

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

**Michelle Cargnelutti**

**POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO  
COM ESTÍMULOS CLIQUE E *ICHIRP* EM NEONATOS**

Santa Maria, RS  
2016

**Michelle Cargnelutti**

**POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO COM  
ESTÍMULOS CLIQUE E *ICHIRP* EM NEONATOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana.**

Orientadora: Profa. Dra. Eliara Pinto Vieira Biaggio  
Co-orientadora: Michele Vargas Garcia

Santa Maria, RS  
2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Cargnelutti, Michelle  
Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com  
estímulos clique e iChirp em neonatos / Michelle  
Cargnelutti.- 2016.  
81 p.; 30 cm

Orientadora: Eliara Pinto Vieira Biaggio  
Coorientadora: Michele Vargas Garcia  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-  
Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, RS, 2016

1. Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico 2.  
iChirp 3. clique 4. Neonatos I. Biaggio, Eliara Pinto  
Vieira II. Garcia, Michele Vargas III. Título.

---

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a Michelle Cargnelutti. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Euclides da Cunha, 1617 apto: 301cep: 97090-021

Fone (55) 96353673

End. Eletrônico: michellecargnelutti@gmail.com

---

**Michelle Cargnelutti**

**POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO COM  
ESTÍMULOS CLIQUE E *ICHRP* EM NEONATOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana**.

**Aprovado em 15 de julho de 2016:**

---

**Eliara Pinto Vieira Biaggio, Dra. (UFSM)**  
**(Presidente/Orientadora)**

---

**Michele Vargas Garcia, Dra. (UFSM)**  
**(Co-orientadora)**

---

**Marisa Frasson de Azevedo, Dra. (UNIFESP)**  
**(Banca Examinadora)**

---

**Pricila Sfeifer, Dra. (UFGRS)**  
**(Banca Examinadora)**

---

**Valdete Alves Valentins dos Santos Filha, Dra. (UFSM)**  
**(Suplente)**

Santa Maria, RS  
2016

## DEDICATÓRIA

*Às pessoas mais importantes da minha vida:*

*Minha filha Martina, que me ensina a cada dia a ser um ser humano mais evoluído. Teu amor me fortalece! Muito obrigada por estar na minha vida!*

*Aos meus pais, Vera e Décio, por nunca medirem esforços para me proporcionar uma educação de qualidade e me ensinar os melhores valores que a vida pode oferecer.*

*Às minhas irmãs, Carla e Bruna, por todo o incentivo, carinho, disponibilidade e paciência, vocês são as melhores irmãs que eu poderia ter.*

*Obrigada minha família por todo o amor e apoio constantes, sem vocês não teria conseguido!*

## AGRADECIMENTOS

*À Deus por estar sempre me guiando e protegendo meu caminho.*

*À minha orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eliara PintoVieira Biaggio por me aceitar como orientanda, pela amizade, disponibilidade, compreensão e ensinamentos ao longo deste anos de mestrado. Obrigada pela confiança depositada no meu trabalho.*

*À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Michele Vargas Garcia por ter aceito ser co-orientadora, tuas contribuições e sugestões enriqueceram o trabalho.*

*Ao Prof. Dr. Pedro Luis Cóser por todo conhecimento compartilhado, sempre disposto a ensinar e pela acolhida na clinica Cóser. Os momentos de aprendizado, que foram muitos, que tive dentro da clinica contribuíram para minha formação como profissional atuante na área da Audiologia e serei sempre grata.*

*A todas as mães que permitiram a participação de seus filhos neste estudo. Muito obrigada pela paciência que tiveram!*

*À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marisa Frasson de Azevedo e à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Pricila Sleifer por todas as contribuições no processo de qualificação deste estudo.*

*À minha família que amo tanto: minha filha Martina, mãe, pai, Caca, Bruh e Ri por todo o amor incondicional, apoio incansável e companheirismo de vocês. Obrigada por entenderem minha ausência em muitos momentos. Obrigada por me darem toda força e incentivo, sem vocês nada disso seria possível. Vocês estão no meu coração!!!*

*À querida Ina, que nunca mediu esforços para ajudar nos momentos que eu não pude cumprir o papel de mãe. Sou grata por toda a vida por todo teu amor pela Martina. Tu também está no meu coração!*

*Às minhas colegas de mestrado, Ândrea de Melo, Débora Durigon da Silva e Fernanda Freitas Vellozo por estarem sempre dispostas a me ajudar, pelas alegrias e angústias compartilhadas durante esses anos de mestrado. Obrigada por toda tua paciência Débora de me auxiliar na formatação da dissertação durante algumas madrugadas.*

*A amizade de vocês aliviou muitos momentos difíceis. Somos guerreiras por termos conseguido esta conquista.*

*Às fonoaudiólogas do Hospital Universitário de Santa Maria, Ana e Marta pela paciência e profissionalismo que tiveram dividindo o ambulatório de eletrofisiologia.*

*À Adriana, secretária do programa de Pós-Graduação por estar sempre disposta a resolver meus problemas burocráticos.*

*Ao Jimmy Adans Costa Palandi pela excelente análise estatística.*

*A todos que fizeram e fazem parte da minha vida, e que de alguma forma, contribuíram durante esses anos de trabalho, muito obrigada!*

*“Quando trabalhamos para agradar os outros, não é possível ter sucesso, mas quando fazemos as coisas para satisfazer a nós mesmos, podemos acabar atraindo o interesse de alguém.”*

*(Marcel Proust)*

## RESUMO

### POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO COM ESTÍMULOS CLIQUE E *ICHIRP* EM NEONATOS

AUTORA: Michelle Cargnelutti

ORIENTADORA: Eliara Pinto Vieira Biaggio

CO-ORIENTADORA: Michele Vargas Garcia

O estímulo *chirp* foi projetado buscando compensar o atraso da onda sonora em sua viagem pela cóclea, possibilitando uma estimulação simultânea das fibras nervosas ao longo da via auditiva proporcionando uma melhor sincronia neural e conseqüentemente o registro de respostas com maiores amplitudes. Este estudo visa analisar e comparar os resultados do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em neonatos nascidos a termo, utilizando os estímulos clique e *iChirp*, em diferentes intensidades de apresentação, analisando latência e amplitude da onda V, orelha testada e gênero. A casuística do estudo foi de 30 neonatos a termos, e o protocolo para registro do PEATE com estímulo clique e *iChirp* foi: polaridade rarefeita, 2048 varreduras, taxa de apresentação de 27,7 estímulos/s, filtro passa banda de 100 a 3000 Hz, ganho de 100k, janela de 12 ms para o clique e 24 ms para o *iChirp*. As intensidades pesquisadas com os dois estímulos foi de 60, 40 e 20 dB nHL. Na comparação dos resultados obtidos com os dois estímulos utilizados no estudo, em relação aos valores para a latência da onda V, observou-se que valores aumentados com o *iChirp*, nos três níveis de apresentação. Em relação a amplitude deste componente, observou-se que o estímulo *iChirp* foi capaz de gerar amplitudes maiores estatisticamente significantes quando comparado ao clique, também nas três intensidades pesquisadas. Houve discretas diferenças entre as orelhas e entre os gêneros para os valores de latência e amplitude da onda V com os diferentes estímulos utilizados, entretanto com pouca relevância clínica. Conclui-se que a utilização do estímulo *iChirp* pode ser interessante no campo do diagnóstico audiológico infantil, por evocar respostas com maiores amplitudes, nos três níveis de intensidade pesquisadas, desta maneira facilitando a identificação da onda V. Cabe ressaltar que quando utilizou-se o *iChirp* a latência da onda V apresentou-se maior quando comparada a pesquisa com o clique. As variáveis orelha testada e gênero apresentaram discretas diferenças que não foram consideradas relevantes clinicamente.

Palavras-chave: Potenciais evocados auditivos. Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico. Neonatos. Audição. Testes Auditivos. Idade gestacional. Gênero.

## ABSTRACT

### BRAINSTEM AUDITORY EVOKED POTENTIALS FOR CLICK AND *CHIRP* STIMULI IN NEWBORNS

AUTHOR: Michelle Cargnelutti  
ADVISOR: Eliara Pinto Vieira Biaggio  
CO-ADVISOR: Michele Vargas Garcia

The *chirp* stimulus was designed seeking to compensate the delay of the sound wave through the cochlea, enabling simultaneous stimulation of nerve fibers along the auditory pathway, providing better neural synchrony and consequently higher amplitude responses. This study aims to analyze and compare the results of brainstem auditory evoked potential in newborns born at term, using the click and *iChirp* stimuli at different intensities, analyzing latency and amplitude of the V wave, tested ear and genre. The study analyzed 30 newborns at terms, and the protocol for BAEP registry with click and *iChirp* stimulus was: rarified polarity, 2048 scans, presentation rate of 27.7 stimuli/s, bandpass filter from 100 to 3,000 Hz, 100k gain, 12 ms window for the click and 24 ms for *iChirp*. Intensities researched with the two stimuli were 60, 40 and 20 dB nHL. When results with the two stimuli used in the study were compared regarding the values for the latency of the V wave, increased values with *iChirp* were observed in the three levels of performance. In regards to the magnitude of this component, the three researched intensities also revealed that the *iChirp* stimulus was able to generate statistically significant larger amplitudes when compared to the click stimulus. Additionally, subtle differences were observed between the ears and between the genres for the latency values and V wave amplitude with the different stimuli used, although with little clinical relevance. In conclusion, the use of *iChirp* stimulus may be interesting in the field of audiological diagnosis in children, since it evokes responses with larger amplitudes in the three intensity levels studied, facilitating the identification of the V wave. It is worth noting that when the *iChirp* was used, the latency of the V wave was higher when compared to research with the click. The variables ear tested and gender exhibited slight differences that were not considered clinically relevant.

Keywords: Auditory Evoked Potentials, Brainstem Auditory Evoked Potentials, Newborns, Hearing, Hearing Tests, Gestational Age, Genre.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Posição dos eletrodos descritos a partir do Sistema Internacional 10/20 .....	40
Figura 2 –	Representação do estímulo <i>iChirp</i> .....	44
Figura 3 –	Representação do estímulo clique .....	43
Figura 4 –	Percentual do gênero feminino e do gênero masculino neste estudo realizado com 30 neonatos .....	46
Figura 5 –	Valores médios da latência absoluta da onda V no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico entre os estímulos clique e <i>iChirp</i> , em neonatos termos .....	52
Figura 6 –	Valores médios da amplitude da onda V no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico entre os estímulos clique e <i>iChirp</i> , em neonatos termos.....	55
Figura 7 –	Registro do PEATE com o módulo <i>Smart-EP</i> da marca <i>Intelligent Hearing Systems</i> ® utilizando o estímulo clique .....	60
Figura 8 –	Registro do PEATE com o módulo <i>Smart-EP</i> da marca <i>Intelligent Hearing Systems</i> ® utilizando o estímulo <i>iChirp</i> .....	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatística descritiva para variáveis quantitativas do estudo realizado em neonatos nascidos a termos: idade do neonato (dias), peso ao nascimento (gramas) e idade gestacional (semanas) .....	45
Tabela 2 – Análise comparativa da latência (ms) da onda V no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em neonatos (n=30) com os estímulos clique e <i>iChirp</i> , em 60, 40 e 20 dB nHL, considerando a variável orelha .....	47
Tabela 3 – Análise comparativa da amplitude ( $\mu\text{V}$ ) da onda V no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em neonatos (n=30) com os estímulos clique e <i>iChirp</i> , em 60, 40 e 20 dB nHL, considerando a variável orelha .....	48
Tabela 4 – Análise comparativa para a latência (ms) da onda V no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em neonatos entre os estímulos clique e <i>iChirp</i> , nas três intensidades utilizadas no estudo (n=60 orelhas) .....	51
Tabela 5 – Análise comparativa para a amplitude ( $\mu\text{V}$ ) da onda V no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em neonatos entre os estímulos clique e <i>iChirp</i> , nas três intensidades utilizadas no estudo (n=60 orelhas) .....	55
Tabela 6 – Análise comparativa para a latência (ms) da onda V no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em neonatos (n=30) com o estímulo clique entre o gênero masculino e feminino .....	62
Tabela 7 – Análise comparativa para a amplitude ( $\mu\text{V}$ ) da onda V no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em neonatos (n=30) com o estímulo clique entre os gêneros masculino e feminino .....	62
Tabela 8 – Análise comparativa para a latência (ms) da onda V no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em neonatos (n=30) com o estímulo <i>iChirp</i> entre os gêneros masculino e feminino .....	63
Tabela 9 – Análise comparativa para a amplitude ( $\mu\text{V}$ ) da onda V no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em neonatos (n=30) com o estímulo <i>iChirp</i> entre o gênero masculino e feminino .....	63

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Parâmetros utilizados no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico considerando os diferentes estímulos: clique e iChirp banda larga .....	42
Quadro 2 – Caracterização da média da latência absoluta e da amplitude da onda V do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em neonatos com audição normal .....	58
Quadro 3 – Caracterização da média da latência absoluta e da amplitude da onda V do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em adultos com audição normal.....	59

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIG	Adequado para Idade Gestacional
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
DA	Deficiência Auditiva
EOAE	Emissões Otoacústicas Evocadas
EOAT	Emissões Otoacústicas Transientes
HUSM	Hospital Universitário de Santa Maria
IHS	<i>Intelligent Hearing Systems</i>
IRDA	Indicador de Risco para Deficiência Auditiva
JCIH	Joint Committee on Infant Hearing
NB	<i>Narrow Band</i>
PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
PEATE-a	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico-automático
PIG	Pequeno para Idade Gestacional
TAN	Triagem Auditiva Neonatal
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TC	Termo de Confidencialidade
UFMS	Universidade Federal de Santa Maria
UTI	Unidade de Terapia Intensiva

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	19
2.1	TRIAGEM AUDITIVA NEONATAL.....	19
2.2	POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO .....	22
2.3	PANORAMA DE ESTUDOS COM OS ESTÍMULOS ACÚSTICOS: CLIQUE E <i>CHIRP</i> E ANÁLISE DE VARIÁVEIS .....	28
<b>3</b>	<b>MATERIAS E MÉTODOS</b> .....	37
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	44
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	66
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	68
	<b>ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP</b> .....	76
	<b>ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> .....	79
	<b>ANEXO C – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE</b> .....	80

## 1 INTRODUÇÃO

Pelo fato da Deficiência Auditiva (DA) prejudicar de forma significativa a aquisição da linguagem, tanto receptiva, como expressiva, é necessário garantir que todos os neonatos com tal déficit sensorial sejam identificados o mais precocemente possível (JOINT COMMITTEE ON INFANT HEARING - JCIH, 2007).

Neste contexto, os programas de Triagem Auditiva Neonatal (TAN) têm por objetivo a detecção da DA infantil até o terceiro mês de idade e intervenção até o sexto mês (JCIH, 2007; LEWIS *et al.*, 2010). Tal intervenção precoce minimiza o impacto negativo desta privação sensorial auditiva na aquisição da linguagem e proporciona um desenvolvimento linguístico, social, emocional e cognitivo semelhante à de crianças ouvintes, de acordo com Yoshinaga-Itano *et al.* (1998) e ratificado por Pimperton *et al.* (2016).

Sabe-se da importância da utilização de métodos objetivos para estimar a audição na população pediátrica, já que a avaliação auditiva comportamental, em crianças com menos de seis meses de idade, é um método mais desafiador para a pesquisa dos limiares auditivos (MOMENSOHN-SANTOS, 2015).

Desta forma, destaca-se a utilização dos Potenciais Evocados Auditivos. Dentre eles, o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) é um procedimento eletrofisiológico que permite, a partir de uma estimulação acústica, avaliar a funcionalidade das vias auditivas desde o nervo auditivo até o tronco encefálico (SOUSA *et al.*, 2010).

De acordo com Hall (2007) é possível utilizar diferentes tipos de estímulos acústicos na captação do PEATE. Ressalta-se que historicamente os registros são realizados utilizando estímulos transientes, como cliques de banda larga ou *tone burst* de frequência específica.

Acreditava-se que o clique produziria respostas sincronizadas do tronco encefálico, no entanto, Dau *et al.* (2000) observaram que a resposta ao clique parece não ter uma estimulação totalmente sincronizada na cóclea. O auge da estimulação ocorre primeiramente na região basal correspondente às frequências altas e tardiamente na região apical, que corresponde às frequências baixas. Isso é, sobretudo, uma consequência da rigidez encontrada ao longo da membrana basilar, que acaba por impedir que as células ciliadas e as fibras do nervo auditivo sejam estimuladas ao mesmo tempo. De acordo com o estudo do autor supracitado, o resultado com o estímulo clique é uma resposta não totalmente sincronizada.

Com o objetivo de projetar um estímulo capaz de estimular todos os componentes das frequências simultaneamente, ao longo da membrana basilar, Fobel e Dau (2004) e Cebulla, Stürzebecher, Elberling (2006) desenvolveram um estímulo chamado *chirp*. Este estímulo foi projetado de forma capaz a possibilitar um atraso da estimulação na região das altas frequências, de modo que esta estimulação se dá em conjunto com a região das baixas frequências. O resultado é uma estimulação simultânea, possibilitando que as células ciliadas despolarizem ao mesmo tempo, segundo os autores supracitados.

Estudos de Kristensen e Elberling (2012) e Cebulla, Lurz, Shehata-Dieler (2014a) relatam que o estímulo *chirp* tem sido atualmente estudado uma vez que melhora a sincronia neural, produzindo ondas eletrofisiológicas com maiores amplitudes, quando comparado ao estímulo clique.

Uma série de *chirps* foi desenvolvida, baseada em diferentes modelos teóricos, desta forma encontra-se na literatura diferentes nomenclaturas para este estímulo (DAU *et al.* 2000; FOBEL e DAU, 2004; ELBERLING *et al.* 2007; ELBERLING e DON, 2010; KRISTENSEN e ELBERLING, 2012; DELGADO e SAVIO, 2014).

Em estudos recentes foram analisadas e comparadas as respostas do PEATE com os estímulos *chirp* e clique, em neonatos. Estes estudos evidenciaram resultados promissores com o *chirp*, sendo que nos registros por meio do PEATE a onda V foi mais facilmente identificada (CEBULLA e SHEHATA-DIELER, 2012; FERM, LIGHTFOOT e STEVENS *et al.* 2013; MÜHLER, RAHNE e VERHEY 2013; RODRIGUES, RAMOS e LEWIS 2013; ALMEIDA *et al.* 2014a, 2014b; CEBULLA, LURZ e SHEHATA-DIELER 2014a; ZIM *et al.* 2014).

Nos últimos cinco anos, os estudos utilizando o estímulo *chirp* vêm aumentando, mas ainda são necessários outros estudos principalmente na população de neonatos e crianças pequenas, devido à importância do diagnóstico precoce do déficit sensorial auditivo (RODRIGUES e LEWIS, 2010).

Sendo assim, buscando aprimorar o diagnóstico audiológico de neonatos pontua-se a importância de estudar características dos componentes da onda V do PEATE com o estímulo *chirp* e as suas relações com as variáveis, orelha testada e gênero do neonato.

Na busca dos limiares auditivos por meio do PEATE, quando se utiliza o estímulo clique muitas vezes observa-se que a amplitude da resposta, isto é, da onda V, encontra-se reduzida em níveis de estimulação próximos ao limiar eletrofisiológico. Sendo que com o

*chirp* espera-se amplitudes de resposta do PEATE maiores, principalmente próximo ao limiar. Desta forma, tal estímulo pode ser considerado bastante útil na prática clínica, uma vez que auxiliaria o profissional a identificar os picos de respostas.

Sendo assim, hipotetizou-se que por meio do registro do PEATE, utilizando o equipamento da *Intelligent Hearing Systems* (IHS), obteria-se maiores amplitudes da onda V, em diferentes níveis de estimulação, com o estímulo *iChirp*, em neonatos nascidos a termo.

Destaca-se que além de verificar se o *iChirp* quando comparado ao clique é mais satisfatório para a identificação da onda V em níveis baixos de estimulação, também teve-se o propósito de estudar o comportamento do *iChirp* no equipamento da IHS, em razão deste estímulo neste equipamento ser pouco estudado na literatura.

Cabe informar que o estímulo *iChirp* foi desenvolvido pelo IHS, sendo projetado em função da faixa de frequência, duração e ordem de apresentação das frequências. No módulo do software do estímulo tem-se disponível o *iChirp* de banda larga e o *iChirp* de banda estreita para as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. Os estímulos *iChirp* de banda larga e clique foram calibrados para gerar o mesmo nível SPL de pico. Assim como os estímulos *iChirp* de banda estreita e os tons para as frequências correspondentes (DELGADO e SAVIO, 2014).

Sabe-se que há uma série de equipamentos disponíveis no mercado para o registro do PEATE, e o IHS é bastante utilizado tanto nas clínicas como em pesquisas, entretanto poucos estudos foram publicados com o estímulo *iChirp* de banda larga, no Brasil. No Ambulatório de Eletrofisiologia da Audição da Instituição do presente estudo, o IHS é o equipamento utilizado para realização dos Potenciais Evocados Auditivos, assim fez-se necessário compreender, comparar e estudar o *iChirp* para obter valores de referência no diagnóstico audiológico de neonatos.

O objetivo geral deste estudo foi analisar e comparar os resultados do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em neonatos nascidos a termo, utilizando os estímulos clique e *iChirp* banda larga.

