro e é calculado pela diferença interaural da amplitude da resposta, ponderada pela média da resposta de cada paciente (OLIVEIRA, 2015; DLUGAICZYK, 2017).



#### 2.4.2.1 Aplicações clínicas do oVEMP

A literatura faz referência à ampla possibilidade de aplicação clínica para o oVEMP na investigação da função vestibular. Por fornecer informações referentes ao utrículo e à divisão superior do nervo vestibular, é utilizado em conjunto com o cVEMP, que fornece informações sobre o sáculo e a divisão inferior do nervo vestibular, e com o *video head impulse test*, que fornece informações sobre os três canais semicirculares, para que seja possível obter conhecimento completo da função labiríntica (PIKER *et al.*, 2013; CAL *et al.*, 2014). No entanto, o oVEMP tem sido pouco explorado na população infantil.

Dentre as principais aplicações clínicas do oVEMP, está o diagnóstico da doença de Menière (DM), do schwannoma vestibular; da síndrome da deiscência do canal superior (SDCSS) e das neuronites vestibulares (CAL *et al.*, 2014; OLIVEIRA, 2015; VALKO *et al.*, 2016; DLUGAICZYK, 2017).

A utilização do oVEMP no diagnóstico da DM está relacionada com a hidropsia cocleossacular, a qual ocorre mais frequentemente na cóclea, sendo o sáculo a segunda região de maior prevalência. Nos estágios iniciais, analisando os VEMP em conjunto, nota-se alteração ou ausência das respostas do cVEMP no lado afetado, com normalidade das respostas do oVEMP. Em estágios mais avançados da DM, nos quais ocorre um comprometimento significativo das aferências utriculares, o oVEMP encontra-se ausente (LOPEZ-ESCAMEZ, 2015).

Winters e colaboradores (2011) avaliaram 37 pacientes diagnosticados com DM e observaram menores taxas de respostas, amplitudes diminuídas e limiares mais elevados em comparação a indivíduos saudáveis. Esses resultados foram observados em ambas as orelhas, sendo que o lado afetado pela doença estava mais alterado do que o lado clinicamente não afetado.

O oVEMP tem papel importante no diagnóstico da localização do *schwannoma*. Juntamente com o cVEMP, que avalia a parte inferior da porção vestibular no nervo vestibulo-coclear, com o potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE), que avalia a parte coclear do nervo vestibulo-coclear, e com as provas calóricas, que acessam a integridade da porção superior das fibras vestibulares, é possível identificar a localização exata do tumor em todo o nervo (DLUGAICZYK, 2017).

Pesquisadores compararam os resultados do oVEMP entre um grupo, formado por 12 pacientes com *schwannoma* vestibular unilateral, e um grupo controle, composto por 11 indivíduos

sem queixas auditivas e vestibulares. O VEMP ocular, realizado com eletrodos na musculatura ocular inferior, apresentou-se alterado apenas no lado afetado nos indivíduos com *schwanoma*. No grupo de indivíduos saudáveis, não foram observadas alterações (DLUGAICZYK, 2017).

Já no diagnóstico de indivíduos com a SDCSS, doença caracterizada como vertigem e nistagmo desencadeador por estímulos sonoros e/ou pressóricos, os órgãos otolíticos são mais estimulados e rebaixam os limiares dos potenciais oVEMP e cVEMP em todas as frequências testadas (CAL *et al.*, 2014). Por esse motivo, o oVEMP pode ser utilizado como um teste de complementação do cVEMP para casos de SDCSS (OLIVEIRA, 2015).

O VEMP ocular mostra-se de grande utilidade no diagnóstico das neuronites vestibulares. Devido ao fato de a divisão superior do nervo vestibular ser mais suscetível à neuronite vestibular, o oVEMP estaria ausente na maioria dos casos. O potencial pode estar presente apenas naqueles casos em que o dano tenha ocorrido unicamente na divisão inferior do nervo, demonstrando a importância da correlação com o cVEMP, pois, nesses casos, o potencial cervical estaria ausente e o ocular, presente (CAL *et al.*, 2014).

Chiarovano e colaboradores (2011) investigaram um grupo de 74 pacientes com distúrbios vestibulares, dos quais 12 com *schwanoma* vestibular, cinco com dissecção do canal superior, 26 com doença de Ménière, 12 com neuronite vestibular na fase aguda, nove com arreflexia bilateral do canal horizontal e 17 com perda unilateral da função vestibular; e compararam os resultados com um grupo de 32 indivíduos sem queixas auditivas e vestibulares. Os autores concluíram que a amplitude do oVEMP foi menor na maior parte dos pacientes com distúrbios vestibulares. No grupo controle, não foram observadas alterações no exame.

Um estudo longitudinal avaliou as respostas do oVEMP e do cVEMP em 30 pacientes com vertigem posicional paroxística benigna (VPPB) unilateral, antes e depois das manobras liberatórias para reposicionamento otolítico, sendo constatado que, após o tratamento, ocorreu um aumento da amplitude das respostas do VEMP ocular. Em contrapartida, as respostas do VEMP cervical não diferiram estatisticamente. Esses resultados sustentam a hipótese de que as manobras liberatórias levam a um reposicionamento das otocônias para o utrículo (BREMOVA *et al.*, 2013).

Com o objetivo de comparar os resultados do oVEMP da população adulta e infantil, pesquisadores avaliaram um grupo de 15 crianças saudáveis, entre três e 13 anos, com um grupo de 15 adultos normo-ouvintes sem queixas otoneurológicas. No estudo, as médias das variáveis de latência de N1 e P1 e amplitude de N1-P1 das crianças não diferiram significativamente das médias

encontradas para o grupo de adultos. O estudo concluiu que o teste oVEMP contém parâmetros característicos semelhantes em crianças e adultos, entretanto, devido ao pequeno número da amostra, foi ressaltada a importância da realização de estudos mais amplos que corroborem este achado (HSU; WANG; YOUNG, 2009).

### 3 JUSTIFICATIVA

A tontura infantil pode acarretar diversos prejuízos para a criança, desde o desenvolvimento motor até habilidades de linguagem, leitura e escrita. O diagnóstico de alterações vestibulares na população infantil é bastante desafiador, devido ao fato de as crianças apresentarem maior dificuldade em descrever o que sentem, principalmente as mais novas.

Os exames audiológicos rotineiros na prática clínica analisam principalmente a porção periférica da audição, não se estendendo para a avaliação da função vestibular. Dessa forma, os profissionais da área devem estar atentos a esses sintomas para solicitar uma avaliação otoneurológica quando estes forem relatados.

A realização, a análise e a interpretação dos testes vestibulares em crianças exigem cuidado minucioso, devido às dificuldades com cooperação, manutenção do estado de alerta e reações nauseantes. Portanto, é de grande importância criar protocolos de dados normativos dos exames de função vestibular para essa população.

Na literatura consultada, não foram encontrados estudos nacionais utilizando o oVEMP exclusivamente em crianças com limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade e sem queixas de equilíbrio. A normatização dessa avaliação, com diferentes protocolos e em diversas faixas etárias, faz-se necessária a fim de possibilitar maior evidência científica e transpor esse conhecimento à aplicabilidade clínica, visando a uma avaliação vestibular mais completa e efetiva de crianças.

Em face da grande importância e da aplicabilidade na prática clínica de investigação otoneurológica e a fim de contribuir com os escassos estudos nacionais e internacionais sobre os achados do oVEMP em crianças, justifica-se este estudo.

## 4 OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar as respostas do oVEMP em crianças com limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade e sem queixas auditivas e vestibulares.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a associação entre os resultados dos parâmetros analisados no oVEMP à lateralidade da orelha das crianças da amostra.
- Verificar a associação entre os resultados dos parâmetros analisados no oVEMP ao sexo das crianças da amostra.
- Verificar associações entre latência, amplitude e índice de assimetria com a faixa etária das crianças.
- Verificar associações entre latência, amplitude e índice de assimetria com o sexo das crianças.

## 5 METODOLOGIA

### 5.1 DELINEAMENTO

Estudo observacional, do tipo transversal e contemporâneo, no qual o fator em estudo foi a observação da latência e da amplitude do oVEMP em crianças com limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade e sem queixas auditivas e vestibulares.

### 5.2 AMOSTRA

A amostra foi constituída por 42 crianças na faixa etária de sete a 11 anos, de ambos os sexos, provenientes de escolas de Porto Alegre, atendidas em um projeto de extensão do curso de Fonoaudiologia da UFRGS. A idade mínima definida foi a de sete anos, devido à necessidade de os participantes serem capazes de cooperar para a realização dos procedimentos, e a máxima de 11 anos, de acordo com o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA).

Foram inseridas, no período de março a novembro de 2017, crianças que apresentaram limiares auditivos dentro do limite de normalidade ( $\leq 15$  dBNA, em todas as frequências testadas e sem *gap* aéreo-ósseo superior a 10 dBNA), reconhecimento de fala com score  $\geq 88\%$ , medidas de imitação acústica normais (curva timpanométrica tipo A e presença de reflexos acústicos em todas frequências testadas) e ausência de transtornos neurológicos e cognitivos evidentes, autorrelatados ou previamente diagnosticados.

### 5.3 TIPO DE AMOSTRAGEM

Amostragem não probabilística por conveniência.

### 5.4 CÁLCULO DO TAMANHO AMOSTRAL

Para estimar o tamanho de efeito padronizado de 0,8, foi calculado um tamanho amostral de 38 indivíduos. Foi aceito o nível de significância de 0,05 com poder de 90% (*EpiInfo – Statcal*).

### 5.5 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Incluíram-se, no estudo, somente as crianças cujos pais ou responsáveis consentiram a participação após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A), além de obedecerem aos seguintes critérios:

- Ter idade de sete a 11 anos;
- Ter limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade (NORTHERN; DOWNS, 1984) em ambas as orelhas;
- Ter curva timpanométrica tipo A (JERGER, 1970; JERGER, 1972) e presença de reflexos acústicos contralaterais e ipsilaterais em todas as frequências testadas e em ambas as orelhas;
- Não ter patologias otológicas (otites de repetição, sensação de zumbido ou diagnóstico de disfunções do sistema auditivo);
- Não ter queixas auditivas;
- Não ter queixas vestibulares.