Considerou-se como objetivos específicos: caracterizar a amostra quanto à peso, idade gestacional, gênero e idade do neonato no momento da realização do teste; comparar os valores da amplitude e da latência da onda V em relação às orelhas direita e esquerda, com os estímulos clique e *iChirp*, nas intensidades de 60, 40 e 20 dB nHL; comparar os valores da amplitude e da latência da onda V entre os estímulos clique e *iChirp*, nas intensidades de 60,

40 e 20 dB nHL; comparar os valores da latência absoluta e amplitude da onda V em relação ao gênero com os estímulos clique e *iChirp*, nas intensidades de 60, 40 e 20 dB nHL e gerar valores de referência para neonatos nascidos a termo, quanto amplitude e latência da onda V, com o *iChirp* banda larga para o equipamento utilizado.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será apresentada uma síntese dos resultados relacionados ao tema do presente estudo. Optou-se por elaborar esta seção da dissertação por meio do encadeamento de ideias e subdividiu-se tal seção de forma didática da seguinte maneira:

### 2.1 TRIAGEM AUDITIVA NEONATAL

### 2.2 POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO

### 2.3 PANORAMA DE ESTUDOS COM OS ESTÍMULOS ACÚSTICOS: CLIQUE E *CHIRP* E ANÁLISE DE VARIÁVEIS

### 2.1 TRIAGEM AUDITIVA NEONATAL

Qualquer prejuízo na função auditiva pode ter impacto negativo no desenvolvimento da linguagem, da fala, da leitura e da escrita, da cognição e socioemocional.

Porém com a identificação da deficiência auditiva até os três meses e seguido do início da intervenção até os seis meses de idade é possível que a criança com a deficiência auditiva apresente não apenas o desenvolvimento da linguagem, mas o desenvolvimento global comparável ao de seus pares ouvintes, afirma Yoshinaga-Itano *et al.* (1998).

Neste contexto, Yoshinaga-Itano *et al.* (1998) e Pimperton *et al.* (2016) destacam a importância de iniciar a intervenção terapêutica no período ideal de plasticidade do sistema auditivo e assim proporcionar à criança com deficiência auditiva melhores condições para o desenvolvimento emocional, de linguagem e de fala e interação social.

De acordo com JCIH (2007) a TAN é o principal instrumento de detecção da deficiência auditiva nos primeiros meses de vida do bebê e deve ser realizada com o propósito de prevenção dos severos efeitos negativos da deficiência auditiva referidos anteriormente.

O JCIH (2007) e Lewis *et al.* (2010) recomendam que a audição do neonato seja avaliada com métodos objetivos e precisos, desta forma a TAN deve ser realizada por meio de medidas fisiológicas. Tais medidas incluem as Emissões Otoacústicas Evocadas (EOAE) e o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico – automático (PEATE-a), podendo estas serem utilizadas em diferentes protocolos que combinam os dois procedimentos, escolhidos de acordo com a possibilidade de risco auditivo do neonato.

Por meio das EOAE é possível avaliar a porção periférica do sistema auditivo, especificamente células ciliadas externas, de acordo com Kemp, Ryan e Bray (1990) e o JCIH (2007), enquanto que com o PEATE-a é possível avaliar o sistema auditivo até o tronco encefálico, segundo Angrisani *et al.* (2012a).

A sensibilidade do PEATE-a é superior quando comparada a das EOAE, para identificação da deficiência auditiva. Em decorrência do exposto, o JCIH (2007) recomenda que o registro das EOAE deve ser indicado para os neonatos que não apresentam Indicador de Risco para a Deficiência Auditiva (IRDA). Enquanto que para os neonatos que apresentam IRDA é recomendado o PEATE-a, sendo este também indicado quando ocorrer resultado “falha” na triagem com as EOAE. Tal protocolo também foi retificado nacionalmente por Lewis *et al.* (2010) e Brasil (2012).

O critério da TAN é o de “passa”, no qual não se tem suspeita de DA ou “falha”, que representa uma suspeita da presença deste *déficit* sensorial e necessidade de avaliação audiológica diagnóstica, de acordo com Lewis *et al.* (2010).

O JCIH (2007) recomenda que para neonatos sem IRDA tanto o registro das EOAE quanto o PEATE-a são apropriados. No caso de ocorrer resultado “falha” nas EOAE (primeiro estágio) o neonato será encaminhado para o segundo estágio, no qual será realizado o PEATE-a. Os estudos evidenciam que a utilização das EOAE na primeira etapa, seguido do PEATE-a na segunda etapa, quando ocorre uma “falha” inicial, pode reduzir significativamente o número de neonatos encaminhados para o diagnóstico. Na população de neonatos que apresentam IRDA há uma maior ocorrência da deficiência auditiva, que pode não ser identificada quando se utiliza apenas o registro das EOAE. Desta forma recomenda-se a utilização do PEATE-a. Quando ocorrer resultado “falha”, é recomendado o

encaminhamento imediato para uma avaliação audiológica completa. Nesta avaliação audiológica deve ser constituída também pelo procedimento PEATE (pesquisa do limiar eletrofisiológico e da integridade da via auditiva). A recomendação é que o diagnóstico seja concluído até o 3º mês de vida do bebê.

Durante o período pré e peri-natais o neonato está sujeito a intercorrências, que podem ocasionar prejuízos na via auditiva. Estas intercorrências caracterizam os chamados Indicadores de Risco para a Deficiência Auditiva, sendo estes considerados de acordo com JCIH (2007): histórico familiar de deficiência auditiva na infância; prematuridade; permanência em Unidade de terapia Intensiva (UTI) por mais de cinco dias; hiperbilirrubinemia, com exsanguíneo transfusão; meningite bacteriana; asfixia severa, incluindo Índices de Apgar de 0 a 4 no 1º minuto ou de 0 a 6 no 5º minuto; uso de medicamentos ototóxicos por mais de cinco dias; ventilação mecânica; peso ao nascimento menor que 1500 ou 2500 gramas; infecções congênitas como a rubéola, à toxoplasmose, ao citomegalovírus, sífilis e vírus da imunodeficiência humana; malformações de cabeça e pescoço e/ou síndromes que podem ter a deficiência auditiva como uma de suas características; preocupação do cuidador em relação à audição, fala, linguagem ou atrasos no desenvolvimento. Tais IRDA foram também ratificados nacionalmente por Lewis *et al.* (2010) e Brasil (2012).

Entretanto o resultado de um estudo de Didoné *et al.* (2013) mostrou que a relação entre presença de IRDA e resultado “falha” na TAN não foi estatisticamente significativo. Dessa forma, ressalta-se a importância de realizar a TAN em todos os bebês nascidos vivos, independente de possuir IRDA. Ratificando as recomendações internacionais do JCIH (2007) e nacionais de Lewis *et al.* (2010) e Brasil (2012) sobre o tema em questão.

Estudo de Griz *et al.* (2010) também mostra que não houve associação estatisticamente significante entre resultado “falha” e presença de IRDA. As autoras sugerem a realização de estudos que possam verificar se a quantidade de IRDA aumenta as chances de se obter o resultado “falha” na TAN em cada neonato.

Contudo um estudo de Maqbool *et al.* (2015) realizado em 200 neonatos que apresentavam IRDA evidenciou uma alta incidência da deficiência auditiva nesta população, identificando que os principais IRDAs foram o uso de medicamentos ototóxicos, hiperbilirrubinemia com exsanguíneo transfusão, asfixia perinatal e meningite bacteriana. Os

autores destacam que a DA pode ser identificada com base nos IRDAs, evidenciando a importância da realização da TAN nesta população.

Uma das preocupações dos Programas de TAN é a escolha de um protocolo adequado. Neste contexto, Wahid *et al.* (2012) realizou um estudo com 73 neonatos, sendo utilizado um protocolo que utilizava primeiramente o registro do PEATE-a e após, o registro das EOAE em neonatos com IRDA. Os autores concluem que este foi o protocolo mais recomendado para este grupo de neonatos.

Cebulla, Hofmann, Shehata-Dieler (2014b) com o objetivo de avaliar a sensibilidade de um programa de TAN, aplicou um questionário em 500 responsáveis por crianças que tinham passado no protocolo de triagem, sendo realizado PEATE-a com equipamento MB11 BERAPhone®. No estudo foi utilizado dois questionários, um para investigar o comportamento auditivo das crianças durante os dois primeiros anos de vida e o segundo para investigar o desenvolvimento da fala, linguagem, desenvolvimento geral, bem como fatores patológicos que podem eventualmente levar a uma deficiência auditiva temporária. De acordo com os resultados dos dois questionários, não encontrou-se nenhuma criança com deficiência permanente da audição. Assim, conclui-se que a sensibilidade do teste utilizado na triagem era de 100%, com base a confirmação dos resultados após dois anos da TAN.

De acordo com Matas e Magliaro (2015) considerando o resultado de “falha” na TAN tem-se a necessidade do encaminhamento para o diagnóstico audiológico completo. Para tal utilizam-se preferencialmente procedimentos de avaliação auditiva eletrofisiológicos, sendo o padrão ouro desta avaliação o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico.

## 2.2 POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO - PEATE

O Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico foi descoberto em 1970 e corresponde a mudanças elétricas ocorridas ao longo da via auditiva decorrentes de estimulações acústicas, permitindo a obtenção da atividade eletrofisiológica do sistema auditivo. É considerado um potencial de curta latência, pois o surgimento das respostas ocorrem nos primeiros 12 a 15 milissegundos (ms), após a apresentação do estímulo acústico, de acordo com Hecox e Galambos (1974).

Segundo Hall (2006) e Mühler, Rahne e Verhey (2013) é considerado um método simples, não invasivo, objetivo, ou seja, não necessita da participação ativa do indivíduo. Tem grande aplicabilidade em virtude da não interferência do sono e da sedação, quando utilizada, sendo bastante utilizado clinicamente

Sousa *et al.* (2010); Hall (2013) e Matas e Magliaro (2015) orientam que para realizar o PEATE é necessário a limpeza da pele no local onde os eletrodos de superfície serão fixados, utilizando uma pasta abrasiva para remoção da camada fina de gordura da pele. Em seguida é colocada uma pasta eletrolítica entre o eletrodo e a pele, para que se obtenha um contato adequado, uma vez que este proporciona melhor condutividade elétrica. O eletrodo é fixado com o uso de esparadrapo. O posicionamento dos eletrodos deve respeitar as normas propostas pelo *International Electrode System (IES) 10-20*, Jasper (1958). Uma das formas utilizadas para a montagem é fixar os eletrodos de referência (negativos) na mastoide esquerda (M1) e direita (M2) ou nas faces internas dos lóbulos das orelhas (lóbulo esquerdo, A1, lóbulo direito, A2), o eletrodo ativo (positivo) na frente (Fz) ou no vértex (Cz) e o eletrodo “terra” na frente (Fpz). Após a colocação dos eletrodos, é necessária a verificação de seus valores de impedância (grau de conexão do eletrodo com a pele), sendo que estes devem estar abaixo de 5 k $\Omega$  (quilo-ohm), e a diferença entre eles não pode exceder 2 k $\Omega$ . Os eletrodos permitirão a captação da atividade elétrica proveniente das estruturas que compõem a via auditiva. As respostas do PEATE são obtidas com a utilização de um equipamento eletrônico, composto por um computador mediador, um gerador de sinal acústico, um amplificador e um registrador, que gera as respostas devido à apresentação do estímulo acústico por meio de um par de fones supra-aurais ou de inserção.

Mediante a estimulação auditiva, sítios anatômicos são ativados gerando respostas sincronizadas das fibras nervosas ao longo da via auditiva. Esta atividade ocorre inicialmente no nervo coclear, passando pelos núcleos cocleares, complexo olivar superior na região da ponte e o núcleo do lemnisco lateral até o colículo inferior em nível do mesencéfalo, segundo Starr e Achor (1978).

De acordo com Hood (1998); Hall (2006, 2013) a atividade elétrica é captada em forma de ondas, sendo possível visualizar uma série de sete ondas, com picos positivos, sendo que cada onda representa uma porção do trato auditivo.

Hecox e Galambos (1974) denominam estas ondas a partir de sequências com algarismos romanos, sendo que as cinco primeiras, dentre elas, as ondas I, III e V são as que

oferecem os parâmetros mais importantes para a interpretação do PEATE. Sousa *et al.* (2010) e Matas e Magliaro (2015) destacam que as ondas I, III e V são as que possuem valor diagnóstico no PEATE por serem as de maior reprodutibilidade, e de maior amplitude.

Existe pequenas divergências entre autores com relação às estruturas específicas geradoras dos componentes do PEATE. A classificação de Möller e Zanetta (1984) tem sido bastante aceita, sendo que os sítios geradores de acordo com esta classificação são: Onda I – nervo coclear porção distal, Onda II – nervo auditivo porção proximal, Onda III – núcleo coclear, Onda IV – complexo olivar superior, Onda V – leminisco lateral, próximo ao colículo inferior, Onda VI – colículo inferior, Onda VII – corpo geniculado medial. Hall (2013) também atribui o colículo inferior ao sitio gerador da onda V.

Hall (2013); Matas e Magliaro (2015) referem que a onda V é a mais importante e mais robusta, sendo que por meio da sua identificação é possível definir o limiar eletrofisiológico, que consiste na intensidade mínima capaz de desencadeá-la. Desta forma, seu achado é muito efetivo para estimar o limiar auditivo em neonatos, crianças e outras populações que não apresentam respostas auditivas confiáveis com o método comportamental.

De acordo com Sleifer *et al.* (2007); JCIH (2007); Casali e Santos (2010); Coenraad, Hoeve e Goedegebure (2011); Baldwin e Watkin (2013); Rodrigues, Ramos e Lewis (2013); Stuart e Cobb (2014); Ramos e Lewis (2014); Zirn *et al.* (2014) Angrisiani *et al.* (2014); relatam que o PEATE também é um procedimento bastante útil para avaliar a integridade do sistema auditivo, sendo considerado um valioso método na avaliação objetiva da audição. É possível realizar estes procedimentos isoladamente ou de modo combinado, em diversas populações de acordo com o objetivo da avaliação audiológica.

Hood (1998); Sleifer *et al.* (2007) relatam que é possível também, por meio do PEATE verificar o acompanhamento da maturação do sistema auditivo central à nível do tronco encefálico, que ocorre nos primeiros meses de vida até por volta dos 18 meses, quando as respostas se tornam similares às do adulto.

Salamy e McKean (1976) afirmam que o processo de maturação dos geradores cocleares e das vias auditivas do tronco encefálico, continuam a ocorrer após o nascimento. Uma observação interessante é que a via auditiva nas porções periférica e central amadurecem em tempos diferentes. Os estudos de Angrisiani *et al.* (2014); Coenraad, Hoeve e Goedegebure (2011) e Sleifer *et al.* (2007) descreveram que a via auditiva correspondente à

porção periférica tem seus mecanismos acústicos totalmente desenvolvidos antes da porção central.

De acordo com Hall (2007) a latência da onda I apresenta valores próximos aos do adulto por volta dos três meses de idade, enquanto que as das ondas III e V continuam durante o primeiro ano de vida, sendo que em crianças nascidas a termo a latência da onda V atinge valores próximos aos do adulto entre 18 meses e dois anos de idade.

Starr *et al.* (1977) refere que a velocidade de condução do som pela via auditiva é mais lenta em crianças menores de dois anos de idade comparadas aos adultos, por este motivo, de acordo com Gorga *et al.* (1989) observa-se por meio do registro do PEATE que as latências absolutas das ondas I, III e V estão aumentadas na população pediátrica menores de dois anos.

Em estudos de Sleifer *et al.* (2007); Casali e Santos (2010); Romero *et al.* (2012) e Angrisiani *et al.* (2014) os autores relataram que com o avanço da idade os valores de latência diminuem, sendo que a onda I atinge a maturidade por volta dos dois meses e a onda V por volta dos 18 meses, podendo chegar até os dois anos de idade, segundo Hood (1998) e Picton (2011).

De acordo com Salamy, Fenn e Bronshvag (1979); Salamy, Mendelson e Tooley (1982) e Coenraad, Hoeve e Goedegebure (2011) a maturação depende da estimulação adequada durante os primeiros anos de vida e observa-se que os valores de latência diminuem enquanto que as amplitudes do PEATE tornam-se maiores devido a este processo tão importante para o desenvolvimento da audição.

Consta na literatura publicações de Picton (2011); Ferm, Lightfoot e Stevens *et al.* (2013) e Mühlher, Rahne e Verhey (2013) onde discorrem sobre diferenças relacionadas entre a idade e os valores de latência e amplitude no PEATE em neonatos e crianças com idade inferior a 24 meses.

Em um estudo recente de Angrisiani *et al.* (2014), as pesquisadoras acompanharam o processo de maturação da via auditiva em neonatos prematuros Pequenos para a Idade Gestacional (PIG) e Adequados para a Idade Gestacional (AIG), por meio do PEATE eliciado com estímulo clique e *tone burst* de 500 e 1000 Hz, nos primeiros seis meses de idade. Os resultados evidenciaram grande redução nos valores da latência da onda V nos primeiros seis meses de vida nos dois grupos, sem relevância estatística entre os grupos. Sugerindo que a prematuridade é um fator de maior relevância para a maturação da via auditiva que o fator peso ao nascer.

De acordo com Picton e Taylor (1992) e Picton, Durieux-Smith e Moran (1994), além das latências estarem mais longas, a morfologia do traçado no PEATE não é tão clara em neonatos comparada com a de crianças mais crescidas ou adultos.

Por ser considerado um exame padrão ouro na população pediátrica, ao interpretar o PEATE em neonatos e lactentes deve-se levar em consideração o efeito da maturação da via auditiva. Este é um fator importante, sendo necessário ter conhecimento sobre as latências, amplitudes e formas das ondas em crianças com menos de 18 meses, e desta forma a análise dos resultados deve ser feita de acordo com a faixa etária, de acordo com Sininger, Abdala e Cone-Wesson (1997).

Stockard *et al.* (1979) e Hall (2013) referem que várias medidas podem ser utilizadas na interpretação dos resultados do PEATE, sendo que cada uma delas oferece informações únicas. Assim, são analisados os valores de latências absolutas das ondas I, III e V, latências interpicas I-III, III-V e I-V, morfologia, amplitude das ondas e presença de reprodutibilidade do traçado.

Segundo a definição de Hood (1998) e Eggermott (2000) a latência absoluta é a diferença de tempo decorrido entre o início da apresentação do estímulo e a resposta esperada, ou seja, o pico da onda. As latências interpicas são referentes às diferenças de tempo entre as latências absolutas de dois picos, ou o tempo decorrido entre o aparecimento de duas ondas, sendo a latência expressa em milissegundo (ms). Enquanto que a amplitude refere-se ao número de fibras nervosas ativadas sincronicamente com a estimulação auditiva, e é medida pelo valor entre o pico positivo e negativo seguinte de uma onda, expressa em microVolt ( $\mu\text{V}$ ), segundo Eggermott (2000).

Para Gorga *et al.* (1989) na interpretação clínica do PEATE são analisadas as latências absolutas das ondas I, III e V, bem como os intervalos interpicos I-III; III-V; I-V e V-V.

Sousa *et al.* (2010) e Matas e Mangliaro (2015) relatam que a presença da reprodutibilidade é considerada quando há duplicação dos traçados, verificando desta forma a superposição dos registros e conseqüentemente pode-se confirmar a presença de resposta. A sincronia dos elementos neurais das vias auditivas na porção do nervo coclear e do tronco encefálico quando registramos o PEATE é refletida pela reprodutibilidade do traçado das ondas.

Para a captação das respostas por meio deste registro é possível utilizar diferentes estímulos acústicos, assim Stevens *et al.* (2013); Baldwin e Watkin (2013) estudaram os

estímulos clique e *tone pip* de 1KHz e de 4KHz em neonatos de programas de TAN e concluíram que estes estímulos são bastante eficazes para estimar os limiares auditivos por meio do PEATE.

Outro estímulo que vem sendo utilizado em estudos é o *chirp*, que teoricamente estimula a membrana basilar de forma simultânea, proporcionando uma melhora na sincronia neural. Consequentemente nos registros do PEATE visualiza-se maiores amplitudes da onda V, sendo considerado promissor clinicamente, pelos pesquisadores Cebulla e Elberling (2010); Elberling, Callø e Don (2010); Elberling e Don (2010); Petoe, Bradley e Wilson (2010a e 2010b).

Outro fator importante, considerado por estudiosos, é o tempo de detecção da resposta durante o procedimento de teste em neonatos, Cebulla, Shehata-Dieler (2012) com o objetivo de verificar a eficácia do dispositivo Maico MB11 BERAphone®, avaliaram 6866 neonatos por meio do PEATE-a. Utilizaram um estímulo *chirp* que foi implementado no dispositivo para aumentar a confiabilidade e a qualidade do método de triagem auditiva. Os pesquisadores destacam que o estímulo *chirp* foi eficiente por fornecer resultados dentro de um curto espaço de tempo.

O estudo de Almeida *et al.* (2014b) teve por objetivo estudar o estímulo *HiLo CE-chirp*® por meio do PEATE-a em neonatos, utilizando um equipamento da marca *Interacoustics*. O estímulo *Hi-Lo CE-Chirp*® é composto por duas faixas de frequência, sendo uma faixa contendo espectro de frequência alto, denominado de *Hi* e outra faixa contendo espectro de frequência baixo, denominada de *Lo*. As autoras concluem que este estímulo apresentou tempo médio de detecção de resposta consideravelmente pequeno.

Almeida *et al.* (2014a) compararam os estímulos *CE-Chirp*® e clique por meio do PEATE-a utilizando um equipamento da marca *Interacoustics*® em 40 neonatos, nas intensidades de 30 dB nNA e 35 dB nNA. No que se refere ao tempo de detecção da resposta verificaram que foi menor com o *CE-Chirp*® nas duas intensidades, sendo estatisticamente significativo para a intensidade de 35 dB nNA, nas duas orelhas.

Num estudo de Elberling *et al.* (2007) foi projetado três tipos de estímulos *chirps* e avaliaram 49 indivíduos com audição normal, nas intensidades de 30 e 50 dB nHL. Os estudiosos verificaram que com estes novos estímulos que foram construídos o tempo de detecção da resposta por meio do Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável foi mais rápido quando comparado com o estímulo clique. Concluíram que o aumento da amplitude da

resposta leva a uma diminuição do tempo de exame uma vez que promove uma melhora na relação sinal-ruído, um dos principais parâmetros para determinação da presença de resposta.

Realizando uma pesquisa em 23 neonatos Stuart e Cobb (2014), compararam as respostas do PEATE com os estímulos *CE-Chirp*® e clique, na intensidade de 30 dB nHL. Observaram que as amplitudes da onda V foram significativamente maiores com o *CE-Chirp*® e o tempo de exame foi reduzido com este estímulo quando comparado ao clique. Os autores concluem que o estímulo *CE-Chirp*® tem clara aplicação clínica na triagem auditiva neonatal e avaliação do diagnóstico audiológico infantil por proporcionar respostas significativamente maiores na amplitude e reduzir o tempo de exame.

De acordo com pesquisas de Dau *et al.* (2000); Cebulla *et al.* (2007) e Cebulla e Elberling (2010) os pesquisadores relatam que a maneira com que o estímulo *chirp* estimula a cóclea faz com que há uma melhora na sincronia neural e conseqüentemente, um aumento da amplitude da resposta quando comparado ao clique, principalmente em fracas e médias intensidades.

Rodrigues e Lewis (2010) relatam que através de pesquisas que buscam alcançar resultados muito satisfatórios na avaliação audiológica da população infantil, principalmente de crianças muito pequenas, foi possível perceber uma evolução tecnológica que vem para melhorar ainda mais a qualidade dos exames audiológicos. Com a introdução do *chirp*, na eletrofisiologia da audição, contrasta a crença comum de que o clique é o estímulo mais eficaz para evocar respostas eletrofisiológicas, pelo fato desse novo estímulo ser capaz de estimular um maior número de fibras nervosas.

### 2.3 PANORAMA DE ESTUDOS COM OS ESTÍMULOS ACÚSTICOS: CLIQUE E *CHIRP* E ANÁLISE DE VARIÁVEIS

Para registrar o PEATE, de acordo com Hall (2007) é possível utilizar diferentes tipos de estímulos sonoros.

O clique é um estímulo transiente, com início e fim abruptos, podendo durar até 100 microssegundos –  $\mu\text{seg}$ , segundo Hecox e Galambos (1974). De acordo Dau *et al.* (2000) quando um clique atinge áreas da membrana basilar, a onda sonora leva um tempo considerável para atingir, a partir da base, o ápice da cóclea. Ou seja, quando utiliza-se um

clique, devido à natureza tonotópica da membrana basilar, a região da cóclea correspondente as frequências altas são primeiramente estimuladas, e após as regiões correspondentes as frequências baixas. Desta forma, a partir desse atraso da onda sonora na sua viagem pela cóclea, estudos têm mostrado que a resposta ao clique no registro do PEATE não é totalmente sincronizada.

Dau *et al.* (2000) afirmam que estes atrasos da cóclea podem fazer com que haja resultados de cancelamentos naturais de respostas neurais que contribuem para toda a resposta total do PEATE.

Elberling *et al.* (2007) mostraram que o atraso da onda sonora na região de 8000 Hz a 500 Hz pode variar de 2,7 a 5,1 ms.

Essa desvantagem do estímulo clique no registro do PEATE levou alguns pesquisadores, como Dau *et al.* (2000); Shore e Nuttall (1985) a modificarem este estímulo na tentativa de compensar o atraso da onda sonora proporcionando uma ativação neuronal simultânea ao longo da membrana basilar.

Assim, foi gerado o estímulo *chirp* que a partir de estudos de Dau *et al.* (2000); Elberling *et al.* (2007) e Fobel e Dau (2004) os pesquisadores relatam que a duração deste estímulo pode ser de até 10.33 ms, sendo muito mais longo que o clique. Segundo os estudiosos o *chirp* é projetado de modo que os componentes das frequências baixas são apresentados antes dos componentes das frequências altas, com o objetivo de proporcionar uma estimulação em diferentes regiões de frequências, simultaneamente.

De acordo com estudos de Elberling e Don (2008) a partir desta ativação sincrônica ao longo das unidades neurais da cóclea é possível registrar respostas com maior amplitude no PEATE de indivíduos adultos.

A primeira vez que o estímulo *chirp* foi utilizado na eletrofisiologia foi quando Shore e Nuttall (1985) tentaram compensar o atraso da onda de deslocamento progressivo na cóclea utilizando *tone burst* de frequência exponencialmente crescente a partir de gravações de potenciais de ação composto em cobaias. As autoras compararam os resultados com o estímulo clique e concluíram que o estímulo que ativou simultaneamente todas as fibras do nervo auditivo ao longo da membrana basilar produziu amplitudes maiores das respostas.

Dau *et al.* (2000) demonstraram que uma organização adequada na forma do estímulo acústico propagar-se pela membrana basilar, aumenta significativamente a sincronia neural. Neste estudo os pesquisadores criaram um estímulo *chirp* e o utilizaram para registrar as

respostas por meio do PEATE em dez indivíduos adultos com audição normal. Quando comparado com o estímulo clique, obtiveram respostas com maiores amplitudes da onda V.

Em um estudo posterior Fobel e Dau (2004) projetaram dois estímulos *chirps* (*O-Chirp* e *A-Chirp*) com o objetivo de que pudessem causar uma sincronização neural maior que o *chirp* original, particularmente em níveis de intensidade mais baixos. Os resultados do estudo mostraram que a amplitude da onda V foi maior com *A-Chirp*, especialmente em intensidades fracas, quando comparado com o clique. Os autores justificam os resultados favoráveis para o *chirp* devido a estimulação ocorrer em toda a faixa de frequência para este estímulo, sendo que no clique a área correspondente às frequências baixas não contribuem eficazmente na resposta por meio do PEATE.

Em 2008, Elberling e Don realizaram um estudo em adultos com audição normal comparando o PEATE com os estímulos *chirp* e clique. Concluíram que a amplitude com o estímulo *chirp* é significativamente maior e destacam que o ganho da amplitude é maior em baixos níveis de estimulação quando comparado a níveis mais elevados. Esta amplitude reduzida por meio do estímulo *chirp* em níveis elevados de estimulação implica de acordo com os autores que este estímulo pode não ser mais eficaz que o clique em níveis elevados de estimulação.

Entretanto em 2010, Elberling e Don perceberam que não só o tempo de viagem do som na cóclea deveria ser considerado na construção de um *chirp*. Desta forma, com o objetivo de desenvolver um *chirp* mais eficiente para o registro do PEATE em humanos, os pesquisadores projetaram um novo modelo do estímulo chamado “*direct approach*”. Este modelo foi baseado a partir das latências do PEATE obtidas em resposta a uma série de estímulos de frequência específica que são formados por decomposição do estímulo *chirp* de banda larga, levando em consideração o tempo de viagem do som na cóclea, bem como as diferenças de intensidade. Neste estudo os pesquisadores verificaram que *chirps* com duração mais curta evocavam melhores registros por meio do PEATE em níveis elevados de estimulação e *chirps* mais longos melhores registros em níveis mais baixos de estimulação. Concluíram que este estímulo *chirp* seria o mais eficiente para o registro do PEATE.

Posteriormente, este novo modelo foi chamado *Level Specific CE-chirp*® (*LS CE-chirp*®) e estudos de Kristensen e Elberling (2012) mostraram resultados promissores para este novo estímulo prometendo superar as limitações do *CE-Chirp*®. Em um estudo os pesquisadores supracitados avaliaram por meio do PEATE adultos com audição normal e

concluíram que na intensidade de 80 dBNA somente o *LS CE-Chirp*® gerou amplitude maior que o clique e confirmaram a hipótese que em níveis mais elevados de estimulação o novo estímulo é capaz de gerar as ondas I, III e V com valores de amplitude de resposta da onda V significativamente maiores.

Outro estudo que evidenciou resultados promissores com o estímulo *LS CE-Chirp*® foi de Cargnelutti, Cóser e Biaggio 2016. Os autores compararam em adultos com audição normal por meio do PEATE, em nível elevado de estimulação, os estímulos *LS CE-Chirp*® e clique. Verificou-se que para os valores da latência da onda V não houve diferenças significativas entre os estímulos enquanto que para a amplitude da onda V, com o estímulo *LS CE-Chirp*® foi significativamente maior. Concluiu-se que este novo estímulo pode ser útil do diagnóstico neuroaudiológico, pois diferentemente do *CE-Chirp*® que evoca apenas as ondas III e V em grande parte das vezes, o *LS CE-Chirp*® evocas as ondas I, III e V necessárias para este tipo de diagnóstico, com a vantagem adicional de que a onda V tem amplitude maior do que quando evocada pelo clique.

Elberling, Callø e Don (2010), estudaram em adultos ouvintes normais as respostas do PEATE para cinco tipos de *chirps*. A duração de cada *chirp* diferia em função do nível de apresentação do estímulo. Os autores concluíram que *chirps* com duração mais longa são mais eficientes em baixos níveis de estimulação devido à variação do atraso dos componentes de frequência serem maiores em níveis mais baixos. E *chirps* mais curtos produzem maiores amplitudes da onda V em níveis de estimulação mais elevados, devido ao espalhamento da excitação. Os autores sugerem a avaliação deste estímulo em indivíduos com deficiência auditiva de diferentes tipos e graus para verificar se os resultados seriam os mesmos.

Hall (2013) afirma que em intensidades elevadas existem fatores que fazem com que o estímulo *chirp* não seja mais vantajoso que o estímulo clique. Em níveis elevados de estimulação pode ocorrer das ondas I e III estarem ausentes nos traçados e inclusive ter diminuindo da detecção da onda V. O autor menciona que a amplitude é dependente da duração do estímulo *chirp* em diferentes níveis de estímulo.

Rodrigues e Lewis (2012) compararam as latências, amplitudes e presença das respostas do PEATE em adultos com audição normal, utilizando os estímulos clique e *CE-Chirp*®. Observaram que as ondas I e III tendem a desaparecer quando o estímulo *CE-Chirp*® é utilizado. Quanto à amplitude, com exceção da intensidade de 80 dB NA, observaram valores maiores para o estímulo *CE-Chirp*®. Concluem que amplitudes maiores

podem ser interessantes para aplicações clínicas, pois podem facilitar a visualização das ondas por parte do avaliador, facilitando a identificação das respostas. Principalmente, na pesquisa dos limiares eletrofisiológicos, já que as amplitudes do PEATE são menores quando se encontram próximas ao limiar auditivo.

Pode-se verificar que vários modelos de *chirps* foram propostos e testados, sendo um dos objetivos dos pesquisadores Dau *et al.* (2000); Fobel e Dau (2004); Elberling *et al.* (2007); Elberling e Don (2008); Cebulla e Elberling (2010); Elberling e Don (2010); Petoe, Bradley e Wilson (2010a); Gøtsche-Rasmussen, Poulsen e Elberling (2012); Kristensen e Elberling (2012) é encontrar o *chirp* mais adequado e eficaz para o registro do PEATE, principalmente em baixas intensidades.

De acordo com estudos encontrados na literatura de Dau *et al.* (2000); Wegner e Dau (2002); Fobel e Dau (2004); Elberling e Don (2008); Petoe, Bradley e Wilson (2010b); Elberling *et al.* (2012); Kristensen e Elberling (2012) e Rodrigues e Lewis (2012) estes descrevem a resposta neural da cóclea sendo mais sincronizada no registro do PEATE em adultos, quando utilizado o estímulo *chirp*. É possível visualizar registros com maior amplitude das ondas, principalmente da onda V.

Estes achados em adultos são condizentes com os resultados obtidos em estudos com neonatos e crianças, de acordo com Cebulla e Shehata-Dieler (2012); Mühler, Rahne e Verhey (2013); Rodrigues, Ramos e Lewis (2013); Ferm, Lightfoot e Stevens *et al.* (2013); Almeida *et al.* (2014a, 2014b); Cebulla, Lurz e Shehata-Dieler (2014a) e Zim *et al.* (2014). Os resultados destes estudos mostram valores para a amplitude da onda V significativamente maior quando evocada com *chirp*.

Ramos *et al.* (2011) compararam os estímulos *CE-Chirp*® e clique por meio do PEATE em 20 neonatos com audição normal. Concluíram que em todas as intensidades utilizadas a amplitude foi significativamente maior para o estímulo *chirp*.

Mühler, Rahne e Verhey (2013) avaliaram por meio do PEATE 46 crianças sob efeito de sedativos com os estímulos clique e *chirp*. O objetivo foi verificar se o estímulo *chirp* evoca respostas com maiores amplitudes do que o estímulo clique. Amplitudes de resposta da onda V foram mais favoráveis para o *chirp* e recomendam para esta população a utilização deste estímulo para estimar os limiares auditivos.

Cebulla *et al.* (2007) e Elberling *et al.* (2007) referem que os resultados são promissores com o *chirp*, pois a amplitude maior facilita a visualização da resposta por parte do examinador, permitindo a redução do tempo de registro de exame.

Em estudo verificou-se que os registros, em neonatos, por meio do PEATE em níveis de estimulação próximo ao limiar e em nível supralimiar geraram picos de respostas com maiores amplitudes com o estímulo *chirp* quando comparado com o clique. Cebulla, Lurz e Shehata-Dieler (2014a), autores do estudo supracitado explicam que devido às propriedades do estímulo *chirp*, as células ciliadas em todas as faixas de frequência, são estimuladas mais rápidas num tempo mais curto, levando a uma maior sincronização e conseqüentemente as respostas aparecem mais precocemente. Segundo estes mesmos autores, pelo fato das respostas aparecerem mais cedo, isso pode gerar valores menores para as latências com o estímulo *chirp* quando comparado ao clique.

Nos estudos de Cebulla e Shehata-Dieler (2012) e Almeida *et al.* (2014a) comparou-se o clique e o *chirp*, assim como o tempo de detecção da resposta do PEATE-a entre os estímulos. Os autores supracitados também afirmam que o *chirp* foi mais eficiente, pois a identificação da resposta foi mais rápida com este estímulo. Outros estudos de Cebulla *et al.* (2007) e Elberling *et al.* (2007) também compararam o clique e o *chirp* em procedimentos diagnósticos, em adultos ouvintes, e observaram diminuição no tempo de exame com o estímulo *chirp*. Os autores explicam que este fato é devido, principalmente, ao aumento da amplitude da onda V promovido pela ativação simultânea, e, portanto, sincrônica, das fibras auditivas.

De acordo com Cebulla e Shehata-Dieler (2012) e Mülher *et al.* (2013) o tempo reduzido para a execução dos procedimentos de avaliação objetiva da audição é uma das vantagens do *chirp*, comparado ao clique. Neonatos ou crianças que estão sendo testados ou ainda indivíduos sob efeito de sedação ou anestesia geral requerem tempos menores de exame, sendo possível esta condição utilizando o estímulo *chirp*.

Coob e Stuart (2014) registraram em neonatos o PEATE por via aérea e via óssea utilizando os estímulos *chirp* e clique. De acordo com os resultados evidenciados neste estudo os autores sugerem que o estímulo *chirp* pode ser confiável para triagem auditiva, devido a melhores amplitudes da resposta.

Stuart e Cobb (2014) realizando estudos com neonatos concluem que *chirps* quando utilizados na TAN ou no diagnóstico audiológico melhoram significativamente a amplitude

das respostas do PEATE e reduzem o tempo de teste. Entretanto os autores relatam uma desvantagem com a utilização do *chirp* na triagem auditiva, sendo a diminuição da sensibilidade do teste. Sugerindo que mais estudos aprofundados com o *chirp* sejam realizados nesta população.

Um estudo de Zim *et al.* (2014) com 253 neonatos teve por objetivo analisar a pesquisa do limiar eletrofisiológico utilizando clique e *chirp* de frequência específica de 2000Hz e 4000Hz. Os autores sugerem que os dois estímulos utilizados no estudo são suficientes para estimar o limiar auditivo desta população estudada. Neste estudo foi considerada a variável gênero, sendo que não houve diferença entre os gêneros nos resultados por meio do PEATE com clique e *narrow band (NB) CE-Chirp®*

Ainda quanto a variável gênero algumas pesquisas concluíram que não há diferenças entre os gêneros no desenvolvimento da via auditiva. Romero *et al.* (2012) analisaram as diferenças entre os gêneros nos achados por meio do PEATE de crianças de um a nove meses de idade de um programa de TAN e não encontraram diferenças entre os gêneros feminino e masculino para os valores de latência das ondas I, III e V. Concordando com estes resultados há os estudos de Sleifer *et al.* (2007), Fichino, Lewis e Fávero (2007), Casali e Santos (2010) e Angrisani *et al.* (2012b) que também não encontraram diferenças entre os gêneros no registro por meio do PEATE.

Entretanto outros estudos evidenciaram diferenças entre as respostas do PEATE entre os gêneros. Houston e McClelland (1985) encontraram latências absolutas e intervalos interpicos mais prolongados em crianças do gênero masculino, indicando maturação do PEATE atrasado em comparação ao gênero feminino.

Estudo de Angrisani (2013a) verificou o PEATE com clique em neonatos pré-termo PIG e neonato pré-termo AIG e evidenciou diferença significativa entre os gêneros no grupo AIG, sendo que o gênero masculino apresentou mais alterações que o feminino.

Em um estudo de Petoe, Bradley e Wilson (2010b) houve pequenas diferenças entre os gêneros nos resultados por meio do PEATE utilizando *chirps*, entretanto os autores não sugeriram uma adaptação do estímulo *chirp* em função do gênero, pois as diferenças foram mínimas entre os grupos.

Outro estudo que também observou diferenças entre os gêneros foi de Angrisani *et al.* (2013b). As autoras verificaram as influências do gênero comparando as respostas do PEATE, utilizando como estímulo o clique, em neonatos pré-termo e a termo. No estudo os valores das

latências das ondas III e V foram significativamente menores no gênero feminino, sendo esta diferença observada apenas no grupo de neonatos a termo. As autoras concluem que o gênero exerce influência relevante no PEATE de recém-nascidos a termo.

De acordo com estudo de Li *et al.* (2013) realizado com 111 neonatos prematuros e 92 neonatos a termo, ambos os grupos considerados saudáveis, foi registrado por meio do PEATE com o estímulo clique, sendo este realizado nos neonatos estando-os com seis semanas de vida, em ambos os grupos. Foi comparada as respostas quanto ao gênero e os resultados mostraram diferenças para esta variável. Observou-se latências aumentadas e amplitude diminuída para as ondas III e V no gênero masculino, tanto no grupo a termo quanto no grupo de prematuros. Os autores sugerem que devido a variabilidade considerável nas conclusões de estudos quanto a variável gênero deve-se realizar mais pesquisas com o objetivo de verificar a influência do gênero no desenvolvimento auditivo de tronco cerebral.

No que se refere às medidas do PEATE por orelha, estudos de Angrisani *et al.* (2012b, 2013a, 2014); Jiang *et al.* (2009) e Sleifer *et al.* (2007) não observaram diferenças significativas entre os valores de latência das ondas I, III e V comparando orelha direita e orelha esquerda.

Em estudo de Angrisani (2013a) os registros do PEATE com estímulo clique não mostraram diferenças entre as orelhas em neonatos pré-termos. Este achado concorda com outros estudos que também não encontraram diferenças nos valores de latência absoluta entre as orelhas, pelo registro do PEATE.

Para este achado, Sininger e Cone-Wesson (2006) explicam que a maturação das vias auditivas ocorre simultaneamente nas duas orelhas. Tal fato é discordante do estudo que investigou possíveis mecanismos de assimetria em recém-nascidos por meio do PEATE, com vantagem da orelha direita.

Considerando à variável peso ao nascer, dados da literatura referem que crianças Pequenas para a Idade Gestacional (PIG) têm uma desvantagem no desenvolvimento neuropsicomotor e de linguagem comparadas às nascidas Adequadas para a Idade Gestacional (AIG), segundo Pereira e Funayama (2004).

Estudo de Angrisani *et al.* (2012b) avaliou 86 neonatos a termo, sendo 47 pequenos e 39 adequados para idade gestacional de ambos os gêneros, com idades entre 2 e 12 dias de vida. Com o objetivo de verificar se a idade gestacional pode ser considerada um indicador de risco para a alteração auditiva retrococlear, os autores compararam os registros de PEATE

com clique de neonatos AIG e PIG. Verificaram que no grupo PIG há uma maior tendência para a alteração auditiva, porém não foi estatisticamente significativa. Destacam que em função dos neonatos PIG podem sofrer agravos em diferentes momentos da vida intrauterina, desta forma o comportamento auditivo pode ser diversificado.

Em outro estudo de Angrisani *et al.* (2013a) foi analisado e comparado o comportamento auditivo de 72 neonatos prematuros, sendo 35 PIG e 37 AIG, no período neonatal. Os valores das latências absolutas das ondas I, III e V e intervalos interpícos I-III, III-V e I-V foram analisados através do PEATE com estímulo clique não havendo diferenças relevantes nas respostas entre os dois grupos. Os autores concluíram que a condição PIG não se revelou risco para alteração da via auditiva no tronco encefálico.

Analisando os registros por meio do PEATE envolvendo 25 neonatos a termos PIG nascidos de mães subnutridas, comparados a 25 RN a termos AIG, filhos de mães saudáveis, Mahajan *et al.* (2003) observaram-se latências absolutas da onda V e intervalo interpíco I-V no limite superior da normalidade no grupo PIG, entretanto não houve diferenças significativas entre os grupos PIG e AIG.

Estudo de Angrisani (2013b) registrou o PEATE com estímulo clique em 176 neonatos, constituindo dois grupos. O primeiro com 88 prematuros saudáveis, destes 44 PIG e os outros, 44 AIG. O segundo grupo foi com 88 neonatos a termo saudáveis, sendo 44 PIG e 44 AIG. Um dos objetivos deste estudo foi verificar se a condição peso/idade gestacional pode ser considerada um fator de risco para alterações da via auditiva. Os resultados mostraram que não houve diferenças para as ondas I, III e V e os intervalos interpícos I-III, III-V e I-V entre os grupos AIG e PIG. Levando as autoras a concluírem que esta variável não interferiu nas respostas do PEATE.