## 5.6 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

A exclusão dos pacientes, neste estudo, obedeceu aos seguintes critérios:

- Crianças com alterações de ordem genética ou anormalidades craniofaciais;
- Crianças com alteração de mobilidade ocular;
- Crianças com deficiência intelectual ou neurológica evidente ou autorrelatada que impedisse a realização de algum exame;
- Crianças que, por qualquer razão, não concluíram as avaliações estipuladas.

## 5.7 COLETA DE DADOS

Os procedimentos do presente estudo foram realizados no Núcleo de Estudos em Eletrofisiologia da Audição da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Inicialmente, as crianças e os responsáveis por elas responderam a uma anamnese, na qual foram obtidos dados

peçoais e informações relacionadas ao histórico auditivo, tais como queixas auditivas e vestibulares, uso de medicações e saúde geral dos participantes, entre outros (Apêndice B).

Em seguida, realizou-se inspeção do meato acústico externo (MAE) com o otoscópio marca *Welch Allyn*, e, quando observada ausência de obstrução do MAE, o participante era encaminhado para execução dos exames. Foram fornecidas, previamente, orientações para as crianças sobre cada procedimento, a fim de serem evitados erros ou dificuldades na compreensão das instruções.

Inicialmente, foram pesquisadas as medidas de imitância acústica (MIA) com equipamento *Impedance Audiometer AT235h* da marca *Interacoustics*. As curvas timpanométricas foram obtidas por meio de uma sonda, vedada por uma oliva emborrachada inserida na entrada do conduto auditivo externo do paciente. Foram verificadas as complacências estática e dinâmica e a curva traçada foi analisada conforme a classificação de Jerger (1970 e 1972). Também foram pesquisados os limiares dos reflexos acústicos, ipsilaterais e contralaterais, nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz.

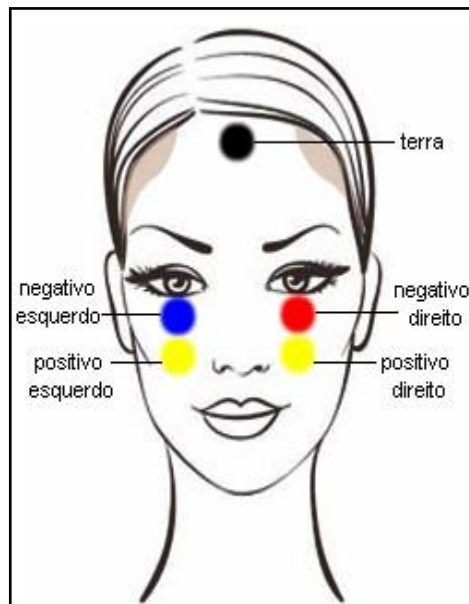
Em seguida, foi realizada a audiometria tonal liminar (ATL), em cabine acusticamente tratada, com o audiômetro, previamente calibrado, da marca *Inventis* – modelo *Harp Inventise* fones supra-aurais. A pesquisa dos limiares por via aérea foi efetuada nas frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz e, por via óssea, nas frequências de 500, 1000, 2000, 3000 e 4000 Hz em ambas as orelhas. Realizou-se, na sequência, a audiometria vocal por meio do Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF) e do Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF). Para realização do IPRF, apresentaram-se 25 palavras monossílabas em uma intensidade fixa e confortável para a criança (40 dBNA acima do valor da média tritonal das frequências de 500, 1000 e 2000 Hz na via aérea), em cada orelha, e os pacientes eram instruídos a repetir as palavras conforme escutassem. Para o LRF, a intensidade inicial utilizada foi de 40 dBNA acima da média tritonal da via aérea, sendo esta reduzida até atingir o nível de intensidade em que a criança pudesse entender e repetir corretamente 50% das palavras trissilábicas apresentadas.

Posteriormente à avaliação auditiva periférica, os participantes que atendiam aos critérios do estudo eram encaminhados para uma sala acústica e eletricamente tratada para o exame oVEMP. Para a realização do procedimento, os participantes eram posicionados em uma cadeira confortável e, então, era realizada a limpeza da pele, por meio de uma pasta abrasiva específica para exames eletrofisiológicos (*Nuprep*®) e gaze comum, nos locais onde os eletrodos seriam colocados. Logo após, eram fixados com pasta eletrolítica (*Ten20 conductive*®) e fita adesiva (*Micropore*®)



eletrodos de prata na pele dos participantes. O eletrodo terra foi fixado na fronte, os eletrodos negativos foram posicionados na região infraorbital contralateral ao lado testado, um no lado direito e outro no lado esquerdo, e os positivos foram posicionados logo abaixo dos negativos (Figura 11).

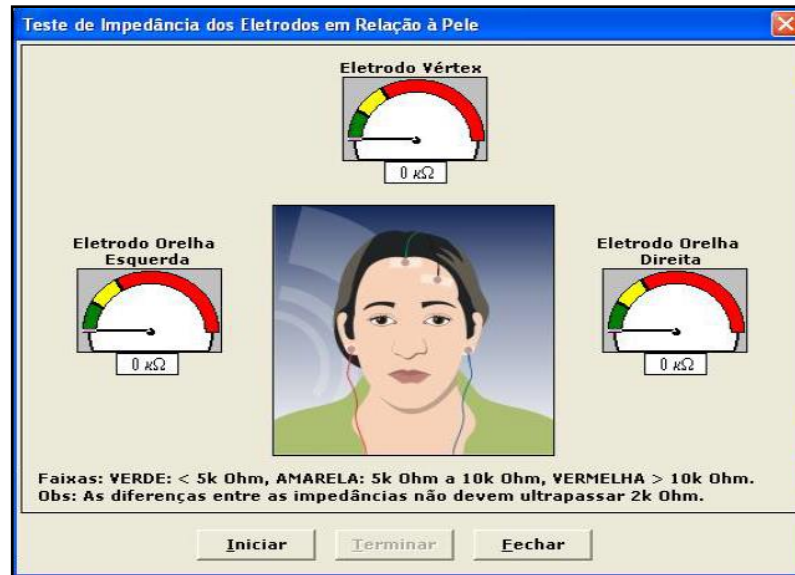
**Figura 11.** Disposição dos eletrodos.



Fonte: Adaptado de Pinterest (2017).

Por fim, foram colocados fones de inserção (*Earphone TONE™ GOLD*) em ambas as orelhas ipsilateralmente. Para a realização do oVEMP, foi utilizado o equipamento *MASBE ATC Plus* da marca *Contronic®*. A impedância elétrica manteve-se inferior a  $5\Omega$  em cada derivação e a diferença entre os três eletrodos não excedeu  $2\Omega$  (Figura 12).

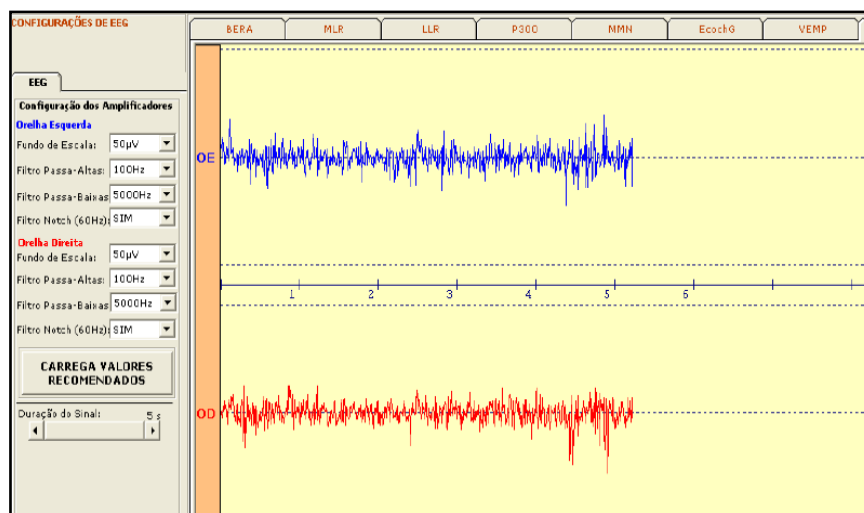
**Figura 12.** Teste de verificação da impedância dos eletrodos em relação à pele.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2016).

Após a verificação da impedância, foi realizada uma varredura do eletroencefalograma (EEG) para captar a atividade elétrica cerebral espontânea, a fim de verificar artefatos que pudessem interferir no exame (Figura 13). As crianças foram orientadas a não tencionar o corpo e o rosto e a não cruzar as pernas e os braços durante o procedimento.

**Figura 13.** Registros do EEG.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2017).

O estímulo acústico utilizado foi o *toneburst*, apresentado de modo monoaural, com polaridade alternada na frequência de 500Hz e intensidade de 118dBNA. Para a atenuação de frequências e a eliminação de artefatos na resposta, foi utilizado o filtro passa-banda de 5-1000 Hz, 200 estímulos e limite de ruído de 90 a 100%.

Para a realização do oVEMP, os participantes eram orientados a permanecer sentados, com a cabeça reta, em posição anatômica, e a olhar para cima, com a finalidade de captar a resposta da musculatura cervical na vigência de contração muscular, onde havia um adesivo sinalizando onde fixar o olhar, atingindo um ângulo entre 30 e 40°.O tempo aproximado desde a preparação do participante para o oVEMP até o término da coleta desse potencial foi de 10 minutos.

Salienta-se que, a fim de garantir maior confiabilidade nas análises, todos os registros eletrofisiológicos foram analisados por dois avaliadores com experiência em eletrofisiologia da audição em momentos distintos. Além disso, foram realizadas três coletas em cada orelha para verificar a reprodutibilidade das ondas. Ademais, foram utilizados os métodos estatísticos de Kappa (LANDIS E KOCH, 1997), com objetivo de verificar a concordância da análise do oVEMP e a interpretação do coeficiente de correlação interclasse (FLEISS, 1986).

## 5.8 ASPECTOS ÉTICOS

Este trabalho foi aprovado em suas questões éticas e metodológicas pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Psicologia da UFRGS, identificado pelo processo nº28792.

Os pais ou responsáveis, assim como as crianças, receberam orientações sobre todos os procedimentos da pesquisa e esclarecimentos de eventuais dúvidas que surgissem sobre os exames. Todos os participantes do estudo autorizaram a realização das avaliações e seus responsáveis consentiram com o armazenamento dos dados e sua posterior utilização em publicações científicas por meio da assinatura do TCLE. Nesse termo, ficou clara a participação voluntária na pesquisa e foram esclarecidos o tipo de estudo, os procedimentos, os objetivos, os riscos e os benefícios destes. Igualmente, foi informada a preservação da identidade do participante e explicado o direito de abandonar a pesquisa em qualquer momento.

Os pesquisadores deste estudo se comprometeram a utilizar os dados levantados somente para fins científicos (Apêndice C). Os resultados dos exames serão armazenados por cinco anos

pelos pesquisadores responsáveis no Núcleo de Estudos em Eletrofisiologia da Audição da UFRGS.

## 5.9 LEVANTAMENTO DE DADOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Ao final da realização dos procedimentos, os registros do oVEMP foram analisados independentemente por dois juízes da área da fonoaudiologia com conhecimento e experiência em eletrofisiologia. A análise dos traçados ocorreu de maneira independente entre os juízes e baseada no padrão estabelecido em artigos científicos. Levaram-se em consideração a morfologia da onda e os parâmetros sugeridos pelo equipamento.

Com o objetivo de verificar a concordância da análise dos achados do oVEMP, foram utilizados os métodos estatísticos de Kappa (LANDIS E KOCH, 1997). A correlação entre a força de concordância e o valor de Kappa foi interpretada com base na escala: <0,00 (pobre), 0,00-0,20 (desprezível), 0,21-0,40 (fraca), 0,41-0,60 (moderada), 0,61-0,80 (substancial) e 0,81-1,00 (quase perfeita). A interpretação do coeficiente de correlação interclasse (I) foi baseada na seguinte classificação: valor de  $I < 0,4$  (pobre força de correlação),  $I$  entre  $0,4 - 0,75$  (força de correlação satisfatória) e  $I > 0,75$  (força de correlação excelente) (FLEISS, 1986).

Após o levantamento das variáveis da amostra selecionadas para este estudo, construiu-se um banco de dados no *software Microsoft Office Excel*®. As variáveis quantitativas foram descritas por média e desvio-padrão. As variáveis qualitativas foram descritas por frequências absolutas e relativas. Para comparar as orelhas em relação aos resultados de latência e amplitude, o teste *t-student* para amostras pareadas foi aplicado. Na comparação de médias entre os sexos, foi utilizado o teste *t-student* para amostras independentes. A associação das variáveis com a idade foi avaliada pelo coeficiente de correlação de Pearson.

O nível de significância adotado foi de 5% ( $p < 0,05$ ) e todos os intervalos de confiança foram construídos com 95% de confiança estatística. As análises foram realizadas no programa *Statistical Product Service Solutions* (SPSS) versão 21.0.

## REFERÊNCIAS

- AKIN, F. W.; MURNANE, O. D.; PROFITT, T. M. The effects of click and tone-burst stimulus parameters on the vestibular evoked myogenic potential (VEMP). **Acad Audiol**, v. 14, n. 9, p. 500-509, 2003.
- BITTAR, R. S. M. *et al.* Reabilitação vestibular na criança: Um estudo preliminar. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, São Paulo, v. 68, n. 4, p. 496-499, 2002.
- BOHLSSEN, Y. A.; MARTINS, M. C. Avaliação Vestibular na Criança. In: BOÉCHAT, E. M. *et al* (Ed.). **Tratado de Audiologia**. São Paulo: Santos, 2015. p. 331-342.
- BONALDI, L. V. *et al.* **Bases Anatômicas da Audição e do Equilíbrio**. São Paulo: Santos, 2004.
- BORGES, L. C.; SALOMÃO, N. M. R. Aquisição da Linguagem: Considerações da Perspectiva da Interação Social, **Psicol. Reflex. Crit.**, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 327-336, 2003.
- BRANDT, T. **Vertigo: Its multisensory syndromes**. 2. ed. London: Springer Verlag, 1999.
- CAL, R. *et al.* Potenciais evocados miogênicos vestibulares (VEMP). In: MAIA, F. C. Z.; MANGABEIRA-ALBERNAZ, P.L.; CARMONA, S. **Otoneurologia atual**. Rio de Janeiro: Revinter, 2014. p. 105-119.
- CHIHARA, Y. *et al.* Ocular vestibular-evoked myogenic potentials (oVEMPs) require extraocular muscles but not facial or cochlear nerve activity. **Clinic Neurophysiology**. v. 120, n. 3, p. 581-587, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2008.12.030>. Acesso em: 12 nov. 2017.
- CURTHOYS, I. S. A critical review of the neurophysiological evidence underlying clinical vestibular testing using sound, vibration and galvanic stimuli. **Clin Neurophysiol**, v. 121, n. 2, p.132–144, 2010.
- CURTHOYS, I. S. *et al.* The ocular vestibular-evoked myogenic potential to air-conducted sound: probable superior vestibular nerve origin. **Clinic Neurophysiology**. v. 122, p. 611-616, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2010.07.018>. Acesso em: 20 out. 2017.
- CURTHOYS, I. S.; VULOVIC, V.; MANZARI, L. Ocular vestibular-evoked myogenic potential (oVEMP) to test utricular function: neural and oculomotor evidence. **Acta Otorhinolaryngol Ital.**, v3, p. 41–45, 2012.
- DLUGAICZYK, J. Ocular Vestibular Evoked Myogenic Potentials: Where Are We Now? **Otol Neurotol.**, v.38, n. 10, p. 513-521, 2017.
- EGAMI, N. *et al.* The diagnostic value of vestibular evoked myogenic potentials in patients with Ménière's disease. **Journal of Vestibular Research**, v. 23, p. 249-257, 2013.

FORMIGONI, L. G. *et al.* Avaliação clínica das vestibulopatias na infância. **Rev Bras-ORL**, v. 65, n. 1, p. 78-82, 1999.

FRANCO, E. S.; PANHOCA, I. Sintomas vestibulares em crianças com queixa de dificuldades escolares. **Rev Soc Bras Fonoaudiol.**, v.13, p. 362-368, 2008.

FELIPE, L.; KINGMA, H. Ocular Vestibular Evoked Myogenic Potentials. **Int Arch Otorhinolaryngol.**, v. 18, p. 77-79, 2014.

FELIPE, L.; SANTOS, M. A. R.; GONÇALVES, D. U. Vestibular Evoked Myogenic Potential (VEMP): Evaluation of Responses in Normal Subjects. **Pro Fono**, Barueri, v. 20, n. 4, p. 249-254, 2008.

GANANÇA, F. F.; GANANÇA, C. F. Vertigem na Infância e na Adolescência. In: GANANÇA, M. M. **Vertigem tem cura?** São Paulo: Lemos, 1998. p. 37-47.

GANANÇA, M. M. *et al.* Tratamento da vertigem na criança. **Pediatria Moderna**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 7-22, 1997.

GANANÇA, M. M.; CAOVILO, H. H. A múltipla abordagem terapêutica. In: GANANÇA, M. M. **Vertigem tem cura?** São Paulo: Lemos; 1998. P. 191-195.

GANANÇA, F. F.; GANANÇA, Maurício Malavasi; BOTTINO, Marco Aurélio; GRETERS, Mario Edvin *et al.* **Manual de Otoneurologia**. São Paulo: ABORLCCF, 2010.

GANANÇA, C. F. *et al.* Disfunção vestibular em crianças e adolescentes com mau rendimento escolar. **Revista Fono Atual**, v. 11, p. 21-27, 2000.

GIOACCHINI, F. M. *et al.* Prevalence and diagnosis of vestibular disorders in children: A review. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol**, v. 78, n. 7, p. 718-724, 2014.

GONTIJO, A. P. B. *et al.* Aspectos Neurológicos e Biomecânicos do Equilíbrio para Fundamentar a Prática Clínica: Revisão bibliográfica. **Temas sobre desenvolvimento**, v. 6, n. 33, p. 2-11, 1997.

IWASAKI, S. *et al.* Clinical characteristics of patients with abnormal ocular/cervical vestibular evoked myogenic potentials in the presence of normal caloric responses. **Ann Otol Rhinol Laryngol.**, v. 124, p. 458-465, 2015

JAHN, K. *et al.* Vertigo and dizziness in childhood - update on diagnosis and treatment. **Neuropediatrics.**, v. 42, n. 4, p. 129-134, 2011.

JERGER, J. Clinical experience with impedance audiometry, **Archives Otolaryngology**, v.4, p.311-324, 1970.

KANTNER, C.; GÜRKOV, R. Characteristics and Clinical Applications of Ocular Vestibular Evoked Myogenic Potentials. **Hear Res.**, v.294, n. 1-2, p. 55-63, 2012.

KLEINER, A. F. R.; SCHLITTLER, D. X. C.; SÁNCHEZ-ARIAS, M. D. R. O papel dos sistemas visual, vestibular, somatosensorial e auditivo para o controle postural. **Revista Neurociências**, v. 19, n. 2, p. 349-357, 2011.

LAMOUNIER, P. *et al.* Evaluation of vestibular evoked myogenic potentials (VEMP) and electrocochleography for the diagnosis of Ménière's disease. **Braz. j. otorhinolaryngol.**, São Paulo, v. 83, n. 4, p. 394-403, 2017.

LANGHAGEN, T. *et al.* Vertigo in children and adolescents. Part 1: Epidemiology and diagnosis of peripheral vestibular disorders. **HNO**, v. 61, n. 9, p.791-802, 2013.

LAVINSKY, L.; ABELIN, C. A.; LAVINSKY, M. Exame Otoneurológico da Criança. In: CALDAS, N.; NETO, S. C.; SIH, T. (Ed.) **Otologia e Audiologia em Pediatria**. Rio de Janeiro: Revinter, 1999. p. 287-295.

LOPEZ-ESCAMEZ, J. A. *et al.* Diagnostic criteria for Menière's disease. **J Vestib Res.**, v. 01, p. 1-7, 2015.

MACAMBIRA, Y. K. S. *et al.* Aging and wave-component latency delays in oVEMP and cVEMP: a systematic review with meta-analysis. **Braz. j. otorhinolaryngol.**, São Paulo, v. 83, n. 4, p. 475-487, 2017.

MAIA, F. C. Z. **Elementos práticos em otoneurologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2011.

MAIA, F. C. Z.; CARMONA, S.; COSTA, S. S. Avaliação clínica do paciente vertiginoso. In: MAIA, F. C. Z., MANGABEIRA-ALBERNAZ, P. L.; CARMONA, S. **Otoneurologia atual**. Rio de Janeiro: Revinter, 2014. p. 25-51.

MAIA, F. C. Z.; PORTINHO, F. Princípios Anatomofisiológicos que regem o equilíbrio. In: MAIA, F. C. Z., MANGABEIRA-ALBERNAZ, P. L.; CARMONA, S. **Otoneurologia Atual.**, Rio de Janeiro: Revinter, 2014. p. 1-23.