Estudo realizado com neonatos prematuros PIG e AIG comparou os valores das latências absolutas das ondas I, III e V e os intervalos interpícos I-III, III-V e I-V do PEATE com estímulo clique. Na comparação entre os grupos não houve diferença quanto a variável peso. Levando as autoras deste estudo, Angrisani *et al.* (2014) a concluírem que neonatos prematuros PIG e AIG se comportam da mesma maneira do ponto de vista auditivo.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 DESENHO DO ESTUDO**

Estudo quantitativo, transversal, com delineamento descritivo que visa descobrir existência de associações entre variáveis pesquisadas (GIL, 2002).

#### **3.2 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS**

Este estudo foi vinculado a um projeto mais amplo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria (CEP-UFSM) sob o número 14804714.2.0000.5346 (ANEXO A). Todos os responsáveis pelos neonatos foram previamente informados do objetivo do estudo, bem como do procedimento envolvido e garantido que os seus dados pessoais fossem mantidos em sigilo e que seriam utilizados para fins desta pesquisa. Após explicação e leitura, aqueles que aceitaram participar do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), (ANEXO B) e o Termo de Confidencialidade (TC), (ANEXO C). Sendo assim, este estudo respeitou todas as normas e diretrizes regulamentadoras para pesquisa com seres humanos da Resolução 466/12, do Conselho Nacional de Saúde. Cabe acrescentar que os dados coletados foram tratados de forma anônima e confidencial, pois não foi divulgada a identidade da amostra em nenhum momento. Tal privacidade foi assegurada uma vez que seu nome foi substituído por letras ou números. Além disso, os dados coletados foram utilizados exclusivamente para análise nesta pesquisa, para posterior publicação em periódicos científicos. Estes dados serão mantidos no Ambulatório de Eletrofisiologia da Audição do Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM), localizado na Av. Roraima, 22 – Camobi, Santa Maria – RS, 97105-900, Ala E Sala 2, sob a responsabilidade da pesquisadora responsável por tal estudo, pelo período de cinco anos. Após este período serão descartados, por meio de incineração dos protocolos, e os cadastrados em planilhas do Excel serão apagados.

#### **3.3 DESCONFORTOS E RISCOS DOS PROCEDIMENTOS**

O procedimento do estudo implicou em desconforto mínimo de ordem física para o responsável que poderia cansar em permanecer com o neonato no colo durante todo o tempo

do exame. Para minimizar este desconforto o responsável foi acomodado numa poltrona confortável, tendo o cuidado de permanecer com as costas e braços apoiados. Quanto ao neonato este poderia sentir um desconforto mínimo durante a colocação do fone de inserção no conduto auditivo externo para a realização do PEATE. Para minimizar este desconforto foi utilizado fones de inserção adequados no tamanho para neonatos.

### 3.4 BENEFÍCIOS

Os neonatos obtiveram como benefício a avaliação da audição por método objetivo, por meio do PEATE que avalia de forma mais detalhada a via auditiva, quando comparado com as EOAE, procedimento este previsto no Programa de TAN, no qual foi realizado este estudo.

Além disso, os achados contribuíram para a ciência da habilitação dos distúrbios da audição, em especial do diagnóstico precoce da DA infantil, considerando que trata-se de um estudo relevante e pouco explorado na literatura nacional.

### 3.5 LOCAL DA COLETA

O estudo foi realizado no Ambulatório de Eletrofisiologia da Audição do Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM).

### 3.6 AMOSTRA/POPULAÇÃO

Este estudo foi constituído inicialmente por 50 neonatos (neonatos de zero a 28 dias), destes 20 neonatos não tiveram o registro do PEATE com clique e *iChirp* concluídos, sendo excluídos da análise do estudo. Os principais motivos para exclusão destes sujeitos foram: neonatos agitados, muitos no momento do exame, tiveram crises de cólicas e cansaço dos responsáveis. Assim, 30 neonatos compuseram a casuística deste estudo, sendo 19 do gênero masculino e 11 do gênero feminino, classificados como nascidos a termo, ou seja, idade gestacional entre 37 semanas e 41 semanas e seis dias, segundo a classificação da *World Health Organization* (1974). Os neonatos foram provenientes do Programa de Triagem Auditiva do HUSM, sendo que o número de bebês avaliados mensalmente dependeu do fluxo

de atendimento do Programa. Assim, a casuística deste estudo foi constituída por conveniência.

### 3.7 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Foram incluídos, neonatos cujos pais e/ou responsáveis consentiram a participação após assinatura do TCLE, além de preencherem as seguintes exigências:

- Neonatos, de ambos os gêneros, que tiveram como resultado passa na TAN realizada com o teste de Emissões Otoacústicas Evocadas Transientes (EOAT) em ambas as orelhas;
- Neonatos saudáveis que não apresentaram intercorrências pré e/ou pós-natais, incluindo ausência de qualquer IRDA;
- Neonatos que no momento do procedimento proposto para tal estudo estavam em condições adequadas para a avaliação (alimentados e dormindo em sono natural).

### 3.8 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Elencou-se como critérios de exclusão os seguintes os neonatos que:

- Apresentaram como resultado falha na TAN realizada com o teste das EOAT, isto é, ter apresentado suspeita de DA;
- Não concluíram as avaliações por alguns motivos como: neonato não permaneceu calmo durante o exame, cansaço físico levando a desistência dos responsáveis na participação do estudo;
- Pais e/ou responsáveis não concordaram com a realização do estudo;
- Apresentaram comprometimento neurológico ou orgânico evidente;
- Estavam fazendo uso de algum medicamento.

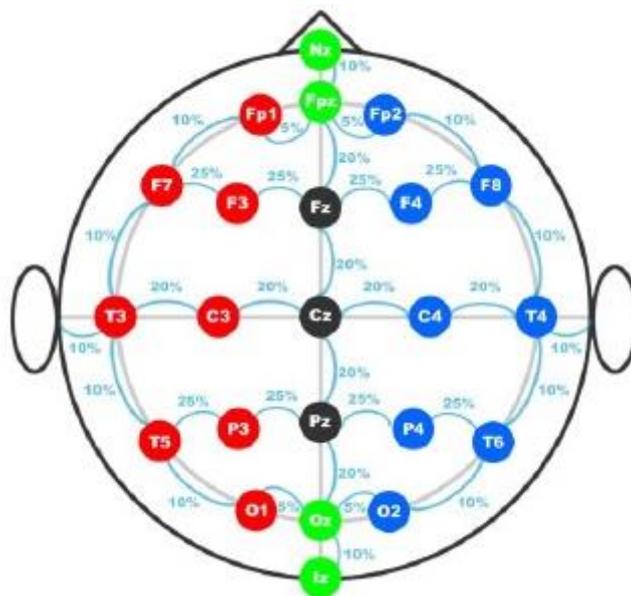
### 3.9 PROCEDIMENTOS

Inicialmente foi realizada a anamnese a fim de obter dados pessoais como idade gestacional, peso ao nascimento, bem como informações referentes à gestação, ao parto e a

existência de IRDA (JCIH, 2007). Algumas informações também foram obtidas por meio da leitura da caderneta de saúde da criança. Após, o neonato foi acomodado no colo do responsável, de forma confortável para ambos, estando o neonato dormindo em sono natural com o objetivo de diminuir ao máximo a atividade muscular. Para o registro do PEATE foi utilizado o módulo *Smart-EP* da marca *Intelligent Hearing Systems*®, de dois canais. Para a execução do teste foi necessário o preparo do neonato, com a limpeza da pele com gaze e pasta abrasiva da marca NUPREP®, a fim de diminuir a impedância. A seguir, quatro eletrodos foram fixados com pasta condutiva eletrolítica e esparadrapo, sendo o eletrodo ativo colocado na frente (Fz), o terra (Fpz) lateralmente na frente, e os de referência na mastoide esquerda (M1) e mastoide direita (M2), de acordo com o padrão Internacional 10/20. Logo, escolhia-se um fone de inserção de tamanho apropriado ao meato acústico externo do neonato para inseri-lo no tubo de plástico do transdutor ER-3A e posicionava-lo em uma das orelhas. Antes do início do registro do procedimento o equipamento passou por teste de impedância, sendo que só foi iniciada a avaliação com a impedância dos eletrodos abaixo de 3 ohms (k $\Omega$ ).

Na Figura 1, é demonstrado o Sistema Internacional 10/20 de Jasper (1958), que é considerado um método reconhecido internacionalmente para descrever o local de fixação dos eletrodos no couro cabeludo, para o registro dos Potenciais Evocados Auditivos.

Figura 1 – Posição dos eletrodos descritos a partir do Sistema Internacional 10/20



Dados da Fonte: (JASPER HH. The ten-twenty electrode system of the international federation. *Electroenc Clin Neurophysiol.* 1958; 10:371-5).

O registro do PEATE foi monoaural, iniciado com o estímulo clique na intensidade de 60 dB nHL. Em seguida as respostas foram registradas nas intensidades de 40 e 20 dB nHL. Após este registro foi realizado na outra orelha, seguindo a mesma ordem de apresentação dos níveis de intensidade. Na sequência o registro foi realizado utilizando-se o estímulo *iChirp*, iniciando na mesma orelha, com a mesma ordem das intensidades. E para finalizar o registro foi realizado na outra orelha também com 60, 40 e 20 dB nHL. A realização do procedimento foi intercalando às orelhas, ora iniciado pela orelha direita ora pela orelha esquerda.

Os níveis de intensidade escolhidos para este estudo foram com o propósito de estudar o estímulo *iChirp* em níveis baixos de estimulação, primeiramente devido a importância da avaliação quantitativa do PEATE a fim de diagnóstico audiológico em neonatos. E também devido ao comportamento de alguns estímulos *chirps*, descritos na literatura compulsada, não serem tão vantajosos em níveis elevados de estimulação. No estudo de Rodrigues e Lewis (2012) a amplitude na onda V por meio do PEATE em neonatos foi menor em 80 dBnNA do que em 60 dBnNA. Em outros estudos, Fobel e Dau (2004) e Elberling e Don (2008) verificaram que no registro do PEATE quando *chirps* foram utilizados a amplitude da onda V sofreu influência da intensidade de estimulação. Em níveis elevados, as respostas para *chirps* não foram melhores que para cliques. Assim, elegeu-se níveis baixos de estimulação para este estudo com o estímulo *iChirp*.

Tanto com o estímulo clique quanto com *iChirp* foram realizados registros, no mínimo duas vezes em cada nível de estimulação, a fim de verificar a reprodutibilidade dos traçados. Cabe acrescentar que esta avaliação, incluindo a preparação do neonato, teve uma duração média de 1 hora e 30 minutos, para registrar o PEATE com clique e *iChirp*, porém o registro do tempo não foi uma variável do presente estudo. O protocolo do procedimento selecionado para o presente estudo, para o registro do PEATE com estímulo clique e *iChirp* de banda larga foi: polaridade rarefeita, 2048 varreduras, taxa de apresentação de 27,7 estímulos/s, filtro passa banda de 100 a 3000 Hz, ganho de 100k, janela de 12 ms para o clique e 24 ms para o *iChirp*. Para ambos os estímulos utilizou-se fones de inserção ER-3A, nos três níveis de estimulação propostos nos objetivos do estudo. Na análise dos resultados foram utilizados somente os registros ipsilaterais.

Para ilustrar de forma didática elaborou-se um quadro com os parâmetros adotados utilizando os dois estímulos acústicos (Quadro 1).

Quadro 1 – Parâmetros utilizados no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico considerando os diferentes estímulos: clique e *iChirp* banda larga

	Clique	<i>iChirp</i> *
Duração	100 µseg	3950 µseg
Polaridade	Rarefação	Rarefação
Número de estímulos	2048	2048
Taxa de apresentação do estímulo	27.7/seg	27.7/s
Filtros	100-3000 Hz	100-3000 Hz
Janela	12 ms	24 ms
Transdutor	ER-3 A	ER-3 A
Intensidade	60, 40 e 20 dB nHL	60, 40 e 20 dB Nhl
Taxa de aceitação de artefatos	Até 10% do total dos estímulos apresentados	Até 10% do total dos estímulos apresentados
Reprodutibilidade dos traçados	Sim	Sim

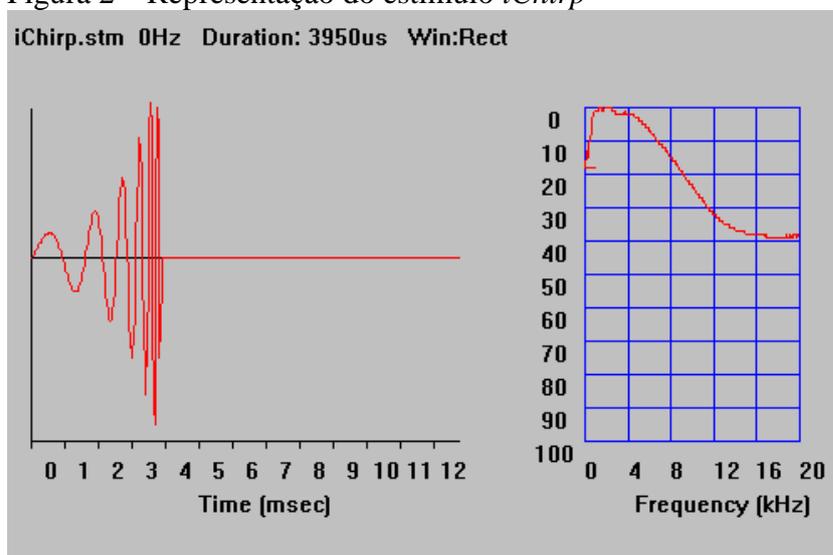
Fonte: (CARGNELUTTI; GARCIA; BIAGGIO, 2016).

Legenda: µs = microssegundo; seg = segundo; Hz = hertz; ms = milissengundos; dB nHL= decibel nível normal de audição

\*Optou-se por utilizar o termo *iChirp* no presente estudo, entretanto destaca-se que trata-se do *iChirp* de banda larga também referenciado na literatura, de acordo com estudo de Delgado e Savio (2014), por *iChirp broadband*.

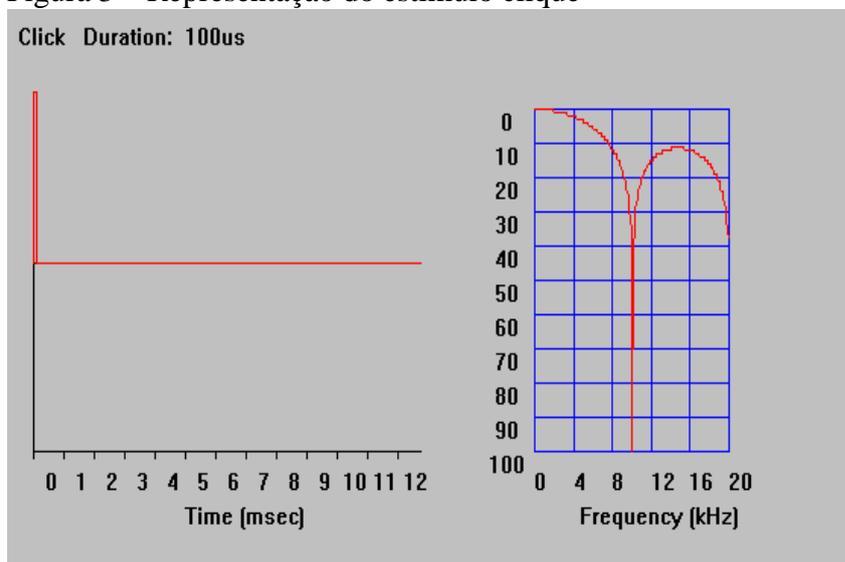
As Figuras 2 e 3 mostram o espectro acústico dos estímulos utilizados no presente estudo.

Figura 2 – Representação do estímulo *iChirp*



Fonte: Módulo *Smart-EP* da marca *Intelligent Hearing Systems*®

Figura 3 – Representação do estímulo clique



Fonte: Módulo *Smart-EP* da marca *Intelligent Hearing Systems*®

Teve-se o cuidado de realizar o exame estando o ambiente silencioso e com pouca luminosidade. No caso de neonatos que acordaram durante o exame, impossibilitando a continuidade do registro devido ao alto número de artefatos envolvidos, a avaliação foi interrompida até que os neonatos voltassem a dormir. Nestas situações, antes de reiniciar o exame, a impedância dos eletrodos foi novamente verificada e ajustada de acordo com os parâmetros estabelecidos.

Para o critério de identificação da onda V foi considerado para a latência, o pico positivo que antecedeu a maior deflexão negativa, ocorrendo entre 5 e 12 ms após a apresentação do estímulo clique e ocorrendo entre 9 e 15 ms após a apresentação do estímulo *iChirp*. De acordo com a literatura compulsada, Almeida *et al.* (2014b) considera a onda V a maior deflexão ocorrendo entre 5 e 20 ms após a apresentação do estímulo. A medida da amplitude foi obtida pela diferença entre o pico positivo e o pico negativo da onda V. Outras informações sobre a marcação da onda V estão detalhadas a seguir,

### 3.10 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Ao final, os exames foram analisados independentemente por três juízes, sendo duas fonoaudiólogas e um médico otorrinolaringologista, ambos com conhecimento e experiência

na área de avaliação eletrofisiológica da audição. Dois juízes (uma fonoaudióloga e o médico otorrinolaringologista) receberam uma cópia dos traçados sem as devidas marcações e inseriram a identificação visual da onda V, considerando sua experiência na marcação e critérios especificados anteriormente. Esta análise dos traçados ocorreu de forma cega, pois os juízes realizaram as marcações independentemente. Sendo que as medidas da latência e da amplitude da onda V foram posteriormente confirmadas pela pesquisadora. O terceiro juiz só foi acionado havendo divergência entre os juízes que analisaram os traçados. Houve a necessidade de intervenção do terceiro juiz apenas em dois traçados.

Após o levantamento das variáveis da amostra selecionadas para este estudo construiu-se um banco de dados em *Excel-Microsoft* para a realização do estudo estatístico. Este foi realizado por assessoria externa, contratada pela pesquisadora.

Para a análise deste estudo foi considerado um nível de significância de 0,05 (5%) e todos os intervalos de confiança foram construídos com 95% de confiança estatística. Utilizaram-se os softwares: *SPSS V17*, *Minitab 16* e *Excel Office 2010*.

Os testes estatísticos utilizados foram os paramétricos, pois os dados são quantitativos e contínuos. Além disso, sendo a amostragem igual a 30 sujeitos, o Teorema do Limite Central, garante que a distribuição tende a uma distribuição normal. Desta forma, não houve a necessidade de testar a normalidade dos resíduos e utilizaram-se diretamente os testes paramétricos, pois estes são testes mais poderosos que os testes não paramétricos.

Na comparação da latência e amplitude da onda V, entre as orelhas testadas para cada estímulo, nos três níveis de intensidade, foi utilizado o teste T-Student Pareado, pois os dados são pareados, ou seja, quando o mesmo sujeito é pesquisa e controle dele mesmo. Também foi utilizado o teste T-Student Pareado na comparação dos valores de latência e amplitude da onda V entre os estímulos clique e *iChirp*. Na comparação entre os gêneros o teste utilizado foi de ANOVA.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Primeiramente realizou-se uma análise descritiva completa para as variáveis quantitativas: idade do neonato, peso ao nascimento e Idade Gestacional, considerando a totalidade da amostra (n=30 neonatos) com o objetivo de caracterizar a amostra deste estudo, Tabela 1.

Tabela 1 – Estatística descritiva para variáveis quantitativas do estudo realizado em neonatos nascidos a termos: idade do neonato (dias), peso ao nascimento (gramas) e idade gestacional (semanas)

Descritiva	Idade do neonato	Peso	Idade Gestacional
Média	16,2	3.338	39
Mediana	18,5	3.380	39
Desvio Padrão	7,7	452	1 2/7
CV	47%	14%	3%
Q1	12	3.100	38
Q3	20,8	3.651	40
Min	1	2.145	37
Max	28	4.280	41
N	30	30	30
IC	2,8	162	3/7

Fonte: (CARGNELUTTI; GARCIA; BIAGGIO, 2016).

Legenda: CV= Coeficiente de Variação; Q1= 1º quartil; Q3= 3º quartil; Min= valores mínimos; Max= valores máximos; N= número da amostragem; IC= Intervalo de Confiança.

Considerando o período entre o nascimento e o 28º dia, a Organização Mundial da Saúde (OMS) (2005) denomina este como o período neonatal. Assim a casuística do presente estudo foi composta por neonatos, considerando que a média da idade foi de 16,2 dias (idade mínima de um dia e máxima de 28 dias). Estudos de Cebulla, Lurz e Shehata-Dieler (2014a); Cebulla, Hofmann e Shehata-Dieler (2014b) e Cobb e Stuart (2014) também avaliaram neonatos, por meio do PEATE, fazendo uso do estímulo *chirp*. O presente estudo, que teve amostra composta por neonatos, é relevante, pois deve ser estudado o comportamento do estímulo sonoro *iChirp* na pesquisa do PEATE nesta população, a fim de obter valores de referência para o equipamento IHS.