MANZARI, L.; BURGESS, A.M.; CURTHOYS, I.S. Dissociation between cVEMP and oVEMP responses: different vestibular origins of each VEMP? **Eur Arch Otorhinolaryngology**. v. 267, n. 9, p. 1487-1489, 2010.

MARELLI, E. Anatomofisiología del sistema vestibular. In: CARMONA, S.; LIBONATI, G. A. **Neuro-otologia**. 3. ed. Buenos Aires: Libreria Akadia, 2012. p. 1-16.

MEIRELLES, R. C. Vertigem na infância. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, v. 14, p. 60-65, 2015.

MUROFUSHI, T. Vestibular evoked myogenic pontential. **World J Otorhinolaryngol.**, v.4, n.2, p. 6-11, 2014.

MUROFUSHI, T.; NAKAHARA, H.; YOSHIMURA, E. Assessment of the otolith-ocular reflex using ocular vestibular evoked myogenic potentials in patients with episodic lateral tilt sensation. **Neurosci Lett.**, v. 515, n. 2, p. 103-6, 2012.

NORTHERN, J.; DOWNS, M. P. L. O sistema auditivo. In: NORTHERN, J.; DOWNS, M. P. L. **Audição na infância**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. p. 29-46.

OLIVEIRA, A. C. Potenciais Evocados na avaliação Vestibular. In: BOÉCHAT, E. M. *et al.* **Tratado de Audiologia**. São Paulo: Editora Santos, 2015. p. 331-342.

OLIVEIRA, J. A. A. Fisiopatologia do sistema vestibular. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 40, n. 1, p. 64–80, 1974.

PIKER, E. G. *et al.* Effects of age on the tuning of the cVEMP and oVEMP. **Ear Hear.** v.34, n.6, p. 65-73, 2013.

RIBEIRO, S. *et al.* Dos potenciais evocados miogênicos vestibulares nas orelhas comprometida e assintomática na Doença de Ménière unilateral. **Rev Bras Otorrinolaringologia**, v. 71, n. 1, p. 60-1, 2005.

ROSA NETO, F. **Manual de avaliação motora**. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 11-27.

ROSENGREN, S. M.; WELGAMPOLA, M. S.; COLEBATCH, J. G. Vestibular evoked myogenic potentials: Past, present and future. **Clinical Neurophysiology**. v.121, n. 1, p. 636-651, 2010.

RUSSELL, G.; ABU-ARAFEH, I. Paroxysmal Vertigo in children: an epidemiological study. **JPediatric Otorhinolaryngol**, Amsterdam, v. 49, n. 1, p. 105-107, 1999.

SAKAKURA, K. *et al.* Novel method for recording vestibular evoked myogenic potential: Minimally invasive recording on neck extensor muscles. **Laryngoscope**, v.115, n. 1, p. 1768-1773, 2005.

SALVIZ, M. *et al.* Diagnostic value of frequency-associated vestibular-evoked myogenic potential responses in Ménière's disease. **Audiol Neurootol.**, v. 20, n. 1, p. 229-236, 2015.

SHOU-JEN, W.; WU-SHIUN, H.; YI-HO, Y. Development of Ocular Vestibular-Evoked Myogenic Potentials in Small Children. **Laryngoscope**, v. 123, n. 1, p. 512–517, 2013.

SHIN, B. S. *et al.* Cervical and ocular vestibular-evoked myogenic potentials in acute vestibular neuritis. **Clinic Neurophysiology**. v.123, n.2, p. 369-375, 2012.

SINH, S.; GUPTA, R. K.; KUMAR, P. Vestibular evoked myogenic potentials in children with sensorineural hearing loss. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol.**, v. 76, p. 1308-1311, 2012.

SILVA, T. R.; RESENDE, L. M.; SANTOS, M. A. R. Combined ocular and cervical vestibular evoked myogenic potential in individuals with vestibular hyporeflexia and in patients with Ménière's disease. **Braz. j. otorhinolaryngol.**, São Paulo, v. 83, n. 3, p. 330-340, 2017.



SILVA, T. R.; RESENDE, L. M.; SANTOS, M. A. R. Potencial evocado miogênico vestibular ocular: revisão de literatura. **Audiol., Commun. Res.**, São Paulo, v. 21, n. 1651, 2016.

SILVEIRA, C. R. A. *et al.* Validade de construção em testes de equilíbrio: ordenação cronológica na apresentação das tarefas. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Humano**, v.8, n. 3, p. 66-72, 2006.

SU, H. C. *et al.* Aging effect on vestibular evoked myogenic potencial. **Otol Neurotol.**, v. 25, p. 977-980, 2004.

SUNG, P. H. *et al.* Effect of gender on ocular vestibular-evoked myogenic potentials via various stimulation modes. **Clinic Neurophysiology**. v. 122, p. 183-187, 2011.

TAYLOR, R. L. *et al.* Ocular vestibular-evoked myogenic potentials (oVEMP) to skull taps in normal and dehiscent ears: mechanisms and markers of superior canal dehiscence. **Exp Brain Res.**, v, 232, p. 1073–1084, 2014.

TODD, N. P. McAngus. The origin of the ocular vestibular evoked myogenic potential (OVEMP). **Clinic Neurophysiology**, v. 121, n. 6, p. 978-80, 2010.

TOMAZ, A. *et al.* Controle postural de escolares com baixo rendimento escolar. **Brazilian Journal Otorhinolaryngol**, v. 80, n. 2, p. 105-10, 2014.

ULMER, E.; CHAYS, A. Curthoys and Halmagyi Head Impulse test: an analytical device. **Annales d'oto-laryngologie et de chirurgie cervico faciale**, v. 122, n. 2, p. 84-90, 2005.

VALENT, M.; MCCASLIN, D. L. Vestibular disorders and evaluation of the pediatric patient. Rockville: **The ASHA Leader**, v. 16, p. 12-15, 2011. Disponível em: <http://www.asha.org/Publications/leader/2011/110315/Vestibular-Disorders-and-Evaluation-of-the-Pediatric-Patient.htm>. Acesso em: 06 ago. 2017.

VALKO, Y. *et al.* Ocular vestibular evoked myogenic potentials as a test for myasthenia gravis. **Neurology**, v. 86, p. 660–668, 2016.

VÁZQUEZ-PÉREZ, M.; YLHUICATZI-RODRÍGUEZ, A. C.; ARIZA-ANDRACA, C. R. El vértigo y su relación con el síndrome metabólico. **Med. interna Méx.**, v. 33, n. 2, p. 209-217, 2017.

VERSINO, M. *et al.* Ocular vestibular evoked myogenic potentials in response to air-conducted 500 Hz short tones: Effect of stimulation procedure (monaural or binaural), age and gender. **J Vestib Res.**, v. 25, n. 3-4, p.143-149, 2015.

WELGAMPOLGA, M. S.; COLEBATCH, J. G. Characteristics and clinical applications of vestibular-evoked myogenic potentials. **Neurology.**, v. 64, n. 10, p. 1682-1688, 2005.

YOUNG, Y. H.; HUANG, T. W; CHENG, P. W. Assessing the stage of Ménière's disease using vestibular evoked myogenic potentials. **Arch Otolaryngology Head and Neck Surg.**, v. 129, p. 815-18, 2003.

XU, X. D. *et al.* Ocular and cervical vestibular-evoked myogenic potentials in children with cochlear implant. **Clin. Neurophysiol.**, v.126, p. 1624–1631, 2015.

ZEIGELBOIM, B. S. *et al.* Avaliação vestibular em crianças com distúrbio de aprendizagem. **Pediatria Moderna**, v. 42, p. 215-222, 2006.

## 6 ARTIGO ORIGINAL

**Revista: International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**

**Caracterização do Potencial Evocado Miogênico Vestibular Ocular em Crianças**  
*Characterization of the Vestibular Evoked Myogenic Potential in Children*

Thaísa Rodrigues Brusco<sup>1</sup>, Sady Selaimen da Costa<sup>2</sup>, Pricila Sleifer<sup>3</sup>

(1) Aluna do Mestrado Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Universidade Federal do Rio Grande do Sul ou Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

(2) Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Porto Alegre (RS), Brasil.

(3) Departamento de Saúde e Comunicação Humana, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Porto Alegre (RS), Brasil.

Responsável por correspondência:

Thaísa Rodrigues Brusco

Departamento de Saúde e Comunicação Humana da UFRGS

Núcleo de Estudos em Eletrofisiologia da Audição

Ramiro Barcelos, 2777, Santa Cecília, Porto Alegre/RS

CEP: 90035003

(51) 33085066 – thaisabrusco@gmail.com

Área: Audiologia

Tipo de Manuscrito: Artigo original de pesquisa

Não há nenhum conflito de interesse

Fonte de financiamento: Esta pesquisa não recebeu qualquer concessão específica de agências de financiamento no setor público, comercial ou setores sem fins lucrativos.

## RESUMO

**Objetivo:** Caracterizar as respostas do potencial evocado miogênico vestibular ocular (oVEMP) em crianças com limiares auditivos dentro dos padrões de normalidades e sem queixas auditivas e vestibulares. **Métodos:** Estudo do tipo transversal com 42 crianças normo-ouvintes de sete a onze anos, sem queixas vestibulares. Para a execução do procedimento eletrofisiológico oVEMP, foi utilizado o equipamento *Masbe ATC Plus*, da marca *Contronic*. O eletrodo terra foi fixado na frente, os eletrodos referência foram posicionados na região infraorbital contralateral ao lado testado, um no lado direito e outro no lado esquerdo, e os ativos foram posicionados logo abaixo dos negativos. **Resultados:** A média das latências de N1 foi de 10,8 ms em ambas as orelhas e de P1 foi de 16 ms na orelha direita e 16,1 ms na orelha esquerda. A média da amplitude foi de 31,4  $\mu\text{V}$  na orelha direita e 30,7  $\mu\text{V}$  na orelha esquerda. A média do índice de assimetria foi de 9,8%. Não houve diferença estatisticamente significativa nos valores de latência de N1 ( $p=0,356$ ), P1 ( $p=0,715$ ) e amplitude ( $p=0,631$ ) entre orelhas. Não foram encontradas diferenças estatísticas para as latências e as amplitudes do oVEMP em relação aos sexos dos participantes. Constatou-se correlação negativa entre idade e latência e correlação positiva entre idade e amplitude. **Conclusão:** O oVEMP foi registrado em todas as crianças da amostra. Não foi encontrada diferença significativa entre sexo das crianças. Constatou-se correlação negativa entre idade e latência e correlação positiva entre idade e amplitude.

**Descritores:** Potenciais Evocados Miogênicos Vestibulares; Testes de Função Vestibular; Criança.

## 1 INTRODUÇÃO

O potencial evocado miogênico vestibular ocular (oVEMP) vem sendo empregado como exame complementar na avaliação do equilíbrio e no diagnóstico de distúrbios otoneurológicos. Trata-se de um teste que avalia a função vestibular por meio da resposta muscular reflexa originada a partir de uma estimulação acústica de forte intensidade que ativa a mácula utricular <sup>[1-5]</sup>.

O oVEMP é registrado por eletrodos de superfície, fixados abaixo dos olhos, e representa uma atividade eletromiográfica contralateral dos músculos oblíquo inferior e reto inferior durante

o reflexo vestibulo-ocular (RVO). Caracteriza-se por um potencial excitatório de curta latência, em aproximadamente 10 ms, em virtude de os músculos extraoculares responderem com ativação rápida e precisa para manterem a visão nítida durante os movimentos cefálicos, visto que estímulos não fisiológicos, tais como sons de forte intensidade, podem provocar movimentos reflexos oculares na ausência de deslocamento cefálico [5-9].

As ondas eletromiográficas do registro do potencial são definidas pela latência (tempo que transcorre desde a estimulação acústica até o aparecimento do valor mais negativo [N1] ou positivo [P1] das ondas), pela amplitude (diferença de valores entre o ponto mais negativo de uma onda e o mais positivo de outra) e pelo índice de assimetria da amplitude (cálculo que compara a interferência do tônus muscular de um lado em relação ao outro) [8].

A pesquisa do oVEMP apresenta diversas características favoráveis à sua utilização, pois corresponde a um exame objetivo, não invasivo, de breve duração, de fácil execução, de baixo custo e que traz desconforto reduzido ao paciente quando comparado a outras avaliações vestibulares. Atualmente, ele vem sendo estudado e utilizado na prática clínica para a investigação de alterações que afetem o labirinto posterior em pacientes que sofrem de tontura ou vertigem [2, 6-7, 10-12].

Embora a maior parte de pesquisas científicas esteja focada em estudar o equilíbrio e as alterações na população adulta, as vestibulopatias na infância também devem ser investigadas. Estima-se que a incidência dos distúrbios do equilíbrio em crianças na idade escolar seja em torno de 15% [13]. Entretanto, o diagnóstico pode ser prejudicado pela diversidade de sintomas que as crianças apresentam, muitas vezes diferentes dos sintomas de indivíduos adultos, devido à dificuldade delas de relatar e descrever o desconforto [13-18].

A queixa de tontura em crianças não é tão comum como em adultos. Porém, quando esta existe, a averiguação da função vestibular deverá ser realizada minuciosamente por uma equipe multidisciplinar. Enfatiza-se a relevância da investigação de distúrbios vestibulares pediátricos, pois estes podem acarretar uma série de efeitos, tais como prejuízos no desenvolvimento motor, na linguagem, na fala, na escrita e na leitura, além da possibilidade de repercussões na vida diária, podendo, também, causar comprometimento cognitivo e/ou isolamento social [16-19].

O teste oVEMP foi padronizado em adultos e seus valores de normalidade foram definidos [20-21]. Contudo, a normatização do VEMP ocular, com diferentes protocolos e em diversas faixas etárias, faz-se essencial para uma maior evidência científica, a fim de transpor esse conhecimento

à aplicabilidade clínica, visando a uma avaliação vestibular completa e efetiva na população infantil. Partindo desse pressuposto, o presente estudo tem como objetivo caracterizar as respostas do oVEMP em crianças com limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade e sem queixas auditivas e vestibulares. Além disso, o estudo visa a verificar associações entre latência, amplitude, índice de assimetria, faixa etária, orelhas e sexo.

## **2 MÉTODOS**

### **2.1 SELEÇÃO DOS PACIENTES**

Foram recrutadas, por conveniência, 42 crianças brasileiras escolares (21 do sexo feminino e 21 do sexo masculino), na faixa etária de sete a onze anos. Todos os participantes apresentavam limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade (<15 dBNA), segundo classificação proposta por Northern e Downs <sup>[22]</sup>, sem *gap* aéreo-ósseo superior a 10 dBNA. Além disso, eles tinham a presença de reflexos acústicos e curvas timpanométricas do tipo A, conforme classificação proposta por Jerger <sup>[23]</sup>, em ambas as orelhas. Informações sobre audição e equilíbrio, assim como história médica e otológica, foram coletadas anteriormente.

Os sujeitos com disfunções cognitivas autorrelatadas, alterações de ordem genética, anormalidades craniofaciais, patologias otológicas (otites de repetição, sensação de zumbido ou diagnóstico de disfunções do sistema auditivo), queixas auditivas e vestibulares e/ou impossibilidade de realizar o movimento ocular foram excluídos.

#### **2.1.1 Processo de Coleta de Dados**

Este trabalho foi aprovado, em suas questões éticas e metodológicas, pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Psicologia da UFRGS, identificado pelo processo nº 28792. Todos os procedimentos do estudo foram realizados no Núcleo de Estudos em Eletrofisiologia da Audição da Clínica de Audiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) dos responsáveis, as crianças e/ou os responsáveis por elas responderam a uma anamnese, na qual foram obtidos dados pessoais e informações relacionadas ao histórico auditivo, às queixas auditivas e à saúde

geral dos participantes. Em seguida, realizou-se inspeção do meato acústico externo (MAE) com o otoscópio marca *Welch Allyn* e, quando observada ausência de obstrução do MAE, o participante era encaminhado para execução dos exames. Foram fornecidas, previamente, orientações para as crianças sobre cada procedimento, a fim de serem evitados erros ou dificuldades na compreensão das instruções.

### **2.1.2 Medidas de imitância acústica**

As medidas de imitância acústica (MIA) foram pesquisadas com o equipamento *Impedance Audiometer* AT235h, da marca *Interacoustics*. Foram verificadas as complacências estática e dinâmica. Foram pesquisados os limiares dos reflexos acústicos, ipsilaterais e contralaterais, nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz.

### **2.1.3 Audiometria tonal e vocal**

A audiometria tonal liminar foi realizada em cabine acusticamente tratada, com o audiômetro previamente calibrado da marca *Inventis* – modelo *Harp Inventis* e fones supra-aurais. As pesquisas dos limiares por via aérea foram realizadas nas frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz e, por via óssea, nas frequências de 500, 1000, 2000, 3000 e 4000 Hz em ambas as orelhas. Realizou-se, na sequência, a audiometria vocal por meio do Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF) e do Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF). Para realização do IPRF, apresentaram-se 25 palavras monossílabas em uma intensidade fixa e confortável para a criança (40 dBNA acima do valor da média tritonal das frequências de 500, 1000 e 2000 Hz na via aérea), em cada orelha, e as crianças eram instruídas a repetir as palavras conforme escutassem. Para o LRF, a intensidade inicial utilizada foi de 40 dBNA acima da média tritonal da via aérea, sendo esta reduzida até atingir o nível de intensidade em que a criança pudesse entender e repetir corretamente 50% das palavras trissilábicas apresentadas.

### 2.1.4 OVEMP

Posteriormente à avaliação auditiva periférica, as crianças que atendiam aos critérios do estudo foram encaminhadas para uma sala acústica e eletricamente tratada para o exame oVEMP. Para a realização do procedimento, os participantes eram posicionados em uma cadeira confortável e, então, era realizada a limpeza da pele, por meio de uma pasta abrasiva específica para exames eletrofisiológicos (*Nuprep*®) e gaze comum, nos locais onde os eletrodos foram colocados. Logo após, foram fixados com pasta eletrolítica (*Ten20 conductive*®) e fita adesiva (*Micropore*®) eletrodos de prata na pele dos participantes. O eletrodo terra foi fixado na fronte, os eletrodos negativos foram posicionados na região infraorbital contralateral ao lado testado, um no lado direito e outro no lado esquerdo, e os positivos foram posicionados logo abaixo dos negativos.

Foram colocados fones de inserção (*Earphone TONE™ GOLD*) em ambas as orelhas ipsilateralmente. Para a realização do oVEMP, foi utilizado o equipamento *MASBE ATC Plus* da marca *Contronic*®. A impedância elétrica manteve-se inferior a  $5\Omega$  em cada derivação e a diferença entre os três eletrodos não excedeu  $2\Omega$ . Em sequência, foi realizada uma varredura do eletroencefalograma (EEG) para captar a atividade elétrica cerebral espontânea, a fim de verificar artefatos que pudessem interferir no exame. As crianças foram orientadas a não tencionar o corpo e o rosto e a não cruzar as pernas e os braços durante o procedimento.

O estímulo acústico utilizado foi o *tone burst*, apresentado de modo monoaural, com polaridade alternada na frequência de 500 Hz, 200 estímulos por segundo e intensidade de 118 dBNA. Para a atenuação de frequências e a eliminação de artefatos na resposta, foram utilizados o filtro passa-banda de 5-1000 Hz e o limite de ruído de 90 a 100%.

Para a realização do oVEMP, os participantes foram orientados a permanecer sentados, com a cabeça reta, em posição anatômica, e a olhar para cima, com a finalidade de captar a resposta da musculatura ocular na vigência de contração muscular. O tempo aproximado desde a preparação do participante para o oVEMP até o término da coleta desse potencial foi de dez minutos.

Salienta-se que, a fim de garantir maior confiabilidade nas análises, todos os registros eletrofisiológicos foram analisados por dois avaliadores com experiência em eletrofisiologia da audição em momentos distintos. Além disso, foram realizadas três coletas em cada orelha para verificar a reprodutibilidade das ondas. Além disso, com o objetivo de verificar a concordância da análise dos achados do oVEMP, foram utilizados os métodos estatísticos de Kappa <sup>[24]</sup>.



## 2.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis quantitativas foram descritas por média e desvio-padrão. As variáveis qualitativas foram descritas por frequências absolutas e relativas. Para comparar as orelhas em relação aos resultados de latência e amplitude, o teste *t-student* para amostras pareadas foi aplicado. Na comparação de médias entre os sexos, foi utilizado o teste *t-student* para amostras independentes. A associação das variáveis com a idade foi avaliada pelo coeficiente de correlação de Pearson. O nível de significância adotado foi de 5% ( $p < 0,05$ ) e todos os intervalos de confiança foram construídos com 95% de confiança estatística.