Quanto a variável Idade Gestacional, observa-se que esta variou de 37 a 41 semanas, sendo a média no presente estudo de 39 semanas de gestação. Segundo a OMS (1980), para a idade gestacional de 37 a 40 semanas, classifica-se o neonato como nascido a termo. E para idade gestacional de até 36 semanas e seis dias, considera-se prematuro. Desta forma, a casuística do estudo foi composta por neonatos nascidos a termo. Estudos de Casali e Santos (2010); Angrisani *et al.* (2012a, 2012b, 2013b) e Li *et al.* (2013) também avaliaram por meio do PEATE neonatos a termos. Considera-se importante iniciar os estudos em neonatos nascidos a termo normo-ouvintes e sem intercorrências para obter-se valores de referência e

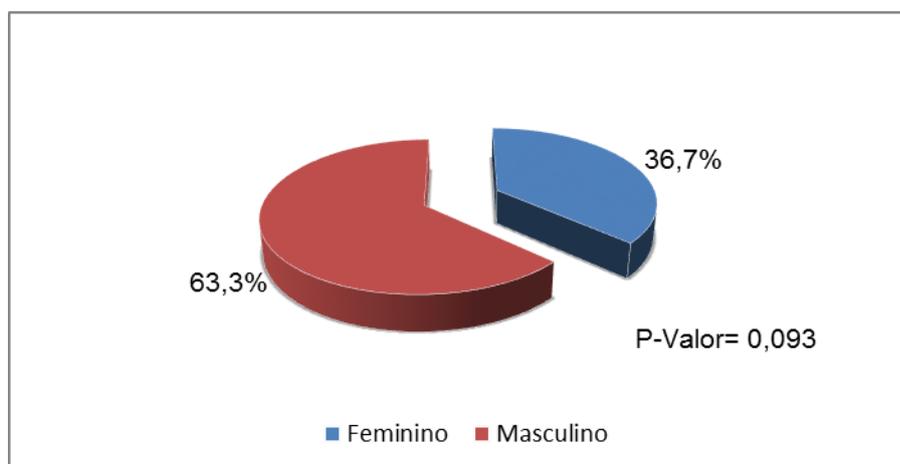
de normalidade para posteriormente realizar pesquisas em outras populações pediátricas, como por exemplo, os neonatos prematuros e/ou com deficiência auditiva.

No estudo atual, a variável peso variou de 2.145 Kg a 4.280 Kg, sendo a média 3.338 Kg. De acordo com Tourinho e Reis (2013) o peso é a primeira medida do neonato, após o nascimento, sendo considerado um parâmetro usado para avaliar as condições de saúde. Classifica-se como baixo peso ao nascer, o neonato com menos de 2500 Kg, desta forma pode-se classificar a casuística deste estudo com peso adequado ao nascimento. Estudos de Angrisani *et al.* (2012b, 2013a, 2013b) também consideram a variável peso ao nascer.

De acordo com Angrisani *et al.* (2013b) na análise comparativa dos resultados do PEATE quanto à condição peso/idade gestacional (AIG/PIG), não se verificaram diferenças para as ondas I, III e V e os intervalos interpicos I-III, III-V e I-V. Angrisani *et al.* (2013a) também não evidenciaram diferenças nos valores do PEATE quanto a condição peso ao nascer. Entretanto Angrisani *et al.* (2012b) encontraram comprometimentos no PEATE em neonatos PIG quando comparados a neonatos AIG, porém as diferenças não foram significativas. Entretanto as autoras reforçam que as crianças de baixo peso estão mais propensas a maiores riscos para alterações no neurodesenvolvimento.

Para analisar a distribuição da frequência relativa (percentual) do gênero, utilizou-se o teste de Igualdade de Duas Proporções. Pode-se observar na Figura 4 que embora existisse um maior percentual do gênero masculino no estudo, não pode ser considerado estatisticamente significativo (Valor de  $p = 0,093$ ), assim a pontua-se que a amostra é homogênea quanto ao gênero.

Figura 4 – Percentual de neonatos do gênero feminino e do gênero masculino neste estudo realizado (n=30 neonatos)



Fonte: (CARGNELUTTI; GARCIA; BIAGGIO, 2016).

Ao comparar os valores para a latência absoluta e amplitude da onda V entre as orelhas direita e esquerda com os estímulos clique e *iChirp* em todas intensidades foi utilizado o teste *T-Student* Pareado. A Tabela 2 traz os resultados para as latências absolutas da onda V e a Tabela 3 os resultados para as amplitudes da onda V entre as orelhas; ambas tabelas apresentando os dados referentes as três intensidades utilizadas na pesquisa do PEATE.

Tabela 2 – Análise comparativa da latência (ms) da onda V no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em neonatos (n=30) com os estímulos clique e *iChirp*, em 60, 40 e 20 dB nHL, considerando a variável orelha

Intensidade	Estímulo	Orelha	Média	Mediana	Desvio Padrão	Min	Max	Valor de p
60 dB nHL	Clique	OD	7,24	7,18	0,21	6,80	7,60	0,702
		OE	7,25	7,19	0,28	6,70	8,25	
	<i>iChirp</i>	OD	10,00	10,00	0,44	9,20	10,95	0,969
		OE	10,00	10,10	0,43	9,20	10,80	
40 dB nHL	Clique	OD	7,98	7,94	0,33	7,45	8,65	0,673
		OE	7,96	7,99	0,39	7,28	9,18	
	<i>iChirp</i>	OD	11,14	11,08	0,36	10,60	11,85	0,049*
		OE	11,04	11,05	0,34	10,35	11,85	
20 dB nHL	Clique	OD	8,91	8,87	0,46	8,25	10,03	0,666
		OE	8,92	8,92	0,42	8,32	9,90	
	<i>iChirp</i>	OD	12,06	12,13	0,38	11,50	12,70	0,380
		OE	12,09	12,13	0,41	11,50	13,10	

FONTE: (CARGNELUTTI; GARCIA; BIAGGIO, 2016).

Legenda: ms = milissegundo; dB nHL= decibel nível normal de audição; OD= Orelha Direita; OE= Orelha Esquerda; Min= valores mínimos; Max= valores máximos; \* = valor de p com diferença estatisticamente significante.

Tabela 3 – Análise comparativa da amplitude ( $\mu\text{V}$ ) da onda V no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em neonatos ( $n=30$ ) com os estímulos clique e *iChirp*, em 60, 40 e 20 dB nHL, considerando a variável orelha

Intensidade	Estímulo	Orelha	Média	Mediana	Desvio Padrão	Min	Max	Valor de p
60 dB nHL	Clique	OD	0,19	0,18	0,06	0,06	0,32	0,347
		OE	0,20	0,21	0,07	0,08	0,35	
	<i>iChirp</i>	OD	0,22	0,21	0,07	0,10	0,44	0,482
		OE	0,23	0,23	0,07	0,10	0,38	
40 dB nHL	Clique	OD	0,14	0,14	0,04	0,07	0,24	0,497
		OE	0,14	0,13	0,05	0,06	0,24	
	<i>iChirp</i>	OD	0,23	0,20	0,09	0,10	0,42	0,314
		OE	0,21	0,19	0,07	0,13	0,44	
20 dB nHL	Clique	OD	0,09	0,09	0,04	0,03	0,19	0,026*
		OE	0,11	0,10	0,04	0,04	0,21	
	<i>iChirp</i>	OD	0,14	0,12	0,06	0,09	0,36	0,437
		OE	0,15	0,14	0,04	0,09	0,26	

Fonte: (CARGNELUTTI; GARCIA; BIAGGIO, 2016).

Legenda:  $\mu\text{V}$  = microVolt; dB nHL= decibel nível normal de audição; OD= Orelha Direita; OE= Orelha Esquerda; Min= valores mínimos; Max= valores máximos; \* = valor de p com diferença estatisticamente significante.

No que se refere às medidas do PEATE por orelha pode-se observar que quanto aos valores para a latência da onda V existe apenas uma diferença estatisticamente significante, evidenciando-se que a latência da orelha direita é maior em relação a orelha esquerda com o estímulo *iChirp* na intensidade de 40 dB, (valor de  $p = 0,049$ ). Enquanto que para a amplitude da onda V verificou-se unicamente diferença significativa entre as orelhas com o estímulo clique na intensidade de 20 dB nHL (valor de  $p = 0,026$ ), sendo a amplitude maior na orelha esquerda.

Tendo em vista que num total de 12 comparações e cruzamentos realizados (Tabelas 2 e 3) em apenas dois parâmetros analisados observou-se diferença estatística. Um destes valores (Tabela 2) encontra-se muito próximo ao nível de significância (Valor de  $p = 0,049$ ). No outro parâmetro nota-se que os valores médios da amplitude da onda V estão muito próximos em ambas as orelhas (0,09  $\mu\text{V}$  na orelha direita e 0,11  $\mu\text{V}$  na orelha esquerda). Desta maneira considerou-se que estas diferenças são mínimas e provavelmente sem relevância clínica. Por este motivo, deu-se continuidade à análise dos dados agrupando-se as duas orelhas. Assim, dobrou-se o tamanho amostral.

Na literatura compulsada foi encontrado estudos de Eldredge e Salamy (1996); Sininger, Cone-Wesson e Abdala (1998); Sininger e Cone-Wesson (2006) que evidenciaram uma vantagem da orelha direita em relação à orelha esquerda.

No estudo de Eldredge e Salamy (1996) os pesquisadores estudaram por meio do PEATE, com o estímulo clique, neonatos nascidos a termo e encontraram maiores amplitudes e latências mais curtas da onda V para a orelha direita. Sininger, Cone-Wesson e Abdala (1998) encontraram maiores amplitudes da onda V por meio do PEATE, com estímulos clique e *tone burst* de curta duração, na orelha direita de neonatos a termos.

Sininger e Cone-Wesson (2006) também evidenciaram uma assimetria entre as orelhas por meio do PEATE em neonatos. O estudo mostra que valores para a latência da onda V foram mais curtos e valores para a amplitude da onda V foram maiores na orelha direita, evidenciando uma vantagem desta em relação à orelha esquerda. Os estudiosos relaram que apesar da diferença estatisticamente significativa entre as orelhas testadas para os valores da latência e amplitude da onda V, não consideram esta diferença relevante clinicamente, na população de neonatos, por esta população estar num período de rápido crescimento e amadurecimento do sistema auditivo. Para estes autores supracitados o significado da assimetria entre as orelhas, de neonatos, ainda não está bem esclarecida. Ainda referenciam a vantagem da orelha direita em neonatos pode ser devido a ativação assimétrica do sistema olivococlear medial, mas destacam que este mecanismo pode ser insuficiente para explicar todo o processo da assimetria. Cabe informar que o sistema olivococlear medial está maduro ao nascimento (MOORE, SIMMONS e GUAN 1999 e ABDALA *et al.* 1999), assim Sininger e Cone-Wesson (2006) relatam que também pode haver uma contribuição da assimetria da função neural a nível de tronco encefálico, pois as conexões neurais a partir do tronco encefálico em neonatos encontram-se imaturas (MOORE, 2002).

Desta forma as discretas diferenças entre as orelhas evidenciadas no presente estudo concordam com os estudos supracitados e levando-se em consideração a imaturidade da via auditiva a partir do tronco encefálico, na população estudada, pode-se explicar estas diferenças sutis encontradas no presente estudo.

Outros estudos encontrados na literatura compulsada (SLEIFER, 2007; JIANG *et al.*, 2009; ESTEVES *et al.*, 2009; CASALI e SANTOS, 2010; CAVALCANTE, 2010; ANGRISIANI *et al.*, 2012b; MÜHLER, RAHNE e VERHEY, 2013; ANGRISIANI *et al.*, 2013a; ANGRISIANI *et al.*, 2013b; COSTA *et al.*, 2013; ANGRISIANI *et al.*, 2014) não

encontraram diferenças entre as orelhas quanto aos valores de amplitude e latência da onda V obtidos no PEATE.

Cita-se, por exemplo, o estudo de Costa *et al.* (2013), que avaliou 40 neonatos por meio do PEATE com clique nas intensidades de 80 e 30 dBNA e não observaram diferenças nas latências das ondas I, III e V e Intervalos Interpicos entre as orelhas direita e esquerda. Os resultados desse estudo são similares aos de Angrisiani *et al.* (2012b), no qual foi analisado os registros do PEATE eliciado com o estímulo clique em 86 neonatos a termo. Analisando os valores para as latências absolutas entre as orelhas direita e esquerda as autoras não encontraram diferenças significativas, levando a crer que a maturação da via auditiva ocorre de maneira simultânea entre as orelhas. Angrisiani *et al.* (2013a), também não evidenciaram diferenças entre as orelhas direita e esquerda quando comparou-se os valores das latências absolutas das ondas I, III e V e Intervalos Interpicos I-III, III-V e I-V do PEATE utilizando o estímulo clique em 72 neonatos prematuros. As mesmas autoras, em outro estudo, Angrisiani *et al.* (2013b), não encontraram diferenças relevantes entre as orelhas avaliando por meio do PEATE em 176 neonatos, sendo 88 prematuros e 88 a termos. Com isso, pode-se observar que existe uma simetria entre as orelhas para os valores de latência e amplitude da onda V, em neonatos, levando a crer que o funcionamento da via auditiva até a região do tronco encefálico ocorre de forma simultânea, em neonatos normo-ouvintes.

Também foi encontrado resultados semelhantes no estudo de Angrisiani *et al.* (2014) que avaliou 35 neonatos prematuros Pequenos para Idade Gestacional (PIG) e 41 Adequados para a Idade Gestacional (AIG) por meio do PEATE com clique. Em ambos os grupos não foi encontrado diferença estatística entre as orelhas, sendo esta mais uma evidência de simetria da via auditiva entre as orelhas.

Outros estudos de Cavalcante (2010) e Mühler, Rahne e Verhey (2013), foram realizados em neonatos e os autores afirmam que em indivíduos normo-ouvintes, há uma simetria entre as orelhas, na função auditiva, podendo ser evidenciada por meio do PEATE com valores de latência e amplitude sem diferenças significativas.

O estudo de Rodrigues e Lewis (2012) realizado em adultos, comparou as variáveis latência e amplitude da onda V com o *CE-Chirp* e não encontrou diferenças entre as orelhas direita e esquerda, assim supõe-se que na população de adultos a via auditiva na porção de tronco encefálico já esta madura, não sendo evidenciado diferenças estatisticamente significativas entre as orelhas testadas.

Sleifer *et al.* (2007); Esteves *et al.* (2009); Jiang *et al.* (2009); Casali e Santos (2010) e Porto, Azevedo e Gil (2011) avaliaram por meio do PEATE neonatos prematuros e a termo e também não encontraram diferença entre as orelhas testadas. Tais referências complementam as evidências já citadas e apontam que os dados do presente estudo são fidedignos e corroboram com a literatura compulsada.

Neste momento cabe ressaltar que para o estímulo *chirp* diferentes nomenclaturas são utilizadas, isso ocorre em função de diferentes fabricantes de equipamentos para registro dos Potenciais Evocados Auditivos, estarem disponíveis no mercado. Entretanto, o princípio teórico do estímulo *chirp* é o mesmo. Assim, para a discussão dos achados do *chirp*, foi necessário fazer uso de estudos que utilizaram estímulos *chirps* com nomenclaturas diferentes do que utilizamos neste estudo, no caso *iChirp*.

Na comparação dos valores para a latência da onda V entre os estímulos clique e *iChirp*, nas intensidades de 60, 40 e 20 dB nHL, pode-se observar diferenças estatisticamente significantes entre os estímulos, em todos os níveis de intensidade. Nesta análise utilizou-se o teste *T-Student* Pareado e pode-se observar os resultados na Tabela 4.

Tabela 4 – Análise comparativa para a latência (ms) da onda V no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em neonatos entre os estímulos clique e *iChirp*, nas três intensidades utilizadas no estudo (n=60 orelhas)

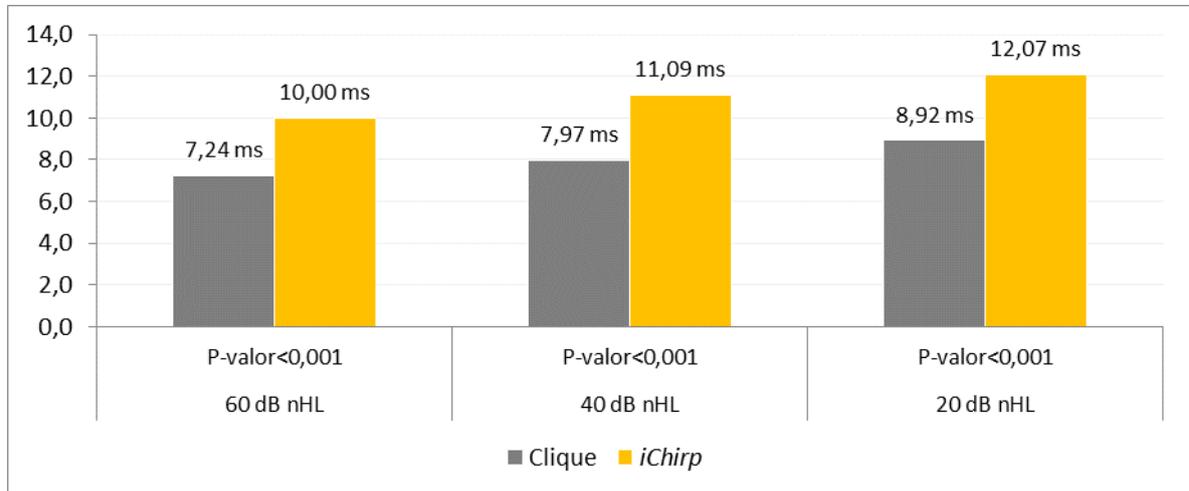
Intensidade	Estímulo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Min	Max	N	Valor de p
60 dB nHL	Clique	7,24	7,18	0,25	6,70	8,25	60	<0,001*
	<i>iChirp</i>	10,00	10,05	0,43	9,20	10,95	60	
40 dB nHL	Clique	7,97	7,96	0,35	7,28	9,18	60	<0,001*
	<i>iChirp</i>	11,09	11,05	0,35	10,35	11,85	60	
20 dB nHL	<i>iChirp</i>	12,07	12,13	0,39	11,50	13,10	60	<0,001*

Fonte: (CARGNELUTTI; GARCIA; BIAGGIO, 2016).

Legenda: ms = milissegundo; dB nHL= decibel nível normal de audição; Min= valores mínimos; Max= valores máximos; N= total da amostragem; \* = valor de p com diferença estatisticamente significante.

Na Figura 5, são demonstrados os valores para a latência da onda V entre os estímulos utilizados neste estudo.

Figura 5 – Valores médios da latência absoluta da onda V no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico entre os estímulos clique e *iChirp*, em neonatos termos



Fonte: (CARGNELUTTI; GARCIA; BIAGGIO, 2016).

Legenda: ms = milissegundos ; dB nHL=decibel nível normal de audição

Pode-se observar na Tabela 4 e Figura 5 que os valores para a latência da onda V do PEATE com estímulo *iChirp* foram maiores estatisticamente significantes quando comparado aos valores obtidos com o estímulo clique, nos três níveis de estimulação pesquisados.

Esta diferença para a latência da onda V entre os estímulos utilizados no presente estudo acredita-se que possa ser pelo fato da duração dos estímulos serem diferentes. Hall (1992) descreve que o clique é um estímulo de banda larga com rápido começo e de curta duração (100µseg), sendo o pico de energia máxima nas regiões que abrangem 1000 a 4000Hz. Enquanto que o estímulo *iChirp* é um estímulo mais longo (3950 µseg) projetado de modo que as frequências baixas são apresentadas antes das frequências altas para que diferentes regiões de frequências cheguem ao seu lugar específico da membrana basilar, simultaneamente. Assim, entende-se que a duração do estímulo reflete no comportamento da resposta observada por meio da latência da onda V. Os resultados do presente estudo corroboram com Delgado e Savio (2014) que também estudaram o comportamento do estímulo *iChirp* comparando-o com o tradicional clique por meio do PEATE em adultos com audição normal e verificaram que nas intensidades de 80, 60, 40 e 20 dB nHL as latências da onda V estão aumentadas com o estímulo *iChirp*.

Entretanto os estudos de Dau *et al.* (2000); Elberling *et al.* (2007) e Cebulla, Lurz e Shehata-Dieler (2014a) apontam que o estímulo *chirp* apresenta valores de latência menores que o clique quando utilizado o *CE-chirp*®, diferentemente do encontrado no presente estudo. A explicação, apontada pelas referências supracitadas, quanto aos valores de latência com o *CE-chirp*® estaria na compensação ocasionada no atraso da onda sonora ao viajar pela cóclea, gerando latências mais curtas. Elberling *et al.* (2007) e Dau *et al.* (2000) explicam que a estrutura do estímulo *chirp* influencia decisivamente a deflexão da membrana basilar, pois devido às propriedades deste estímulo a estimulação é mais rápida em um tempo reduzido, levando a uma maior sincronização. Esta por sua vez irá se propagar pelo nervo auditivo que, resultará numa resposta mais precoce. Provavelmente a diferença entre os valores observados por meio da latência da onda V entre os estímulos *iChirp* e *CE-chirp*® deve-se ao diferentes tipos de estímulos *chirps*, utilizados em estudos da literatura compulsada.

Outro exemplo é o estudo recente de Cebulla, Lurz e Shehata-Dieler (2014a) que comparou os valores das latências das ondas I, III e V do PEATE em neonatos entre os estímulos clique e *CE-chirp*® e encontrou latências significativamente menores com o *chirp* nas intensidades de 60 e 40 dB nHL.

Elberling, Callø e Don (2010) em estudo com adultos normo-ouvintes também encontraram latências menores para o estímulo *CE-chirp*® quando comparado ao clique no registro do PEATE. Os autores salientam que devido ao desenho do estímulo *CE-chirp*®, espera-se que as latências sejam mais curtas que as obtidas no registro do PEATE com o estímulo clique. Reforçam que o *CE-chirp*® estimula a cóclea de forma que os componentes de baixa frequência são apresentados antes dos componentes de alta frequência, ou seja, antes da referência zero da latência, reduzindo assim as latências quando comparados ao clique.

Assim, ressalta-se novamente que acredita-se que a composição do estímulo *iChirp*, seja diferente do *CE-chirp*®, visto que o resultado é exatamente oposto ao citado na literatura compulsada. Ainda, a duração do estímulo *iChirp* provavelmente não deve ser igual ao do *CE-chirp*®. Esse fato pode ser explicado por serem fabricantes diferentes, que produziram estímulos com o mesmo objetivo, porém com características do estímulo distintas. O estímulo *chirp* tem uma duração que pode ser de até 10.33 ms, de acordo com Dau *et al.* (2000). Desta forma associa-se que o comportamento distinto para os valores de latência da onda V, entre *iChirp*, encontrado no presente estudo, e o *CE-chirp*® deve-se as diferenças das propriedades físicas do estímulo auditivo projetado.