A correlação entre a força de concordância e o valor de Kappa<sup>[24]</sup> foi interpretada com base na escala:  $< 0,00$  (pobre),  $0,00-0,20$  (desprezível),  $0,21-0,40$  (fraca),  $0,41-0,60$  (moderada),  $0,61-0,80$  (substancial) e  $0,81-1,00$  (quase perfeita). A interpretação do coeficiente de correlação interclasse (I) foi baseada na seguinte classificação: valor de  $I < 0,4$  (pobre força de correlação),  $I$  entre  $0,4 - 0,75$  (força de correlação satisfatória) e  $I > 0,75$  (força de correlação excelente)<sup>[25]</sup>.

## 3 RESULTADOS

Constituíram este estudo 42 crianças que concluíram todos os procedimentos propostos. Dados da caracterização da amostra estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1. Caracterização da amostra**

<b>Variável</b>	<b>(n=42)</b>
Idade, média $\pm$ DP [min-max]	8,9 $\pm$ 1,4 [7-11]
Sexo masculino, n %	21 (50%)
Sexo feminino	21 (50%)

Todas as crianças apresentaram resposta no oVEMP, não sendo necessário, por esse motivo, excluir nenhum participante. Na comparação das médias das latências e das amplitudes entre orelha direita (OD) e orelha esquerda (OE), não se verificou diferença estatisticamente significativa, indicando que OD e OE apresentam valores de latências e amplitudes equivalentes. A média do índice de assimetria foi de 9,8% com desvio padrão de 3,0%. Expõem-se, na Tabela 2, as

informações referentes aos valores de latências e amplitudes do oVEMP nas orelhas das crianças avaliadas.

**Tabela 2. Comparação das latências e da amplitude entre as orelhas**

Variável	Orelha direita	Orelha esquerda	P
	(n=42)	(n=42)	
	Média ± DP	Média ± DP	
Latência da onda N1	10,8 ± 1,2	10,8 ± 1,2	0,356
Latência da onda P1	16,0 ± 1,9	16,1 ± 1,9	0,715
Amplitude	31,4 ± 11,8	30,7 ± 10,2	0,631

Na comparação entre os valores de latências, amplitudes e índice de assimetria do oVEMP e os sexos dos participantes, dispostos na Tabela 3, igualmente não foram constatadas diferenças significativas. Dessa forma, na presente pesquisa, não há evidência de que os valores de latência, amplitude e índice de assimetria das crianças sejam influenciados pelo sexo.

**Tabela 3. Comparação das latências, da amplitude e do índice de assimetria entre os sexos**

Variável	Sexo	Sexo	P
	masculino	feminino	
	(n=21)	(n=21)	
	Média ± DP	Média ± DP	
Latência da onda N1			
Orelha direita	10,7 ± 1,2	10,9 ± 1,2	0,481
Orelha esquerda	10,6 ± 1,2	10,9 ± 1,2	0,551
Latência da onda P1			
Orelha direita	16,3 ± 2,0	15,8 ± 1,9	0,396
Orelha esquerda	16,5 ± 1,8	15,7 ± 2,0	0,164
Amplitude			
Orelha direita	31,9 ± 12,3	31,0 ± 11,5	0,807
Orelha esquerda	30,2 ± 11,0	31,2 ± 9,6	0,754
Índice de assimetria	11,1 ± 3,6	8,6 ± 1,6	0,066

Constatou-se, por meio de uma correlação negativa, forte associação entre idade e latência: quanto maior a idade da criança, menor a latência de N1 e P1 em ambas as orelhas. Evidenciou-se, também, por meio de uma correlação positiva, que, quanto maior a idade, maior a amplitude pico a pico na orelha direita (Tabela 4).

**Tabela 4. Associação entre latência, amplitude e índice de assimetria com idade**

Variável	Idade	
	Coefficiente de correlação de Pearson	P
Latência da onda N1		
Orelha direita	-0,773	<0,001
Orelha esquerda	-0,741	<0,001
Latência da onda P1		
Orelha direita	-0,598	<0,001
Orelha esquerda	-0,629	<0,001
Amplitude		
Orelha direita	0,483	0,001
Orelha esquerda	0,282	0,070
Índice de assimetria	-0,039	0,808

Houve excelente concordância entre juízes na análise dos componentes do oVEMP (Kappa 0,92). De acordo com o coeficiente de correlação interclasse, obteve-se 0,87 para análises de latências e amplitude do oVEMP, havendo uma correlação quase perfeita.

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 METODOLOGIA DE OBTENÇÃO DO REGISTRO E CARACTERÍSTICAS DO ESTÍMULO

Por se tratar de um exame relativamente novo, ainda existem divergências na padronização da metodologia de obtenção do registro do oVEMP. Diversas pesquisas nos âmbitos nacional e internacional são desenvolvidas na tentativa de verificar o melhor método de registro. Neste estudo, o protocolo utilizado para a realização do oVEMP foi baseado em outros estudos relacionados, que buscaram padronizar esse exame [1, 6, 9, 20- 21, 26-30].

A morfologia e as características das respostas dependem do tipo de estímulo. O uso do estímulo auditivo *toneburst*, na maioria dos estudos, justifica-se pelo fato de necessitar de um limiar mais baixo do que os evocados com o estímulo *click* para gerar uma resposta, sendo mais confortável para o sujeito avaliado [26-27]. A maior incidência na frequência de 500 Hz justifica-se por gerar respostas mais homogêneas e constantes [3, 9, 11, 31].

Percebe-se que a metodologia de posicionamento dos eletrodos para o registro do potencial ocular é realizada de forma similar em todos os estudos consultados. Os autores indicam posicionar os eletrodos sobre a pálpebra inferior de cada olho, com os eletrodos de referência situados abaixo destes [4, 6-9, 11-12, 20-21, 28-29].

No procedimento oVEMP, as respostas dependem da direção do olhar. A resposta mais intensa é obtida no olhar vertical para cima. Uma explicação para esse fenômeno é que, quando os músculos reto inferior e oblíquo inferior se contraem, enquanto o sujeito olha para cima, suas unidades motoras (neurônios motores e/ou fibras musculares) são ativadas de forma mais síncrona, gerando potenciais de maior amplitude [11, 32-33]. No presente estudo, todas as crianças foram orientadas a olhar para cima, a fim de serem atingidos potenciais de melhor visualização e confiabilidade. Salienta-se que crianças pequenas podem não conseguir manter o olhar fixo durante toda a realização do exame e, alternativamente, tendem a elevar a cabeça para imitar um olhar para cima, deteriorando, assim, a forma de onda do oVEMP, podendo diminuir a amplitude das ondas ou ocasionar ausência de resposta [34]. Os profissionais responsáveis pela realização desse exame devem se manter atentos a esse fator na avaliação da população infantil.

#### 4.2 VALORES DE LATÊNCIA, AMPLITUDE E ÍNDICE DE ASSIMETRIA DO OVEMP

Em relação aos resultados dos oVEMP encontrados nesta pesquisa, todos os indivíduos avaliados apresentaram respostas em ambas as orelhas, indicando integridade das vias envolvidas. Os traçados obtidos neste estudo foram analisados em relação ao primeiro potencial bifásico que corresponde ao reflexo evocado pela estimulação sonora da mácula utricular.

A análise das latências absolutas dos picos dos oVEMP fornece parâmetros de grande importância para a identificação de problemas que interfiram na velocidade de condução neural, além de ser uma resposta de boa reprodutibilidade [7-8, 30, 35]. Nesta amostra, a média da latência da onda N1 foi de 10,8 ms em ambas as orelhas e da onda P1 foi de 16,0 ms para OD e 16,1 ms para OE. Esses valores de latência corroboram outros dois estudos internacionais, realizados com população e metodologias semelhantes, nas quais a média da latência da onda N1 foi de 11,1 ms e a média da latência da onda P1 foi de 16,1 ms, em ambos os estudos [34, 36].

Em relação à análise das amplitudes, nesta pesquisa, verificou-se média de 31,4 $\mu$ V para OD e 30,7 $\mu$ V para OE. Esses resultados foram discrepantes em comparação aos encontrados na

literatura compulsada, em estudos com população infantil [34, 36-37], que variaram entre 4 e 7,3 $\mu$ V. Conquanto, diversos autores defendem que os valores absolutos de amplitude pico a pico não devem ser utilizados na análise interpessoal dos VEMP, pois podem não ser reprodutíveis, em decorrência da grande variação intersujeito, e dependem de alguns fatores, como a intensidade do estímulo e o nível de contração muscular [7, 9, 11, 26, 27]. Esse fato também pode estar relacionado com a utilização de diferentes equipamentos e ganhos do amplificador. Sendo assim, o ganho vem a ser mais um fator de interferência para a amplitude, reforçando ainda mais a não utilização da amplitude absoluta na análise do oVEMP [8].

Em contrapartida, um parâmetro de análise de grande importância para o potencial ocular é o índice de assimetria de amplitude, que compara a interferência do tônus muscular de um lado em relação ao outro e é calculado pela diferença interaural da amplitude da resposta, ponderada pela média da resposta de cada paciente [8]. No presente estudo, a média foi de 9,8%. Esse resultado corrobora outros estudos na população infantil [34, 36-37] e os valores máximos de assimetria de amplitude padronizados para adultos, que vão de 0 a 43,3% [38].

#### 4.3 RELAÇÃO ENTRE LATÊNCIA, AMPLITUDE, ÍNDICE DE ASSIMETRIA E SEXO DOS PARTICIPANTES

Na comparação entre os parâmetros de latência, amplitude e índice de assimetria de amplitude e o sexo das crianças, não foram encontradas diferenças significativas, o que está de acordo com os resultados encontrados em pesquisas com a população semelhante [34, 36]. Entretanto, estudos com a população adulta demonstram que os homens podem apresentar maior amplitude quando comparados às mulheres. Autores sugerem que a diferença de amplitude existente no oVEMP entre os sexos pode ser atribuída à variação na massa muscular entre homens e mulheres, e essa variação de tônus ainda não é verificada na musculatura infantil [39].

#### 4.4 RELAÇÃO ENTRE LATÊNCIA, AMPLITUDE, ÍNDICE DE ASSIMETRIA E IDADE DOS PARTICIPANTES

Constatou-se, nesta pesquisa, uma correlação negativa, com forte associação, entre idade e latência, ou seja, quanto maior a idade da criança, menor a latência de N1 e P1 em ambas as orelhas.