Resultados interessantes foram encontrados no estudo de Kristensen e Elberling (2012). Os autores observaram diferentes comportamentos para a latência em função dos estímulos *chirps* utilizados e do nível de apresentação. Na intensidade de 80 dB nHL o estímulo *CE-Chirp*® gerou latência mais curta comparado ao clique e para o estímulo *LS-Chirp*® a latência foi mais longa. Em níveis mais baixos de estimulação a diferença nas latências entre os três estímulos diminuiu significativamente. Os pesquisadores também explicam que a duração do estímulo afeta na maneira e no tempo que este estimulará a cóclea e assim a latência pode comportar-se de forma distinta dependendo do estímulo utilizado.

Assim, aparentemente, o comportamento do *iChirp* é mais similar ao do *LS-Chirp*, pois em ambos a latência ficou maior do que o clique. Os estímulos *LS-Chirp* e *CE-Chirp*® são do mesmo fabricante e demonstram diferenças entre eles.

Assim, sugere-se que o estímulo *iChirp* precisa de ajustes pelo fabricante ou de normativas diferentes de latência, visto valores aumentados em relação aos clique e aos demais estudos. Ou ainda, o presente estudo pode servir como valores de referência para estudos realizados com o *iChirp*, em neonatos normo-ouvintes, justamente como elencado nos objetivos específicos.

Concordando com os achados deste estudo estão os encontrados na pesquisa de Rodrigues e Lewis (2012), que encontraram em adultos com audição normal, latências mais longas para o estímulo *CE-Chirp*® quando comparado ao clique, e nas intensidades de 40 e 20 dBNA, enquanto que em níveis elevados de estimulação as autoras encontraram latências mais curtas com o *CE-Chirp*®.

Correlacionando os estudos citados pode-se perceber que modelos diferentes de *chirps* são utilizados em pesquisas para verificar seu comportamento por meio do PEATE. Sabe-se que *chirps* de diferentes durações estão disponíveis e cada modelo deve ser estudado a fim de verificar qual é o mais eficaz, pois dependendo do estímulo podem ocorrer variações na morfologia, amplitude e latência das ondas do PEATE.

Em relação à comparação dos valores para a amplitude da onda V entre os estímulos clique e *iChirp*, utilizou-se o teste *T-Student* Pareado. Os resultados mostram diferenças estatisticamente significantes entre os estímulos, sendo que em todos os níveis de intensidades o estímulo *iChirp* produziu maiores amplitudes de resposta da onda V no PEATE em neonatos (Tabela 5).

Tabela 5 – Análise comparativa para a amplitude ( $\mu\text{V}$ ) da onda V no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em neonatos entre os estímulos clique e *iChirp*, nas três intensidades utilizadas no estudo (n=60 orelhas)

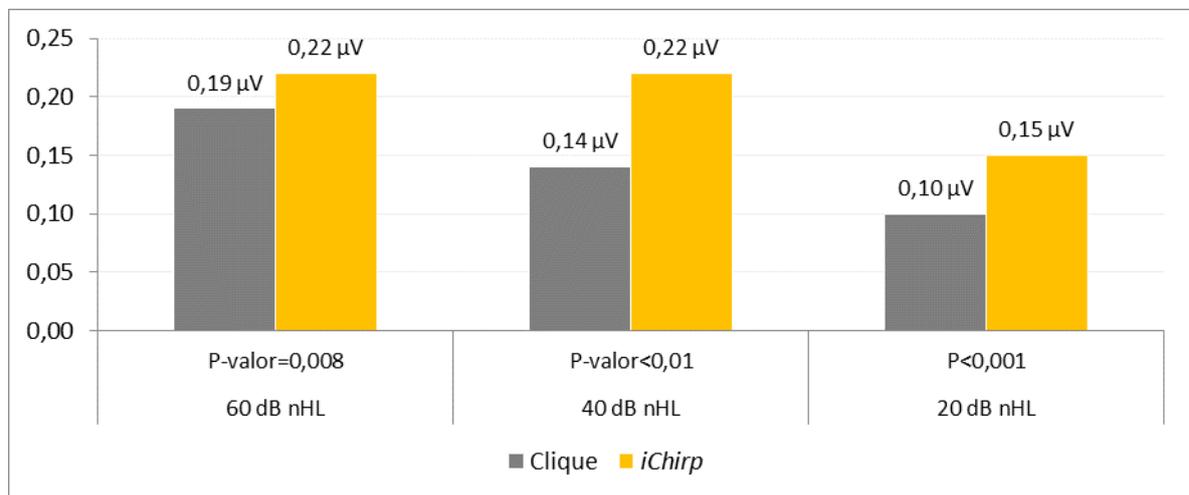
Intensidade	Estímulo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Min	Max	N	Valor de p
60 dB nHL	Clique	0,19	0,19	0,07	0,06	0,35	60	0,008*
	<i>iChirp</i>	0,22	0,22	0,07	0,10	0,44	60	
40 dB nHL	Clique	0,14	0,13	0,05	0,06	0,24	60	<0,001*
	<i>iChirp</i>	0,22	0,19	0,08	0,10	0,44	60	
20 dB nHL	Clique	0,10	0,10	0,04	0,03	0,21	60	<0,001*
	<i>iChirp</i>	0,15	0,13	0,05	0,09	0,36	60	

Fonte: (CARGNELUTTI; GARCIA; BIAGGIO, 2016).

Legenda:  $\mu\text{V}$  = microVolt; dB nHL= decibel nível normal de audição; Min= valores mínimos; Max= valores máximos; N= total da amostragem; \* = valor de p com diferença estatisticamente significativa.

Na Figura 6, podemos observar as valores para a amplitude da onda V entre os estímulos utilizados neste estudo.

Figura 6 – Valores médios da amplitude da onda V no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico entre os estímulos clique e *iChirp*, em neonatos termos



Fonte: (CARGNELUTTI; GARCIA; BIAGGIO, 2016).

Legenda:  $\mu\text{V}$  = microVolt; dB nHL=decibel nível normal de audição

A Tabela 5 e a Figura 6 evidenciam que a amplitude da onda V com o estímulo *iChirp* é significativamente maior do que o clique, sendo este o resultado esperado, pois de acordo

com Dau *et al.* (2000); Wegner e Dau (2002) e Elberling *et al.* (2007) o estímulo *chirp* por ser capaz de despolarizar as células ciliadas de maneira mais sincrônica e permite ativar simultaneamente mais fibras nervosas gerando maiores amplitudes de resposta.

Nos estudos clássicos de Dau *et al.* (2000), Fobel e Dau (2004) e Elberling *et al.* (2007) foi encontrado amplitudes no registro do PEATE significativamente maiores com o estímulo *chirp* comparado ao tradicional clique. Estes estudiosos ressaltam que conforme o nível de estimulação diminui a amplitude da resposta mantêm-se estável com o uso do estímulo *chirp*, enquanto que com o estímulo clique ocorre o inverso, quando o nível de estimulação diminui a amplitude da resposta também fica reduzida.

Elberling e Don (2008 e 2010) em pesquisa com adultos normo-ouvintes, evidenciou maior amplitude com o estímulo *chirp*, quando comparado com o clique. Tal fato foi claramente observado no presente estudo, evidenciado pela diferença estatisticamente significativa entre a amplitude da onda V entre os diferentes estímulos (60 db nHL p-valor = 0,008; 40 db nHL p-valor < 0,01; 20 dB nHL p-valor < 0,001). Assim, ao analisar os achados do *iChirp*, do presente estudo, quanto a amplitude, este estímulo consegue o mesmo resultado que o *CE-chirp*®, tendo um aumento da amplitude no traçado do PEATE.

Os resultados encontrados neste estudo podem ser comparados com o estudo de Elberling, Don e Kristensen (2012) e Mühler, Rahne e Verhey (2013), que em relação ao nível de estimulação utilizaram baixas intensidades e os resultados estão em concordância, visto que a amplitude da onda V com o estímulo *chirp* é significativamente maior. Em razão de o *chirp* evocar maiores amplitudes da onda V do que o estímulo clique, Mühler, Rahne e Verhey (2013) aconselha o uso deste novo estímulo na aplicação clínica para a pesquisa de limiares auditivos eletrofisiológicos, considerando ser um estímulo bastante confiável. A partir dos resultados encontrados neste estudo pode-se concordar com Mühler, Rahne e Verhey (2013), visto que em todas as intensidades utilizadas no estudo, principalmente na intensidade de 20 dB nHL, foi mais fácil identificar a onda V, com o *iChirp*, quando comparado ao clique. Também destaca-se a morfologia do traçado, sendo mais favorável para o *iChirp*, auxiliando o examinador na identificação das ondas.

No presente estudo não foi registrado o tempo de exame com os diferentes estímulos, mas foi possível verificar que sendo a morfologia e amplitude mais favoráveis/visíveis para o *iChirp*, o tempo de exame com este estímulo é menor do que com o clique. Apesar de não ter sido feito uma mensuração criteriosa do tempo de execução do exame, observou-se que com o

*iChirp* o exame foi mais rápido. Este dado corrobora com o estudo de Janssen, Usher e Stapells (2010) que relata uma redução do tempo de exame com o *chirp*, sendo este um dado relevante em neonatos, principalmente se estes estiverem sedados, anestesiados ou até mesmo em sono natural. Estes resultados do presente estudo concordam com Cebulla, Lurz e Shehata-Dieler (2014a) que evidencia o estímulo *chirp* ser capaz de produzir resultados mais confiáveis, tempos de exame mais curtos e proporcionar uma melhoria na identificação do limiar auditivo no diagnóstico audiológico e triagem auditiva. Os autores ainda concluem que os registros de PEATE com *chirp* se distinguem dos evocados com clique por terem significativamente maiores amplitudes de resposta.

Rodrigues e Lewis (2012) também encontraram amplitudes maiores, em baixos níveis de estimulação com o *chirp*, avaliando o PEATE em adultos. Estes dados mostram que a amplitude com o *chirp* é maior tanto em neonatos quanto em adultos, ambas as faixas etárias relatadas nos estudos, foram em população normo-ouvintes. É necessário que estudos utilizando o *chirp* sejam realizados em indivíduos com perda auditiva, a fim de verificar o comportamento deste estímulo nesta condição.

O presente estudo concorda com os achados de Elberling e Don (2008 e 2010) que obtiveram amplitudes da onda V maiores com o *chirp*. É importante ressaltar que Elberling e Don (2010) utilizaram o estímulo *chirp* com cinco diferentes durações, denominados *chirp 1*, *chirp 2*, *chirp 3*, *chirp 4* e *chirp 5* nas intensidades de 60, 40 e 20 dBNA, em adultos com audição normal. Os autores destacam que o estímulo *chirp* com duração mais longa foi mais eficaz em baixos níveis de estimulação, enquanto que o *chirp* mais curto é mais eficiente em níveis mais elevados de estimulação. Desta forma, é necessário conhecer as características do estímulo *chirp*, visto que podem ocorrer comportamentos distintos para diferentes *chirps*.

Kristensen e Elberling (2012) estudaram dois *chirps*, sendo estes denominados: *LS-Chirp*® e *CE-Chirp*® e os compararam ao tradicional clique. Os resultados mostraram que em níveis elevados de estimulação (80 dB nHL) a amplitude da onda V com o *LS-Chirp*® é significativamente maior do que para o *CE-Chirp*®. E em níveis mais baixos (20, 40 e 60 dB nHL) não houve diferenças significativas na amplitude da onda V entre os dois estímulos *chirps*. Em todos os níveis de estimulação, a amplitude com os estímulos *chirps* são significativamente maiores quando comparados ao clique, exceto a 80 dB nHL, quando utilizado o *CE-Chirp*® o traçado do PEATE mostra-se com uma morfologia desfavorável e amplitude reduzida. A diferença na amplitude das respostas do PEATE entre o *LS-Chirp*® e

*CE-chirp*® na intensidade de 80 dB nHL demonstra maior eficiência do *LS-Chirp*® na geração para a amplitude de respostas neste nível de estimulação.

Outro estudo que também evidenciou maiores amplitudes da onda V foi o estudo de Maloff e Hood (2014). Estes estudiosos compararam o estímulo clique com o *chirp* no equipamento do IHS em 25 adultos com audição normal e em 25 adultos com deficiência auditiva e concluíram que com o estímulo *chirp* as amplitudes de resposta foram maiores em todos os grupos avaliados. Para estes autores o estímulo *chirp* banda larga pode ser considerado útil na prática clínica, contribuindo no rastreamento da deficiência auditiva por meio dos PEA.

Para demonstrar de forma didática alguns dos achados referenciados e também os do presente estudo, elaborou-se o quadro abaixo (Quadro 2).

Quadro 2 – Caracterização da média da latência absoluta e da amplitude da onda V do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em neonatos com audição normal

Estudo	Estímulo	n	dB nHL	Latência (ms) (DP)	Amplitude ( $\mu$ V) (DP)
Fichino <i>et al.</i> (2007)	clique	12	40	7,39 (--)	xx
			30	7,94 (--)	xx
Amorin <i>et al.</i> (2009)	clique	74	80	6,77 (0,54)	xx
Casali e Santos (2010)	clique	36	80	6,20 (0,42)	xx
			60	6,89 (0,37)	xx
			40	7,58 (0,39)	xx
			20	8,23 (0,30)	xx
Cavalcante (2010)	clique	31	80	6,85 (0,26)	xx
			60	7,31 (0,25)	xx
			40	7,94 (0,23)	xx
			30	8,32 (0,22)	xx
Ramos <i>et al.</i> (2011)	clique	20	80	6,50 (0,25)	0,235 (0,076)
			60	6,94 (0,74)	0,174 (0,044)
			40	7,58 (0,28)	0,150 (0,049)
			20	8,43 (0,40)	0,142 (0,118)
	<i>CE-Chirp</i> ®	20	80	6,16 (0,40)	0,300 (0,098)
			60	6,81 (0,37)	0,325 (0,100)
			40	7,75 (0,36)	0,282 (0,069)
			20	8,78 (0,40)	0,178 (0,064)
Angrisani <i>et al.</i> (2012b)	clique	39	80	6,95 (0,32)	xx

Estudo	Estímulo	n	dB nHL	Latência (ms) (DP)	Amplitude ( $\mu$ V) (DP)
Angrisani <i>et al.</i> (2013a)	clique	37	80	7,30 (0,38)	xx
Angrisani <i>et al.</i> (2013b)	clique	44 (masc.) 44 (fem.)	80	7,04 (0,31) 6,81 (0,23)	xx xx
Cebulla <i>et al.</i> (2014a)	clique	76	60	--	0,177
			40	--	0,149
	<i>chirp</i>	67	60	--	0,314
			40	--	0,304
Presente estudo (2016)	clique	30	60	7,24 (0,25)	0,19
			40	7,97 (0,35)	0,14
			20	8,92 (0,44)	0,10
	<i>iChirp</i>	30	60	10,00 (0,43)	0,22
			40	11,09 (0,35)	0,22
			20	12,07 (0,39)	0,15

Legenda: ms = milissegundo;  $\mu$ V = microVolt; n = total da amostra; dB nHL = decibel nível normal de audição; DP = Desvio Padrão; masc. = masculino; fem. = feminino; xx = não pesquisado; -- = não informado.

Devido a carência de estudos na população de neonatos, comparando os estímulos clique e *chirp* para os valores da latência e amplitude da onda V por meio do registro do PEATE resolveu-se inserir um quadro (Quadro 3) com estudos onde nestes foram utilizados os dois estímulos, entretanto em adultos com audição normal.

Quadro 3 – Caracterização da média da latência absoluta e da amplitude da onda V do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em adultos com audição normal

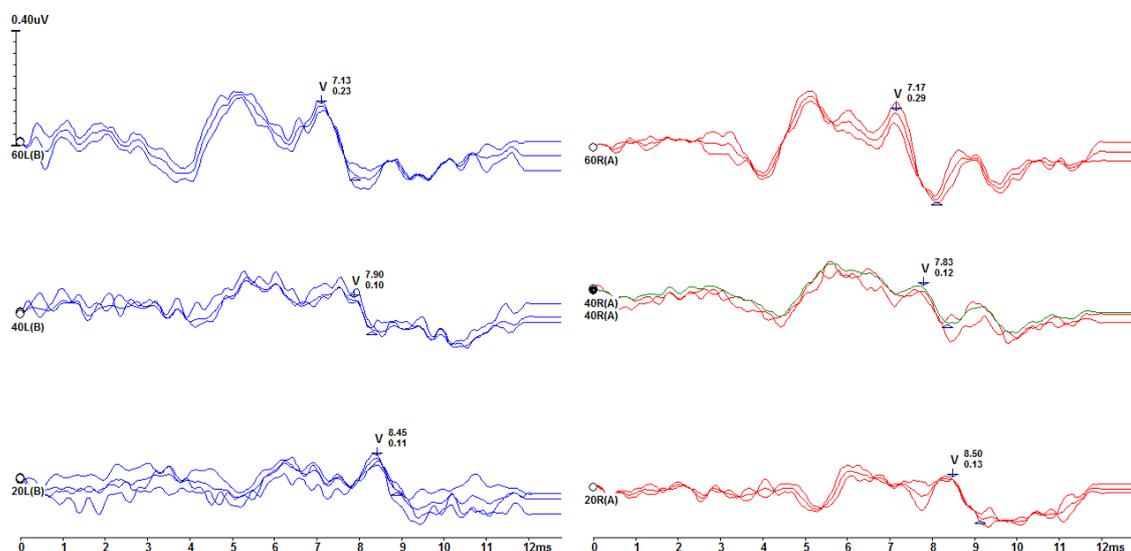
Estudo	Estímulo	n	dB nHL	Latência (ms) (DP)	Amplitude ( $\mu$ V)	
Rodrigues <i>et al.</i> (2012)	clique	12	80	5,29 (0,23)	0,515	
			60	5,83 (0,26)	0,340	
			40	6,63 (0,26)	0,290	
			20	7,68 (0,30)	0,180	
	<i>CE-Chirp</i> ®	12	80	80	4,57 (0,47)	0,537
				60	5,56 (0,42)	0,593
				40	6,79 (0,38)	0,575
				20	7,99 (0,38)	0,304
Kristensen e Elberling (2012)	clique	10	80	5,29 (0,27)	599	
			60	5,74 (0,31)	401	
			40	6,54 (0,33)	317	
			20	7,46 (0,45)	216	

	<i>CE-Chirp</i> ®	10	80	4,29 (0,51)	456
			60	5,42 (0,33)	574
			40	6,75 (0,33)	531
			20	7,99 (0,43)	275
	<i>LS-Chirp</i> ®	10	80	6,31 (0,27)	666
			60	5,94 (0,29)	572
			40	6,67 (0,37)	509
			20	7,44 (0,43)	303
Maloff e Hood (2014)	clique	25	100	--	0,500
			80	--	0,320
			60	--	0,240
			50	--	0,160
	<i>chirp</i>	25	100	--	0,600
			80	--	0,520
			60	--	0,400
			50	--	0,280
Cargnelutti, Cóser e Biaggio (2016)	clique	30	85	5,27 (0,18)	0,500
	<i>LS CE-Chirp</i> ®	30	85	5,19 (0,24)	0,610

Legenda: ms = milissegundo;  $\mu\text{V}$  = microVolt; n = total da amostra; dB nHL= decibel nível normal de audição; DP = Desvio Padrão; masc. = masculino; fem. = feminino; -- = não informado.

A Figura 7 mostra um exemplo do registro por meio do PEATE com o estímulo clique em um dos neonatos do presente estudo.

Figura 7 – Registro do Potencial Evocado Auditivo do Tronco Encefálico com o módulo *Smart-EP* da marca *Intelligent Hearing Systems*® utilizando o estímulo clique

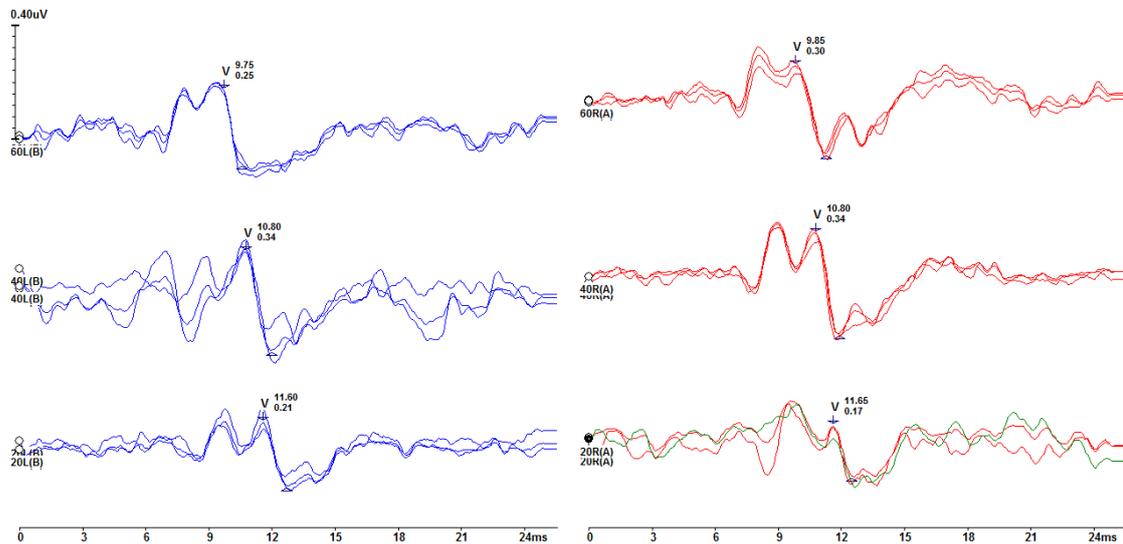


Fonte: (CARGNELUTTI; GARCIA; BIAGGIO, 2016).