Essa correlação entre idade e latência não foi encontrada em outros estudos com a população similar, os quais compararam os resultados do oVEMP entre grupos de crianças divididos por faixas etárias [34, 36]. Todavia, alguns autores sugerem que a variação de latência conforme o crescimento da criança pode estar relacionada com a maturação do sistema vestibular, que gera um aumento da velocidade de condução neural conforme aumenta a idade da criança. Esse fato pode justificar a ocorrência dos maiores valores de latência em crianças pequenas [20, 40-41].

Averiguou-se, ainda, neste estudo, que, quanto maior a idade da criança, maior a amplitude de onda na OD. Possivelmente, a razão pela qual se obtiveram valores mais amplos em crianças maiores em comparação a crianças menores foi a diferença de tônus da musculatura, visto que a resposta da amplitude é influenciada pelo nível de contração muscular [7, 9, 11, 26-27]. A ausência dessa relação na OE pode ter ocorrido devido ao número de indivíduos da amostra, contudo, percebe-se que, mesmo não ocorrendo diferença estatística, os valores de amplitude foram mais elevados à medida que a idade aumentava.

Percebe-se que poucos estudos foram encontrados descrevendo valores normativos para o oVEMP na população infantil. Com isso, acredita-se que a presente pesquisa possa promover subsídios na interpretação dos resultados do VEMP ocular, considerando os mesmos parâmetros utilizados, e que os valores encontrados podem ser utilizados como referência para esse potencial.

## **5 CONCLUSÃO**

Foi possível caracterizar os parâmetros avaliados nas respostas miogênicas vestibulares oculares em crianças sem queixas otoneurológicas. O oVEMP pode ser registrado em todas as crianças da amostra estudada. Não houve diferenças estatísticas para as latências, as amplitudes e o índice de assimetria do oVEMP em relação ao sexo dos participantes. Além disso, foi verificada similaridade com relação à lateralidade das respostas dos participantes. Constatou-se, neste estudo, que, quanto maior a idade da criança, menor a latência de N1 e P1, bem como que, quanto maior a idade, maior a amplitude da onda.

## REFERÊNCIAS

- [1] Curthoys IS, Iwasaki S, Chihara Y, Ushio M, McGarvie LA, Burgess AM. The ocular vestibular-evoked myogenic potential to air-conducted sound; probable superior vestibular nerve origin. *Clin Neurophysiol.* 2011; 122:611-6.
- [2] Singh S, Gupta RK, Kumar P. Vestibular evoked myogenic potentials in children with sensorineural hearing loss. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2012; 76:1308-11.
- [3] Kantner C, Gürkov R. Characteristics and clinical applications of ocular vestibular evoked myogenic potentials. *Hear Res.* 2012; 294(1-2):55-63[acesso em 10 dez 2017]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.heares.2012.10.008>
- [4] Silva TR, Resende LM, Santos MAR. Combined ocular and cervical vestibular evoked myogenic potential in individuals with vestibular hyporeflexia and in patients with Ménière's disease. *Braz. j. Otorhinolaryngol.* 2017; 83( 3):330-340. [acesso em 08 dez 2017]. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1808-86942017000300330&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-86942017000300330&lng=en&nrm=iso)>
- [5] Lamounier P, de Souza TS, Gobbo DA, Bahmad Jr. F. Evaluation of vestibular evoked myogenic potentials (VEMP) and electrocochleography for the diagnosis of Ménière's disease. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2017;83:394--403.
- [6] Cal R, Maia FCZ, Brusco TR, Araújo MS. Potenciais evocados miogênicos vestibulares (VEMP). In: Zuma e Maia FC, Mangabeira-Albernaz PL.; Carmona S. *Otoneurologia atual.* Rio de Janeiro: Revinter; 2014: 105-19.
- [7] Felipe L, Kingma H. Ocular Vestibular Evoked Myogenic Potentials. *Int Arch Otorhinolaryngol.* 2014; 18: 77-9.
- [8] Oliveira AC. Potenciais Evocados na avaliação Vestibular. In: Boéchat EM, Menezes PL, Couto CM, Frizzo ACF, Scharlach RC, Anastásio ART. *Tratado de Audiologia.* 2. ed. São Paulo: Santos; 2015. p. 331-42.
- [9] Silva TR, Resende LM, Santos MAR. Potencial evocado miogênico vestibular ocular: revisão de literatura. *Audiol., Commun. Res., São Paulo;* 2016; 21: e1651[acesso em 08 dez 2017]. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2317-64312016000100503&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-64312016000100503&lng=en&nrm=iso)>
- [10] Lopez-Escamez JA, Carey J, Chung W, Goebel JA, Magnusson M, Mandalà M, *et al.* Diagnostic criteria for Ménière's disease. *J Vestib Res.* 2015;1:1-7.
- [11] Długańczyk J. Ocular Vestibular Evoked Myogenic Potentials: Where Are We Now? *Otol Neurotol.* 2017; 38(10):e513-21.
- [12] Macambira YKDS, Carnaúba ATL, Fernandes LCBC, Bueno NB, Menezes PL. Aging and wave-component latency delays in oVEMP and cVEMP: a systematic review with meta-

analysis. Braz. j. otorhinolaryngol., São Paulo;2017;83(4): 475-87. [acesso em 08 dez 2017]. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1808-86942017000400475&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-86942017000400475&lng=en&nrm=iso)>.

[13] Meirelles RC. Vertigem na infância. Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto. 2015; 14(1):60-5.

[14] Jahn K, Langhagen T, Schroeder AS, *et al.* Vertigo and dizziness in childhood - update on diagnosis and treatment. Neuropediatrics. aug 2011; 42(4):129-34.

[15] Valent M; McCaslin DL. Vestibular disorders and evaluation of the pediatric patient. Rockville: The ASHA Leader. 2011; 16:12-5.

[16] Langhagen Lehnen N, Krause E, Jahn K. Vertigo in children and adolescents. Part 1: Epidemiology and diagnosis of peripheral vestibular disorders. HNO. 2013;61(9):791-802.

[17] Gioacchini FM, Alicandri-Ciufelli M, Kaleci S, *et al.* Prevalence and diagnosis of vestibular disorders in children: A review. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2014; 78:718–724.

[18] Bohlsen YA, Martins MC. Avaliação Vestibular na Criança. In: Boéchat EM, Menezes PL, Couto CM, Frizzo ACF, Scharlach RC, Anastásio ART. Tratado de Audiologia. 2. ed. São Paulo:Santos;2015. p. 331-42.

[19] Silva BMP, Didoné DD, Sleifer P. Potencial evocado miogênico vestibular cervical em crianças e adolescentes sem queixas vestibulares. Audiol Commun Res. 2017;22:e1885

[20] Piker EG, Jacobson GP, Burkard RF, McCaslin DL, Hood LJ. Effects of age on the tuning of the cVEMP and oVEMP. Ear Hear.2013;34(6):e65-73.

[21] Zhang A.S., Govender S., Colebatch J.G. Tuning of the ocular vestibular evoked myogenic potential to AC sound shows two separate peaks. Exp Brain Res. 2011;213:111–116.

[22] Northern JL, Downs MP. Audição e perda auditiva em crianças. 5 ed. In: Northern JL, Downs MP. Audição na Infância. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005. p. 14.

[23] Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. Arch Otolaryngol. 1970; 92:311-24.

[24] Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics. 1977;33(1):159-74.

[25] Fleiss JL. The Design and Analysis of Clinical Experiments. New York: John Wiley & Sons; 1986.



- [26] Akin FW, Murnane OD, Proffitt TM. The effects of click and tone-burst stimulus parameters on the vestibular evoked myogenic potential (VEMP). *Acad Audiol*. 2003; 14(9):500-9.
- [27] Welgampola MS, Colebatch, JG. Characteristics and clinical applications of vestibular-evoked myogenic potentials. *Neurology*. 2005; 64(10):1682-8.
- [28] Curthoys IS, Vulovic V, Manzari L. Ocular vestibular-evoked myogenic potential (oVEMP) to test utricular function: neural and oculomotor evidence. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2012; 32:41-5.
- [29] Manzari L, Burgess AM, Curthoys IS. Dissociation between cVEMP and oVEMP responses: different vestibular origins of each VEMP? *Eur Arch Otorhinolaryngology*. 2010; 267(9):1487-9.
- [30] Iwasaki S, Fujimoto C, Kinoshita M, Kamogashira T, Egami N, Yamasoba T. Clinical characteristics of patients with abnormal ocular/cervical vestibular evoked myogenic potentials in the presence of normal caloric responses. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2015; 124:458-65.
- [31] Curthoys IS. A critical review of the neurophysiological evidence underlying clinical vestibular testing using sound, vibration and galvanic stimuli. *Clin Neurophysiol*. 2010; 121(2):132–44.
- [32] Taylor RL, Blaivie C, Bom AP, *et al*. Ocular vestibular-evoked myogenic potentials (oVEMP) to skull taps in normal and dehiscent ears: mechanisms and markers of superior canal dehiscence. *Exp Brain Res*. 2014; 232:1073–84.
- [33] Valko Y, Rosengren SM, Jung HH, *et al*. Ocular vestibular evoked myogenic potentials as a test for myasthenia gravis. *Neurology*. 2016; 86:660–8.
- [34] Shou-Jen Wang MD, Wu-Shiun Hsieh MD, Yi-Ho Young MD. Development of Ocular Vestibular-Evoked Myogenic Potentials in Small Children. *Laryngoscope*. 2013; 123:512-7.
- [35] Salviz M, Yuce T, Karatas A, Balikci HH, Ozkul MH. Diagnostic value of frequency-associated vestibular-evoked myogenic potential responses in Ménière's disease. *Audiol Neurootol*. 2015; 20:229-36.
- [36] Hsu YS, Wang SJ, Young YH. Ocular vestibular-evoked myogenic potentials in children using air conducted sound stimulation. *Clin Neurophysiol*. 2009;120(7):1381-5.
- [37] Xu XD, Zhang XT, Zhang Q, Hu J, Chen YF, and Xu M. Ocular and cervical vestibular-evoked myogenic potentials in children with cochlear implant. *Clin. Neurophysiol*. 2015; 126:1624-31.
- [38] Murofushi T. Vestibular evoked myogenic potential. *World J Otorhinolaryngol*. 2014; 4(2):6-11

- [39] Sung PH, Cheng PW, Young YH. Effect of gender on ocular vestibular-evoked myogenic potentials via various stimulation modes. *Clin Neurophysiol.* 2011; 122:183-7.
- [40] Su H, Huang T, Young Y, Cheng P. Aging effect on vestibular evoked myogenic potential. *Otol Neurotol.* 2004; 25:977-80.
- [41] Versino M, Colnaghi S, Ranzani M, Alloni R, Bolis C, Sacco S, Moglia A, Callieco R. Ocular vestibular evoked myogenic potentials in response to air-conducted 500 Hz short tones: Effect of stimulation procedure (monaural or binaural), age and gender. *J Vestib Res.* 2015; 25(3-4):143-9.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considerando-se os objetivos propostos, foi possível concluir que os valores de latência e índice de assimetria de amplitude encontrados no presente estudo foram semelhantes aos descritos na literatura científica internacional em crianças sem queixas auditivas e vestibulares. Observa-se, na literatura compulsada, a importância de realizar o correto diagnóstico das vestibulopatias em crianças, sendo necessária a padronização das avaliações para a população infantil.