Legenda: ms=milissegundos;  $\mu\text{V}$  = microVolt; L = left; D = right

Na Figura 8 pode-se observar um exemplo do registro por meio do PEATE com estímulo *iChirp* no mesmo neotato que foi dado como exemplo para o estímulo clique.

Figura 8 – Registro do Potencial Evocado Auditivo do Tronco Encefálico com o módulo *Smart-EP* da marca *Intelligent Hearing Systems*® utilizando o estímulo *iChirp*



Fonte: (CARGNELUTTI; GARCIA; BIAGGIO, 2016).

Legenda: ms=milissegundos;  $\mu\text{V}$  = microVolt; L = left; D = right

Na comparação entre os gêneros para os valores da latência absoluta e amplitude da onda V com os estímulos clique e *iChirp*, foi utilizado teste estatístico ANOVA. As Tabelas 6 e 8 mostram os valores para a latência absoluta da onda V e as Tabelas 7 e 9 os valores para a amplitude da onda V, para ambos os estímulos.

Tabela 6 – Análise comparativa para a latência (ms) da onda V no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em neonatos (n=30) com o estímulo clique entre o gênero masculino e feminino

Intensidade	Gênero	Média	Mediana	Desvio Padrão	Min	Max	N	Valor de p
60 dB nHL	Feminino	7,13	7,13	0,20	6,70	7,58	22	0,005*
	Masculino	7,31	7,25	0,25	7,00	8,25	38	
40 dB nHL	Feminino	7,85	7,77	0,33	7,28	8,65	22	0,045*
	Masculino	8,04	8,03	0,35	7,45	9,18	38	
20 dB nHL	Feminino	8,84	8,71	0,46	8,43	10,03	22	0,297
	Masculino	8,96	8,93	0,42	8,25	10,00	38	

Fonte: (CARGNELUTTI; GARCIA; BIAGGIO, 2016).

Legenda: ms = milissegundo; dB nHL = decibel nível normal de audição; Min = Mínimo; Max = Máximo; N = número da amostragem; \* = valor de p com diferença estatisticamente significativa.

Tabela 7 – Análise comparativa para a amplitude ( $\mu$ V) da onda V no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em neonatos (n=30) com o estímulo clique entre o gênero masculino e feminino

Intensidade	Gênero	Média	Mediana	Desvio Padrão	Min	Max	N	P-valor
60 dB nHL	Feminino	0,21	0,22	0,07	0,11	0,35	22	0,140
	Masculino	0,18	0,18	0,06	0,06	0,34	38	
40 dB nHL	Feminino	0,15	0,14	0,05	0,06	0,24	22	0,363
	Masculino	0,14	0,13	0,04	0,07	0,23	38	
20 dB nHL	Feminino	0,11	0,11	0,05	0,04	0,21	22	0,041*
	Masculino	0,09	0,09	0,04	0,03	0,19	38	

Fonte: (CARGNELUTTI; GARCIA; BIAGGIO, 2016).

Legenda:  $\mu$ V = microVolt; dB nHL = decibel nível normal de audição; Min = Mínimo; Max = Máximo; N = número da amostragem; \* = valor de p com diferença estatisticamente significativa.

Tabela 8 – Análise comparativa para a latência (ms) da onda V no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em neonatos (n=30) com o estímulo *iChirp* entre o gênero masculino e feminino

Intensidade	Gênero	Média	Mediana	Desvio Padrão	Min	Max	N	P-valor
60 dB nHL	Feminino	9,87	9,88	0,40	9,30	10,95	22	0,086
	Masculino	10,07	10,20	0,43	9,20	10,80	38	
40 dB nHL	Feminino	10,98	10,93	0,38	10,35	11,85	22	0,071
	Masculino	11,15	11,10	0,32	10,60	11,85	38	
20 dB nHL	Feminino	11,98	11,90	0,38	11,50	12,65	22	0,167
	Masculino	12,13	12,15	0,40	11,50	13,10	38	

Fonte: (CARGNELUTTI; GARCIA; BIAGGIO, 2016).

Legenda: ms = milissegundo; dB nHL = decibel nível normal de audição; Min = Mínimo; Max = Máximo; N = número da amostragem; \* = valor de p com diferença estatisticamente significante.

Tabela 9 – Análise comparativa para a amplitude ( $\mu$ V) da onda V no registro do PEATE em neonatos com o estímulo *iChirp* entre o gênero masculino e feminino (n=30 neonatos)

Intensidade	Gênero	Média	Mediana	Desvio Padrão	Min	Max	N	P-valor
60 dB nHL	Feminino	0,22	0,24	0,07	0,10	0,32	22	0,920
	Masculino	0,22	0,22	0,08	0,10	0,44	38	
40 dB nHL	Feminino	0,23	0,21	0,08	0,10	0,41	22	0,485
	Masculino	0,21	0,19	0,08	0,13	0,44	38	
20 dB nHL	Feminino	0,16	0,16	0,04	0,10	0,27	22	0,108
	Masculino	0,14	0,13	0,05	0,09	0,36	38	

Fonte: (CARGNELUTTI; GARCIA; BIAGGIO, 2016).

Legenda:  $\mu$ V = microVolt; dB nHL = decibel nível normal de audição; Min = Mínimo; Max = Máximo; N = número da amostragem

Os resultados do presente estudo mostram que houve diferença estatisticamente significante entre os gêneros para aos valores de latência da onda V, com o estímulo clique, nas intensidades de 60 e 40 dB nHL (Tabela 6). Observa-se que a latência da onda V com o clique foi menor no gênero feminino. Ainda em relação a latência quando testado o estímulo

*iChirp* nota-se uma tendência do gênero feminino ter valores menores para a latência da onda V.

Quanto a amplitude da onda V com o estímulo clique houve diferença significativa entre os gêneros na intensidade de 20 dB nHL (Tabela 7). Verifica-se que o gênero feminino tem maiores respostas em amplitude da onda V quando comparado ao masculino. Com o estímulo *iChirp* não verificou-se diferenças estatisticamente significantes entre os gêneros, em relação a amplitude.

Os achados do presente estudo corroboram com Sininger, Cone-Wesson e Abdala (1998) que registraram o PEATE com clique e *tone burst* de 500, 1500, 4000 e 8000Hz em 72 neonatos a termo e encontraram valores mais curtos para a latência da onda V no gênero feminino, porém esta diferença não foi estatisticamente significativa. Quanto aos valores de amplitude da onda V o gênero feminino apresentou maiores respostas, estatisticamente significativa. Os autores concluíram que as diferenças entre os gêneros, em relação à latência, são decorrentes ao fato de que o tempo de viagem da onda sonora na membrana basilar ser mais curto no gênero feminino.

Também foram encontradas maiores amplitudes e menores latências da onda V em neonatos por meio do PEATE, utilizando o estímulo clique, no gênero feminino no estudo de Sininger e Cone-Wesson (2006). Estes estudiosos relatam que na população de neonatos estas diferenças verificadas nos valores das respostas não devam ser influenciadas pelo gênero. E sugerem que esta variável não deva ser considerada um fator que contribui para a assimetria do sistema auditivo, em neonatos. Acreditam que as diferenças entre os gêneros diminuam com o amadurecimento da via auditiva e ainda concordam com explicações de Don *et al.* (1993) que afirmam que a diferença entre os gêneros pode ser devido ao comprimento da cóclea ser menor no gênero feminino.

Em outro estudo Sininger e Cone (2008) encontraram valores de amplitude da onda V por meio do PEATE maior para o gênero feminino. Os autores concluíram que as diferenças entre os gêneros, em relação à latência, eram decorrentes ao fato de que o tempo de viagem da onda sonora na membrana basilar ser mais curto no gênero feminino, como já referenciado anteriormente.

No estudo de Petoe, Bradley e Wilson (2010b), os autores também encontraram uma diferença entre os gêneros no registro do PEATE utilizando *chirp*, porém os autores não propuseram uma adaptação deste estímulo em relação ao gênero.

Acrescenta-se ainda de acordo com Petoe, Bradley e Wilson (2010b) que ao verificar que as diferenças entre os gêneros são discretas, os autores não consideraram relevantes na aplicação clínica.

A partir dos resultados encontrados no presente estudo verifica-se que as diferenças entre os gêneros para os valores de latência e amplitude da onda V com o estímulo clique também foram discretas, assim, acredita-se que não seja necessário criar valores de normalidade distintos para registros do PEATE em função dos gêneros, como referenciado na literatura compulsada (SININGER e CONE-WESSON 2006; SININGER e CONE 2008 e PETOE, BRADLEY e WILSON 2010b).

Os resultados do presente estudo corroboram com Angrisani *et al.* (2013b) que ao avaliar neonatos nascidos a termo e prematuros, encontrou diferenças significativas no grupo de termos, sendo que o gênero feminino apresentou latências mais curtas no PEATE. No presente estudo também se observou latências mais curtas para o gênero feminino com o estímulo clique nas intensidades de 60 e 40 dB nHL.

Os resultados do atual estudo também concordam com Esteves *et al.* (2009) que encontrou no gênero masculino latências mais prolongadas e de Li *et al.* (2013) que observou o gênero masculino com latências absolutas e valores dos Intervalos Interpicos maiores e amplitudes menores que os do gênero feminino para todos os parâmetros do PEATE, exceto para a latência da onda I. Os autores sugerem que ocorre um processo de maturação do PEATE mais lento para o gênero masculino, chamando a atenção para a necessidade de criarem-se normas distintas para o PEATE para cada gênero. Entretanto no presente estudo observa-se que o gênero feminino apresentou valores para a amplitude da onda V, com diferença significativa, apenas na intensidade de 60 dB nHL com o estímulo clique. Considerando que não ocorreram diferenças significativas nos outros níveis de estimulação pesquisados e tampouco com o estímulo *iChirp*, acredita-se que esta diferença não seja relevante clinicamente e não seja necessário criar normas distintas para o PEATE em função do gênero, como já referenciado anteriormente.

Alguns estudos encontrados na literatura compulsada não encontraram diferenças entre os gêneros. Sleifer *et al.* (2007), Casali e Santos (2010), Cavalcante (2010), Romero *et al.* (2012) e Costa *et al.* (2013) realizaram estudos em neonatos ou crianças pequenas e não encontraram diferenças entre os gêneros, nos registros do PEATE. Outro estudo, de Zirn *et al.* (2014) os estudiosos compararam, em lactentes entre 3 e 18 meses, as respostas auditivas

avaliadas por meio do PEATE entre os gêneros feminino e masculino. Os resultados mostraram que o funcionamento da via auditiva não sofre influência do gênero.

Desta forma, no contexto de muitos estudos não encontrarem diferenças e outros evidenciarem diferenças entre os gêneros, sugere-se que novos estudos sejam realizados tendo uma casuística maior e também em indivíduos com deficiência auditiva para que se possa averiguar se o funcionamento da via auditiva difere entre os gêneros.

O presente estudo gerou valores para a latência e amplitude da onda V pelo PEATE com o estímulo *iChirp*, em três níveis de estimulação, sendo possível que estes resultados sejam usados como valores de referência para a população de neonatos com audição normal, evidenciando-se que o estímulo *iChirp* mostrou-se útil na avaliação audiológica. O presente estudo corrobora com os achados de Delgado e Savio (2014) que apresentou valores de referência para adultos normoouvintes e também evidenciou valores aumentados para latência da onda V com o estímulo *iChirp*, assim como valores para a amplitude foram significativamente maiores quando comparado ao clique. Destaca-se que o equipamento utilizado nestes dois estudos foi o mesmo, sendo o módulo *Smart-EP* da *Intelligent Hearing Systems*.

É fundamental destacar que este estudo envolveu o estímulo *iChirp* banda larga, e sabendo da importância para o diagnóstico audiológico infantil da utilização de estímulos com bandas estreitas, sugere-se que outros estudos sejam realizados utilizando os *iChirps* de 500Hz, 1000Hz, 2000Hz e 4000Hz já disponibilizados pela *Intelligent Hearing Systems*.

Considera-se também relevante que mais estudos sejam realizados com os estímulos *iChirp* banda larga e banda estreita para verificar os benefícios deste estímulo na população infantil com deficiência auditiva a fim de verificar o comportamento deste estímulo nesta condição.

## 5 CONCLUSÃO

Conclui-se que em neonatos nascidos a termo, diferenças discretas foram encontradas quando comparadas as variáveis orelha testada e gênero, entretanto considerou-se que estas diferenças sutis podem não ter relevância clínica.

Em relação à latência da onda V entre os estímulos clique e *iChirp*, valores significativamente aumentados foi observado com o *iChirp*.

Quanto à amplitude, o estímulo *iChirp* mostrou ser mais eficaz do que o clique, por produzir maiores amplitudes de resposta para a onda V em níveis baixos de estimulação.

A partir dos resultados deste estudo o estímulo *iChirp* mostrou ser promissor, sendo capaz de evocar amplitudes maiores da onda V e conseqüentemente facilitar a visualização da resposta durante a avaliação audiológica infantil, por meio do PEATE.

Sugere-se que os valores para a latência e amplitude da onda V, apresentados neste estudo com o estímulo *iChirp* possam ser utilizados como valores de referência para neonatos nascidos a termo que forem avaliados por meio do PEATE com o equipamento da marca IHS.

## REFERÊNCIAS

- ABDALA, C., MA, E., SININGER, Y.S. Maturation of medial efferent system function in humans. *J. Acoust. Soc. Am.* v. 105 n. 4, p. 2392–2402, 1999.
- ALMEIDA, M. G. et al. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico automático com o estímulo *CEChirp*® em diferentes intensidades. ***Audiol Commun Res.***, v. 19, n. 2, p. 117-123, 2014a.
- ALMEIDA, M. G. A utilização de estímulos de banda limitada na triagem auditiva neonatal com o potencial evocado auditivo de tronco encefálico automático. ***Rev. CEFAC***, São Paulo, v. 16, n. 6, p. 1798-1807, nov./dez., 2014b
- AMORIM, R. B.; AGOSTINHO-PESSE, R. S.; ALVARENGA, K. F. The maturational process of the auditory system auditory evoked potentials. ***J Appl Oral Sci.***, v.17(sp. issue):p. 57-62, 2009.
- ANGRISANI, R. M. G. et al. PEATE automático em recém-nascidos de risco: estudo da sensibilidade e especificidade. ***Rev. CEFAC***, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 223-233, 2012a.
- ANGRISANI, R. M. G. et al. Estudo eletrofisiológico da audição em recém-nascidos a termo pequenos para a idade gestacional. ***J Soc Bras Fonoaudiol.***, v. 24, n. 2, p. 162-167, 2012b.
- ANGRISANI, R. M. G. et al. Caracterização eletrofisiológica da audição em prematuros nascidos pequenos para a idade gestacional. ***CoDAS***, v. 25, n. 1, p. 22-28, 2013a.
- ANGRISANI, R. M. G. et al. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico em recém-nascido: influência do sexo e da relação peso e idade gestacional. ***Rev Paul Pediatr.***, v. 31, n. 4, p. 494-500, 2013b.
- ANGRISIANI, R. G. et al. Estudo maturacional da via auditiva em prematuros nascidos pequenos para a idade gestacional. ***CoDAS***, v. 26, n. 4, p. 286-293, 2014.
- BALDWIN, M.; WATKIN, P. Predicting the degree of hearing loss using click Auditory Brainstem Response in babies referred from newborn hearing screening. *Ear Hear.*, v. 34, n. 3, p. 361-369, 2013.
- BRASIL. Ministério da Saúde. ***Diretrizes de Atenção da Triagem Auditiva Neonatal***. Brasília, DF, 32 p. 2012.
- CARGNELUTTI, M.; CÓSER, P. L.; BIAGGIO, E. P. V. *LS CE-Chirp*® vs. *Click* in the neuroradiological diagnosis by ABR. ***Braz J Otorhinolaryngol.*** 2016 [no prelo]
- CASALI, R. L.; SANTOS, M. F. C. Auditory Brainstem Evoked Response: response patterns of full-term and premature infants. ***Braz J Otorhinolaryngol.***, v. 76, n. 6, p. 729-738, 2010.

CAVALCANTE, J. M. S. Registro dos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico por estímulos click e *tone burst* em recém nascidos a termo e pré-termo. Dissertação. Ribeirão Preto, 2010.

CEBULLA, M.; HOFMANN, S.; SHEHATA-DIELER, W. Sensitivity of ABR based newborn screening with the MB11 *BERAphone*®. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol.**, v. 78 n. 5, p. 756-761, 2014b.

CEBULLA, M.; STÜRZEBECKER, E.; ELBERLING, C. Objective detection of auditory steady-state responses: comparison of one-sample and q-sample tests. **J Am Acad Audiol.** v. 17, n. 2, p. 93-103, 2006.

CEBULLA, M.; STÜRZEBECKER, E.; ELBERLING, C.; MÜLLER, J. New click-like stimuli for hearing testing. **J Am Acad Audiol.**, v. 18, n. 9, p. 725-738, 2007.

CEBULLA, M.; LURZ, H.; SHEHATA-DIELER, W. Evaluation of waveform, latency and amplitude values of chirp ABR in newborns. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 78, p. 631-636, 2014a.

CEBULLA, M.; ELBERLING, C. Auditory Brain Stem Responses evoked by different chirps based on different delay models. **J Am Acad Audiol.**, v. 21, n. 7, p. 452-460, 2010.

CEBULLA, M.; SHEHATA-DIELER, W. ABR-based newborn hearing screening with MB11 *BERAphone*® using an optimized chirp for acoustical stimulation. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol.**, v. 76, n. 4, p. 536-543, 2012.

COBB, K. M.; STUART, A. Test-retest reliability of auditory brainstem responses to chirp stimuli in newborns. **International Journal of Audiology.**, v. 53, p. 829-835, 2014.

COENRAAD, S.; HOEVE, L. J.; GOEDEGEBURE, A. Incidence and clinical value of prolonged I-V interval in NICU infants after failing neonatal hearing screening. **Eur Arch Otorhinolaryngol.**, v. 268, p. 501-505, 2011.

COSTA, T. V. S. et al. Normatização do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em recém-nascidos. **Rev. CEFAC**, v. 15, n. 6, p. 1482-1491, nov./dez., 2013.

DAU, T.; WEGNER, O.; MELLERT, V.; KOLLMEIER, B. Auditory brainstem responses with optimized chirp signals compensating basilar-membrane dispersion, **J. Acoust. Soc. Am.**, v. 107, n. 3, p. 1530-1540, 2000.

DELGADO, R. E.; SAVIO, G. A comparison of auditory evoked potentials elicited using clicks and frequency specific tones versus broadband and narrowbandn iChirps. Cernobbio, Italy, HEAL – June, 2014.

DON, M., PONTON, C.W., EGGERMONT, J.J., MASUDA, A. Gender differences in cochlear response time: an explanation for gender amplitude differences in the unmasked auditory brain-stem response. **J. Acoust. Soc. Am.** 94, 2135–2148, 1993.

- DIDONÉ, D.D.; GARCIA, M. V.; KUNST, L. R.; BIAGGIO, E. P. V.; SILVEIRA DA, A. F. Correlação dos indicadores de risco para deficiência auditiva com a “falha” na triagem auditiva neonatal. **Saúde**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 113-120, 2013.
- EGGERMONT, J. J. Neural responses in primary auditory cortex mimic psychophysical, across –frequency-channel, gap-detection thresholds. **J Neurophysiol.**, v. 84, p. 1453-1463, 2000.
- ELBERLING, C.; DON, M.; CEBULLA, M.; STÜRZEBECKER, E. Auditory steady-state responses to chirp stimuli based on cochlear traveling wave delay. **J Acoust Soc Am.** v. 122, n. 5, p. 2772-2785, 2007.
- ELBERLING, C.; DON, M. Auditory brainstem responses to a chirp stimulus designed from derived-band latencies in normal-hearing subjects, **J. Acoust. Soc. Am.**, v. 124, n. 5, p. 3022-3037, 2008.
- ELBERLING, C.; DON, M. A direct approach for the design of chirp stimuli used for the recording of auditory brainstem responses. **J Acoust Soc Am.** v. 128, n.5 p. 2955-2964, 2010.
- ELBERLING, C.; CALLØ, J.; DON, M. Evaluating auditory brainstem responses to different chirp stimuli at three levels of stimulation. **J Acoust Soc Am.**, v. 128, n. 1, p. 215-223, 2010.
- ELBERLING, C.; KRISTENSEN, S. G. B.; DON, M. Auditory brainstem responses to chirps delivered by different earphones. **J Acoust Soc Am.**, v. 131, p. 2091-2100, 2012.
- ELDREDGE, L., SALAMY, A. Functional auditory development in preterm and full term infants. *Early Hum. Dev.* 45, 215–228, 1996.
- ESTEVES, M. C. B. N. *et al.* Estudo das latências das ondas dos potenciais auditivos de tronco encefálico em indivíduos normo-ouvintes. **Braz J Otorhinolaryngol.**, v. 75, n. 3, p. 420-425, 2009.
- FERM, I.; LIGHTFOOT, G.; STEVENS, J. Comparison of ABR response amplitude, test time, and estimation of hearing threshold using frequency specific chirp and tone pip stimuli in newborns. **Int. J. Audiol.**, v. 52, p. 419–423, 2013.
- FICHINO, S. N.; LEWIS, D. R.; FÁVERO, M. L. Electrophysiologic threshold study in air and bone conduction in children with 2 months or less age. **Braz J Otorhinolaryngol.**, v. 73, n. 2, p. 251-256, 2007.
- FOBEL, O.; DAU, T. Searching for the optimal stimulus eliciting auditory brainstem responses in humans. **J. Acoust. Soc. Am.**, v. 116, n. 4, p. 2213-2222, 2004.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisas. 4 ed. São Paulo: Atlas 2002.

GØTSCHER-RASMUSSEN, K.; POULSEN, T.; ELBERLING, C. Reference hearing threshold levels for chirp signals delivered by an ER-3A insert earphone. **Int J Audiol.**, v. 51, p. 794-799, 2012.