Por fim, acredita-se que o uso combinado do oVEMP com demais testes vestibulares oportuniza aos profissionais a possibilidade de realizar associações entre os resultados objetivos e os dados obtidos na avaliação clínica. Dessa forma, é possível chegar a um diagnóstico preciso e precoce das alterações do equilíbrio na população infantil, possibilitando o planejamento de estratégias de reabilitação vestibular mais efetivas e específicas.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

**Pesquisadora responsável:**

Thaísa Rodrigues Brusco

Telefone: (51) 99931.5404

E-mail: thaisabrusco@gmail.com

#### Breve informação

O Curso de Fonoaudiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) desenvolverá um projeto de avaliação auditiva e de equilíbrio em crianças com audição normal na Clínica de Audiologia da UFRGS.

Seu filho (a) está sendo convidado a participar desta pesquisa que visa obter maiores informações da audição e da atividade das áreas cerebrais responsáveis pelo equilíbrio, avaliadas por meio do Potencial Evocado Miogênico Vestibular Ocular (oVEMP).

**Título:** Caracterização do Potencial Evocado Miogênico Vestibular Ocular em crianças.

**Objetivo:** Verificar as condições das vias auditivas.

**Descrição dos procedimentos:** Primeiramente, será realizado um exame para verificar o limiar de audição e avaliar a função auditiva do seu filho (a). A criança permanecerá sentada dentro de uma cabina acústica e terá que responder a vários estímulos sonoros que serão emitidos por meio de fones de ouvidos (colocados em suas orelhas) e por um vibrador ósseo (colocado junto ao crânio). No momento em que a mesma ouvir um som, terá que apertar o botão. Após, terá que repetir uma lista de palavras apresentada pelo examinador. Em seguida, será realizado outro exame, onde serão apresentados alguns sons fracos e uns sons mais fortes para observar se seu filho tem achados sugestivos de infecção de ouvido e para analisarmos se esses sons estão sendo conduzidos de uma maneira eficiente. Para isso colocaremos uma borrachinha confortável em uma orelha, e na outra colocaremos um fone de ouvido. A criança irá sentir uma leve pressão e ouvirá alguns apitos. O último exame tem como finalidade verificar o equilíbrio, ou seja, saber como está um dos órgãos da orelha interna responsável por esta função. Para isso, alguns pontos da pele, como testa e abaixo dos olhos, serão limpos com gaze e gel de limpeza de pele. Logo após, serão colocados alguns eletrodos nessas regiões que serão limpas, sendo fixados com esparadrapos. Esses eletrodos serão conectados a cabos ligados no computador, onde serão registradas as respostas do exame. Serão colocados fones de ouvido nas orelhas da criança e alguns sons serão emitidos. Enquanto isso, seu filho (a) deverá permanecer de maneira confortável sentado na poltrona, olhando para cima. O tempo das avaliações será de aproximadamente 1 hora.

**Benefícios:** Seu filho (a) receberá uma avaliação auditiva completa gratuitamente.

**Riscos e desconfortos:** A limpeza de alguns pontos da pele com gel de limpeza de pele poderá causar pequena irritação à mesma, e a colocação dos fones de inserção (espécie de protetor auditivo) poderá causar pequeno desconforto, porém é mínimo. Os eletrodos serão colocados cuidadosamente, mas caso a criança sentir desconforto, os eletrodos serão retirados e recolocados. A borrachinha que irá no ouvido também poderá causar pequeno desconforto devido à pressão, porém é mínimo. Se isso acontecer iremos tirar imediatamente e recolocar. Se o desconforto persistir, as avaliações poderão ser encerradas a qualquer momento.

**Possibilidade de desistência:** O familiar, assim como a criança, terá plena liberdade de autorizar ou recusar sua participação. As avaliações serão encerradas a qualquer momento caso não queiram continuar os exames, sem custo ou qualquer penalização. Caso a criança sentir-se cansada, as avaliações serão interrompidas, podendo ser remar cadas em outro dia. As disponibilidades de seus horários serão respeitadas para as avaliações. Caso solicite explicações sobre a pesquisa ou sobre os exames, a pesquisadora lhe dará informações a qualquer momento.

**Informações adicionais:** Trata-se de uma pesquisa de pós-graduação em nível de mestrado acadêmico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Os dados serão sigilosos e o nome da criança não será divulgado. Os resultados das avaliações serão analisados conjuntamente com os resultados de outros participantes. Após conclusão, serão publicados artigos científicos com as informações dos exames de todos os sujeitos participantes, sempre mantendo a confidencialidade dos mesmos em todas as fases da pesquisa.

**Considero-me igualmente informado:**

- Da garantia de receber respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento a dúvidas acerca dos procedimentos, riscos, benefícios, e outros assuntos relacionados com a pesquisa;
- Da segurança de que não serei identificado e que se manterá o caráter confidencial das informações relacionada à privacidade, sendo que as avaliações realizadas serão usadas para obter informações relacionadas à pesquisa e, após, serão arquivadas pela pesquisadora para posteriores trabalhos na área da Fonoaudiologia, sempre preservando o sigilo sobre a identidade dos participantes;
- Os dados serão armazenados na sala 315 do anexo I, campus saúde da UFRGS (Rua Ramiro Barcelos, nº 2777, Bairro Santa Cecília, Porto Alegre – RS), por um período de 5 anos, após serão incinerados;
- Do compromisso dos pesquisadores de proporcionar informação atualizada obtida durante o estudo, ainda que essa possa afetar a minha vontade ou da criança de continuar participando;
- De que não terei gastos com a participação nesta pesquisa;
- De que receberei uma cópia deste documento;
- De que, caso aceite a participação, este documento deverá ser assinado, junto com a responsável pela pesquisa, e rubricado em todas as páginas.

Mediante os esclarecimentos recebidos pela pesquisadora, eu \_\_\_\_\_ (nome completo), portador do documento de identidade número \_\_\_\_\_, autorizo a participação do meu filho (a) na pesquisa acima referida. Afirmo que estou ciente de que os dados deste estudo serão divulgados em meio científico, sem a identificação da criança.

Se tiver qualquer dúvida ou precisar de algum esclarecimento, você poderá entrar em contato com os pesquisadores pelos seguintes telefones: Thaísa Rodrigues Brusco: (51) 99931.5404; Pricila Sleifer: (51) 3308.5017; ou ainda na secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Psicologia da UFRGS (51) 3308-5698. Rua Ramiro Barcelos, 2600.

---

Assinatura do participante

---

Assinatura da pesquisadora responsável

## APÊNDICE B – PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS

## PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS

Protocolo de Coleta de Dados

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

Data de nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Gênero: ( )F ( )M

Apresenta queixa de zumbido? ( )sim ( )não

Apresenta queixa de tontura? ( )sim ( )não

Apresenta outras doenças associadas? ( )sim ( )não

Quais? \_\_\_\_\_

**1. AUDIOMETRIA TONAL LIMINAR E LOGO AUDIOMETRIA:**

	250 Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	3000Hz	4000Hz	6000Hz	8000Hz	LRF	IPRF
OD										
OE										

**2. MEDIDAS DE IMITÂNCIA ACÚSTICA (CURVAS TIMPANOMÉTRICAS):**

Curvas Timpanométricas		
	OD	OE
Pressão da OM (daPa)		
Complacência (ml)		
Classificação da Curva (Jerger,1970)		

**2.1. MEDIDAS DE IMITÂNCIA ACÚSTICA (REFLEXOS ACÚSTICOS):**

Reflexos Acústicos								
OD					OE			
Freq.	Limiar	Contra	Dif.	Ipsi	Limiar	Contra	Dif.	Ipsi
500Hz								
1000Hz								
2000Hz								
4000Hz								

**3. POTENCIAL EVOCADO MIOGÊNICO VESTIBULAR OCULAR (OVEMP)**

	OD		OE	
	P1	N1	P1	N1
Amplitudes ( $\mu V$ )				
Latências (ms)				

**3.1.POTENCIAL EVOCADO MIOGÊNICO VESTIBULAR CERVICAL (CVEMP)**

	OD		OE	
	P1	N1	P1	N1
Amplitudes ( $\mu\text{V}$ )				
Latências (ms)				

**Observações:**

---

---

---

---



APÊNDICE C – TERMO DE COMPROMISSO DE UTILIZAÇÃO E DIVULGAÇÃO DE DADOS

**TERMO DE COMPROMISSO DE UTILIZAÇÃO E DIVULGAÇÃO DE DADOS**

**Título da Pesquisa:**

Caracterização do Potencial Evocado Miogênico Vestibular Ocularem crianças.

**Pesquisador Responsável:**

Thaísa Rodrigues Brusco

Eu, pesquisadora responsável pela pesquisa acima identificada, declaro que conheço e cumprirei as normas vigentes expressas na **Resolução N°196/96 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde, e em suas complementares (Resoluções 240/97, 251/97, 292/99, 303/00 e 304/00 do CNS/MS)**, e atualizada pela **Resolução N°466/12**, assumo, neste termo, o compromisso de, ao utilizar os dados e/ou informações coletados no(s) prontuários do(s) sujeito(s) da pesquisa, assegurar a confidencialidade e a privacidade dos mesmos. Assumo ainda neste termo o compromisso de destinar os dados coletados somente para o projeto ao qual se vinculam. Todo e qualquer outro uso deverá ser objeto de um novo projeto de pesquisa que deverá ser submetido à apreciação do **Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, pelo que assino o presente termo.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Thaísa Rodrigues Brusco