GORGA, M. P.; KAMINSKI, J. R.; BEAUCHAINE, K. L.; JESTEADT, W.; NEELY, S. T. Auditory brainstem responses from children three months to three years of age: normal patterns of response. **J. Speech Lang. Hear. Res.** v. 32, n. 2, p.281–288, 1989.

GRIZ, S. M. S.; *et al.* Indicadores de risco para perda auditiva em neonatos e lactentes atendidos em um programa de triagem auditiva neonatal. **Rev. CEFAC**, São Paulo, 2010.

HALL III, J. W. Effect of Stimulus Factor. In: **Hall III JW** Handbook of Auditory Evoked Responses. Massachusetts: Allyn & Bacon. p.104-176, 1992.

HALL III, J. W. Handbook of auditory evoked responses. Boston: Allyn & Bacon, 2006.

HALL III, J. W. ABR Analysis and Interpretation. In: **Hall III JW**. New Handbook of Auditory Evoked Responses. Boston: Pearson Allyn & Bacon; p. 212-257, 2007.

HALL III, J. W. Application of ABR in objective assessment of infant hearing, **AudiologyOnline**, 2013.

HECOX, K.; GALAMBOS, R. Brain stem auditory evoked responses in human infants and adults. **Arch Otolaryngol**; v. 99, p. 30–33, 1974.

HOOD, L. **Clinical applications of the auditory brainstem response**. San Diego: Singular; 1998.

HOUSTON, H. G.; MCCLELLAND, R. J. Age and gender contributions to intersubject variability of the auditory brainstem potentials. **Biol Psychiatry**. v. 20, p. 419–430, 1985.

JANSSEN, R. M.; USHER, L.; STAPPELLS, D. R. The British Columbia's Children's Hospital tone-evoked auditory brainstem response protocol: how long do infants sleep and how much information can be obtained in one appointment? **Ear Hear**. v. 31, n. 5, p. 722-724, 2010.

JASPER, H. H. The ten-twenty electrode system of the international federation. **Electroenc Clin Neurophysiol.**, v. 10, p. 371-375, 1958.

JIANG, Z. D.; BROSI, D. M.; WU, Y. Y.; WILKINSON, A. R. Relative maturation of peripheral and central regions of the human brainstem from preterm to term and the influence of preterm birth. **Pediatr Res**. v. 65, n. 6, p. 657-662, 2009.

JOINT COMMITTEE ON INFANT HEARING. Year 2007 position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. **Pediatrics**. v. 120, n. 4, p. 898-921, 2007.

KEMP, D. T.; RYAN, S.; BRAY, P. A Guide to the effective use of Otoacoustic Emissions. **Ear Hear.** v. 11, n. 2, p. 93-105, 1990.

KRISTENSEN, S. G.; ELBERLING, C. Auditory brainstem responses to level-specific chirps in normal-hearing adults. **J Am Acad Audiol.**, v. 23, p. 712-721, 2012.

LEWIS, D. R.; MARONE, S. A. M.; MENDES, B. C. A.; MENDONÇA CRUZ, O. L.; NÓBREGA, M. de. Comitê Multiprofissional em Saúde Auditiva – COMUSA. **Braz J Otorhinolaryngol.**, v. 76, n. 1, p. 121-128, 2010.

LI, M.; ZHU, L.; MAI, X.; SHAO, J.; LOZOFF, B.; ZHAO, Z. Sex and gestational age effects on auditory brainstem responses in preterm and term infants. **Early Hum Dev.**, v.89, n.1,p.43–48, Jan 2013.

MAHAJAN, V.; GUPTA, P.; TANDON, O.; AGGARWAL, A. Brainstem auditory evoked responses in term small for gestational age newborn infants Born to undernourished mothers. **Eur J Paediatr Neurol.** v. 7, n. 2, p. 67-72, 2003.

MALOFF, E. S.; HOOD, L. J. A comparison of auditory brain stem responses elicited by click and chirp stimuli in adults with normal hearing and sensory hearing loss. **Ear Hear.** v.35,n.2,p.271-82, Mar-Apr 2014.

MAQBOOL, M.; NAJAR, B. A.; GATTOO, I.; CHOWDHARY, J. Screening for Hearing Impairment in High Risk Neonates: A Hospital Based Study. **Journal of Clinical and Diagnostic Research.** v. 9, n. 6, p. SC18-SC21, jun 2015.

MATAS, C. G.; MAGLIARO, F. C. L. Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico. In: **Tratado de Audiologia**/organização Edilene Marchini Boéchat *et al.* 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.118-125, 2015.

MOMENSOHN-SANTOS, T. M. Diagnóstico Audiológico em Crianças. In: **Tratado de Audiologia**/organização Edilene Marchini Boéchat *et al.* 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 407-413, 2015.

MÖLLER, A. R.; JANETTA, P. J. Neural generators of the auditory brainstem response. In: **The auditory brainstem response.** San Diego: College Hill Press, v. 2, p. 13-31, 1984.

MÜHLER, R.; RAHNE, T.; VERHEY, J. L. Auditory brainstem responses to broad-band chirps: Amplitude growth functions in sedated and anaesthetised infants. **Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.** v. 77, n. 1, p. 49-53, 2013.

MOORE, J. K. Maturation of human auditory cortex: implications for speech perception. **Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. Suppl.** v.189,p.7–10, May 2002

MOORE, J. K.; SIMMONS, D. D.; GUAN, Y.-L. The human olivocochlear system: organization and development. **Audiol. Neurootol.** v.4,n.6,p.311–325, Nov-Dec 1999.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. The incidence of low birth weight: a critical review of available information. v.33,p.197-224, 1980.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Zupan J, Aahmnan E. Perinatal mortality for the year 2000: estimates developed by WHO. Geneva: World Health Organization, 2005.

PEREIRA, M. R.; FUNAYAMA, C. A. Avaliação de alguns aspectos da aquisição e desenvolvimento da linguagem de crianças nascidas pré-termo. **Arq Neuropsiquiatr.**, v. 62, p. 641-648, 2004.

PETOE, M. A.; BRADLEY, A. P.; WILSON, W. J. On chirp stimuli and neural synchrony in the suprathreshold auditory brainstem response. **J Acoust Soc Am**, v. 128, p. 235–246, 2010a

PETOE, M. A.; BRADLEY, A. P.; WILSON, W. J. Spectral and synchrony differences in auditory brainstem responses evoked by chirps of varying durations. **J Acoust Soc Am**, v. 128, n. 4, p. 1896–1907, 2010b.

PICTON, T. W. Human Auditory Evoked Potentials. **Plural Publishing**, Abingdon, 2011.

PICTON, T. W.; TAYLOR, M. J. Brainstem auditory evoked potentials in pediatrics, in: M.J. Aminoff (Ed.), **Electrodiagnosis in Clinical Neurology**, Churchill Livingstone, New York, p. 537–569, 1992.

PICTON, T. W.; DURIEUX-SMITH, A.; MORAN, L. M. Recording Auditory Brainstem Responses from infants. **Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.** v. 28, p. 93–110, 1994.

PIMPERTON, H.; BLYTHE, H.; KREPPNER, J.; MAHON, M.; PEACOCK, J.L.; STEVENSON, J.; TERLEKTSI, E.; WORSFOLD, S.; YUEN, H. M.; KENNEDY, C. R. The impact of universal newborn hearing screening on long-term literacy outcomes: a prospective cohort study. **Arch Dis Child** v.101, p. 9–15, 2016.

PORTO, M. A. de A.; AZEVEDO de, M. F.; GIL, D. Auditory evoked potentials in premature and full-term infants. **Braz J Otorhinolaryngol.** v.77,n.5,p.622-7, Set-Oct 2011.

RAMOS, N.; PARNOFF STADULNI, A. R.; BENTO, D. V.; LEWIS, D. R.; RODRIGUES, G. R. I. Comparação dos estímulos click e *CE-Chirp*® no registro do PEATE em neonatos. In: **Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia**. 19., São Paulo. Anais 19º Congresso Brasileiro e 8º Internacional de Fonoaudiologia. p.840, 2011.

RAMOS, N.; LEWIS, D. R. Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico por frequência específica por via aérea e via óssea em neonatos ouvintes normais. **Rev. CEFAC**. v. 16, n. 3, p. 757-767, mai./jun., 2014.

RODRIGUES, G. R. I.; LEWIS, D. R. New efficient stimuli for evoking frequency-specific auditory steady-state response. **Rev Soc Bras Fonoaudiol.** v. 15, n. 1, p. 153-154, 2010.

RODRIGUES, G. R. I.; LEWIS, D. R. Comparação dos estímulos clique e CE-chirp® no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico. **Ver Soc Bras Fonoaudiol.** v. 17, n. 4, p. 412-416, 2012.

RODRIGUES, G. R. I.; RAMOS, N.; LEWIS, D. R. Comparing auditory brainstem responses (ABRs) to toneburst and narrow band *CE-Chirp*® in young infants. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology.** v. 77, p. 1555–1560, 2013.

ROMERO, A. C. L.; DELECRODE, C. R.; CARDOSO, A. C. V.; FRIZZO, A. C. F. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico em crianças encaminhadas de um programa de triagem auditiva neonatal. **Rev Bras Saude Mater Infant.** v. 12, n. 2, p. 145-153, 2012.

SALAMY, A.; MCKEAN, C.M. Postnatal development of human brainstem potentials during the first year of life. **Electroenceph. Clin. Neurophys.** v. 40, p. 418-426, 1976.

SALAMY, A., FENN, C. B., BRONSHVAG, M. Ontogenesis of human brainstem evoked potential amplitude. **Dev. Psychobiol.** v.12, p. 519–526, 1979.

SALAMY, A.; MENDELSON, T.; TOOLEY, W. H. Developmental profiles for the brainstem auditory evoked potential, **Early Hum. Dev.** v. 6, p. 331–339, 1982.

SHORE, S. E.; NUTTALL, A. L. High-synchrony cochlear compound action potentials evoked by rising frequency-swept tone bursts. **J. Acoust. Soc. Am.** v. 78, p. 1286–1295, 1985

SININGER, Y. S.; ABDALA, C.; CONE-WESSON, B. Auditory threshold sensitivity of the human neonate as measured by the auditory brainstem response. **Hear Res,** v. 104, p. 27-38, 1997.

SININGER, Y. S.; CONE-WESSON, B.; ABDALA, C. Gender distinctions and lateral asymmetry in the low- level auditory brainstem response of the human neonate. **Hearing Research,** Los Angeles, v. 126, p. 58-66, dec. 1998.

SININGER, Y. S.; CONE-WESSON, B. Lateral asymmetry in the ABR of neonates: evidence and mechanisms. **Hear Res.** v. 212, n. 1-2, p. 203-211, 2006.

SININGER, Y. S.; CONE, B. Comment on “Ear Asymmetries in middle-ear, cochlear, and brainstem responses in human infants”. **J Acoust Soc Am** v.124,n.3,p.1401-3,Set 2008

SLEIFER, P.; COSTA da, S. S.; CÓSER, P. L.; GOLDANI, M. Z.; DORNELLES, C.; WEISS, K. Auditory brainstem response in premature and full-term children. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol.** v. 71, n. 9, p. 1449-1456, 2007.

SOUSA de, L. C. A.; PIZA, M. R. de T.; ALVARENGA, K. F.; CÓSER, P. L. **Eletrofisiologia da audição e emissões otoacústicas: princípios e aplicações clínicas.** Ribeirão Preto: Editora Novo Conceito, 2010

STARR, A.; ACHOR, J. The generators of the auditory brainstem potentials as revealed by brainstem lesions in both man and cat. In R.F. Naunton and C. Fernandez (Eds.), **Evoked Electrical Activity in the Auditory Nervous System**, Academic Press, New York, 1978.

STARR, A.; AMLIE, R. N.; MARTIN, W. H.; SANDERS, S. Development of auditory function in newborn infants revealed by auditory brainstem potentials, **Pediatrics**, v. 60, p. 831–839, 1977.

STEVENS, J.; BOUL, A.; LEAR, S.; PARKER, G.; ASHALL-KELLY, K.; GRATTON, D. Predictive value of hearing assessment by the auditory brainstem response following universal newborn hearing screening. **Int J Audiol**; v. 52, n. 7, p. 500-6, Jul 2013.

STOCKARD, J. E.; STOCKARD, J. J.; WESTMORELAND, B. F.; CORFITS, J. L. Brainstem Auditory-Evoked Responses Normal Variation as a Function of Stimulus and Subjects Characteristics. **Arch Neurol.**, v.36,n.13,p. 823-831, 1979.

STUART, A.; COBB, K. M. Effect of Stimulus and Number of Sweeps on the Neonate Auditory Brainstem Response. **Ear Hear**, v. 35, n. 5, p. 585–588, 2014.

TOURINHO, A. B.; REIS, L. B. de S. M. Peso ao Nascer: Uma Abordagem Nutricional. *Com. Ciências Saúde*. v.22,n.4,p.19-30, 2013.

WAHID, S. N. H. A.; DAUD, M. K. M.; SIDEK, D.; RAHMAN, N. A.; MANSOR, S.; ZAKARIA, M. N. The performance of distortion product otoacoustic emissions and automated auditory brainstem response in the same ear of the babies in neonatal unit. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol.**, v. 76, n. 9, p. 1366-1369, 2012.

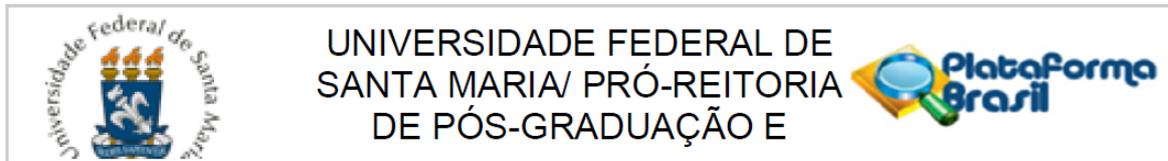
WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1974. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs363/es/>. Acesso em 8 fev. 2016.

WEGNER, O.; DAU, T. Frequency specificity of chirp-evoked auditory brainstem responses, **J. Acoust. Soc. Am.** v. 111, p. 1318–1329, 2002.

YOSHINAGA-ITANO, C.; SEDEY, A. L.; COULTER, D. K.; MEHL, A. L. Language of early-and later-identified children with hearing loss. **Pediatrics**, v. 102, n. 5, p. 1161-1171, 1998.

ZIRN, S.; LOUZA, J.; REIMAN, V.; Wittlinger, N.; Hempel, J. M., Schuster, M. Comparison between ABR with click and narrow band chirp stimuli in children. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 78, p. 1352–1355, 2014.

## ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DAUFMS



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** DEFICIÊNCIA AUDITIVA INFANTIL: DA IDENTIFICAÇÃO À INTERVENÇÃO

**Pesquisador:** Eliara Pinto Vieira Biaggio

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 14804714.2.0000.5346

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Santa Maria/ Pró-Reitoria de Pós-Graduação e

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 610.506

**Data da Relatoria:** 08/04/2014

#### Apresentação do Projeto:

Este projeto de pesquisa tem como objetivo avaliar a audição de neonatos, lactentes e crianças, com suspeita ou não de deficiência auditiva, e analisar a inter-relação com questões linguísticas, emocionais, de aprendizagem e psicossociais envolvidas desde o diagnóstico da surdez na população pediátrica até a intervenção fonoterápica. Este projeto busca, por meio da realização dos procedimentos de avaliação e habilitação das crianças portadoras de distúrbios de audição, elucidar as diferentes variáveis envolvidas neste processo, em crianças atendidas nos Ambulatórios de Audiologia do Hospital Universitário de Santa Maria. (Ambulatório do Programa de Triagem Auditiva Neonatal/TAN e de Eletrofisiologia da Audição) e no Serviço de Atendimento Fonoaudiológico/SAF (Ambulatório de Audiologia e o Setor de Habilitação e Reabilitação Auditiva).

Propõem-se também verificar o conhecimento de gestantes ou mães atendidas nestes setores, assim como os profissionais do hospital, acerca da TAN e os seus sentimentos em relação a suspeita inicial da DA; além de pesquisar o impacto da deficiência auditiva na família.

#### Objetivo da Pesquisa:

**Objetivo Geral:**

- Avaliar a audição de neonatos, lactentes e crianças, com suspeita ou não de deficiência auditiva,

e analisar a inter-relação com questões linguísticas, emocionais, de aprendizagem e psicossociais envolvidas desde o diagnóstico da surdez na população pediátrica até a intervenção fonoterápica.

Objetivos específicos:

- Realizar a Triagem Auditiva Neonatal em neonatos no Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM) e assim:
- Identificar a prevalência de deficiência auditiva infantil;
- Pesquisar os indicadores de risco para a deficiência auditiva infantil;
- Verificar se há correlação entre surdez e algum dos indicadores de risco;
- Identificar o tempo decorrido entre a suspeita e a confirmação da deficiência auditiva infantil;
- Verificar o quanto as gestantes ou mães atendidas na TAN do HUSM, assim como os profissionais do hospital, conhecem a TAN e os seus sentimentos em relação a suspeita inicial da DA;
- Pesquisar o impacto da deficiência auditiva na família;
- Investigar o uso de diferentes métodos e técnicas de identificação e diagnóstico de perdas auditivas na população pediátrica atendida nos Ambulatórios de Audiologia do Serviço de Atendimento Fonoaudiológico (SAF) e do HUSM;
- Avaliar o impacto da amplificação sonora na aquisição de linguagem e no processo comunicativo de crianças atendidas no Setor Habilitação e Reabilitação em Audição do SAF;
- Mensurar o desempenho das crianças atendidas no referido setor acima em diferentes propostas terapêuticas e condições de atendimento fonoterápico.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Estão muito bem descritos no projeto e são eles:

Riscos relacionados com a pesquisa:

A participação neste estudo representará risco mínimo de ordem física, pois a criança pode sentir um leve desconforto durante a colocação do fone de inserção para a realização da Triagem Auditiva Neonatal ou o fone supra-aural para a realização da audiometria. Além disso, eventualmente a mãe poderá se sentir cansada durante a realização dos exames eletrofisiológicos, trazendo algum desconforto em função do tempo do procedimento.

Benefícios:

Esta pesquisa é isenta de despesas ou quaisquer compensações financeiras. Não se espera que

este estudo gere benefício imediato aos participantes da pesquisa, contudo, ele poderá trazer benefícios a longo prazo para crianças que forem identificadas com deficiência auditiva precocemente.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

.

#### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Estão presentes e adequados.

#### **Recomendações:**

.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SANTA MARIA, 09 de Abril de 2014

---

**Assinador por:**  
**CLAUDEMIR DE QUADROS**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar**Bairro:** Camobi**CEP:** 91.059-900**UF:** RS**Município:** SANTA MARIA**Telefone:** (55)3220-9362**E-mail:** cep.ufsm@gmail.com

## ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



### UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Seu filho (a) está sendo convidado a participar da pesquisa que se intitula: Estímulos *Chirp* e *Click* no Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico: resultados clínicos em neonatos ouvintes. Esta pesquisa esta vinculada a um projeto mais amplo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria (CEP-UFSM) intitulado: DEFICIÊNCIA AUDITIVA INFANTIL: DA IDENTIFICAÇÃO À INTERVENÇÃO.

O objetivo da pesquisa é investigar a utilidade de um novo estímulo para a avaliação auditiva de bebês com o objetivo de obter valores de referencia para esta população.

Seu filho será submetido a um exame que se chama Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico, este exame é realizado em sono natural e não causará riscos ou desconfortos ao seu bebê. Para a realização do exame a pele do bebê será limpa fazendo uso de uma pasta apropriada, após serão colocados eletrodos, que são como adesivos, para registrar as respostas produzidas pelo sistema auditivo. Serão colocados fones apropriados para o tamanho da orelha do seu bebê, sendo que durante o exame ele ficará ouvindo sons suaves. O tempo do exame nesta pesquisa demorara em torno de 1 hora e 30 minutos.

Não existe benefício direto dos pesquisadores para o sujeito deste estudo. Porém caso haja qualquer alteração no exame seu filho será encaminhado para atendimento médico adequado, na instituição. Além disso, os resultados deste estudo podem ajudar os pesquisadores a realizar o diagnóstico diferencial de bebês com alterações de audição e melhor conduzir o tratamento.

Fica claro que sua participação é voluntária, não sendo obrigado a realizar o exame se não quiser, mesmo que já tenho assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Se desejar, poderá retirar seu consentimento a qualquer momento e isto não trará nenhum prejuízo ao seu atendimento.

Acredito ter sido suficientemente informado (a) a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem prejuízos, ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

\_\_\_\_\_  
Nome do paciente

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável

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

Declaro que obtive apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste responsável para a participação neste estudo.

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

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

**ANEXO C – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE****UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
TERMO DE CONFIDENCIALIDADE**

A pesquisa que se intitula: Estímulos *Chirp* e *Click* no Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico: resultados clínicos em neonatos ouvintes, esta vinculada a um projeto mais amplo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria (CEP-UFSM) intitulado: DEFICIÊNCIA AUDITIVA INFANTIL: DA IDENTIFICAÇÃO À INTERVENÇÃO.

A pesquisadora da pesquisa é a mestranda Fga. Michelle Cargnelutti e como pesquisadora compromete-se a utilizar os dados coletados somente para esta pesquisa.

Os seus dados serão mantidos em sigilo. Serão analisados em conjunto com os de outros pacientes e não serão divulgados dados de nenhum paciente isoladamente. O (a) Sr. (a) poderá esclarecer suas dúvidas durante toda a pesquisa com a fonoaudióloga Michelle Cargnelutti pelo telefone (55) 96353673.

Acredito ter sido suficientemente informado (a) a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo e a garantia de confidencialidade. Concordo voluntariamente na participação de meu filho neste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem prejuízos, ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

---

Nome do paciente

---

Assinatura do responsável

---

/ /  
Data