



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"**

**LETÍCIA SAIA DA SILVA**

**POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO EM NEONATOS  
COM INDICADORES DE RISCO**

**MARÍLIA-SP  
2020**

LETÍCIA SAIA DA SILVA

**POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO EM NEONATOS  
COM INDICADORES DE RISCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fonoaudiologia da Faculdade de Filosofia e Ciências, da Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Marília, título de Mestre em Fonoaudiologia.

Área de concentração: Distúrbios da Comunicação Humana.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr. Ana Claudia Figueiredo Frizzo.

MARÍLIA-SP  
2020

S586p

Silva, Letícia Saia da  
POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO  
ENCEFÁLICO EM NEONATOS COM  
INDICADORES DE RISCO / Letícia Saia da Silva. --  
Marília, 2020  
54 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual  
Paulista (Unesp), Faculdade de Filosofia e Ciências,  
Marília

Orientador: Ana Cláudia Figueiredo Frizzo

1. Potencial Evocado Auditivo. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.  
Biblioteca da Faculdade de Filosofia e Ciências, Marília. Dados  
fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

LETÍCIA SAIA DA SILVA

**POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO EM NEONATOS  
COM INDICADORES DE RISCO**

Dissertação obtida o título de Mestre em Fonoaudiologia, da Faculdade de Filosofia e Ciências, da Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Marília, na área de concentração de Audiologia.

## BANCA EXAMINADORA

Orientador: \_\_\_\_\_

Prof. Dra. Ana Cláudia Figueiredo Frizzo  
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP – Faculdade de  
Filosofia e Ciências – Marília – SP

2º Examinador: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Pedro de Lemos Menezes  
Universidade de Estados de Ciências de Alagoas- UNCISAL

3º Examinador: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Jair Cortez Montovani  
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP - Faculdade  
de Medicina de Botucatu – SP

Marília, 29 de Maio de 2020

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a todas as pessoas que estiveram me apoiando durante todo o período de execução dessa dissertação.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus e aos amigos espirituais que se mantiveram comigo durante todo o processo de planejamento, execução e conclusão deste trabalho e que estiveram por perto por toda minha vida, me apoiando e protegendo.

À minha orientadora, Profa Dra Ana Claudia Figueiredo Frizzo, que por muitos momentos não só contribuiu com conhecimento técnico e científico, mas também como suporte emocional nos momentos difíceis.

Sinceros agradecimentos à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Claudia Vieira Cardoso e ao Prof<sup>o</sup>. Dr. Jair Cortez Montovani por aceitarem compor a banca examinadora. Aos suplentes Dr<sup>a</sup>. Natália Rossi e Dr. Norimar Hernandez pela disponibilidade.

Agradeço imensamente às minhas amigas e Fonoaudiólogas Anna Caroline Oliveira, Rafaela Bicas, Yara Bagali, Georgea Espindola, Lívia Gonçalves, Viviane Borim, Rayssa Onuki e Larissa Rossigali que sempre me socorreram nos momentos de dificuldade e de tensão. Fizeram com que todo o processo e a vida ficassem mais leves.

Às minhas queridas amigas Juliana Gomes, Isabella Santos, Stephanie Gonsales, Manoela Domingues, Luiza Catapani e ao meu amigo e companheiro Fábio Pacca que escutaram com muito carinho meus medos e angústias, e acima de tudo me apoiaram em todas as situações.

Agradeço à toda minha família, aos meus avós Elenir Tralli, Orlando Saia, Sonia Jorge e Almir Silva por todo o incentivo. E um agradecimento especial ao meu pai que me ajudou em diversos detalhes sobre a dissertação. Além disso, me mostrou o quanto é um docente incrível e que tenho muito orgulho.

Aos pacientes e seus familiares que se dispuseram gentilmente a participar do estudo.

## RESUMO

**Introdução:** O Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico fornece informações quanto à maturação da via auditiva, estima o limiar mínimo auditivo e identifica alterações retrococleares. Esta avaliação é de extrema importância para diagnosticar prejuízos auditivos precocemente, indica a todos os neonatos com indicadores de risco auditivo. **Objetivo:** O objetivo deste trabalho é caracterizar o teste de diagnóstico PEATE com diferentes estímulos acústicos aplicados em neonatos com indicadores de risco. **Casuística:** Participaram deste estudo neonatos normo-ouvintes de ambos os sexos nascidos a termo e prematuros com indicadores de risco. Foi realizado o exame do PEATE com estímulos *click* e *tone burst* em ambas orelhas. A comparação entre as variáveis foi analisada pelos testes Mann-Whitney e Wilcoxon e ANOVA. Para medida de correlação da idade gestacional com o PEATE foi utilizado o teste de Spearman. ( $p < 0,05$ ). **Resultados e discussão:** Não diferenças nas medidas de PEATE de neonatos termo e pré-termo. Foi encontrada diferença significativa entre os estímulos *click* e *tone burst*, demonstrando que eles trazem informações diferentes e complementares. Quando correlacionado idade gestacional e o PEATE com estímulo *tone burst* em 500 Hz foi encontrada significância. **Conclusão:** Neste estudo, a prematuridade parece não ter influenciado na variação dos resultados. Concluímos também que o PEATE *tone burst* quando realizado este estímulo pode ser um instrumento complementar de avaliação da maturação auditiva.

**Palavras-chave:** Recém-nascido. Eletrofisiologia. Audição.



## ABSTRACT

**Introduction:** Brainstem Auditory Evoked Potential provides information about auditory maturation, estimates the minimum auditory limit and identifies retrocochlear alterations. This assessment is extremely important to diagnose hearing damage precociously, being recommended to all newborns with auditory risk indicators. **Aim:** To characterize the BAEP with different acoustic stimulus applied to newborns with risk indicators. **Casuistry:** Normal-hearing neonates of both sex born at term and preterm with risk indicators participated in this study. The BAEP examination has been performed with click and tone burst stimulus in both ears. The comparison between the variables has been analyzed using Mann-Whitney, Wilcoxon and ANOVA tests. Spearman's test has been applied to measure the correlation between gestational age and BAEP. ( $p < 0.05$ ). **Results and discussion:** No differences in the BAEP measurements of term and preterm neonates. A significant difference has been inferred between click and tone burst stimulus, demonstrating that they bring different and complementary information. When correlated gestational age and BAEP with 500 Hz tone burst stimulus, a significance has been found. **Conclusion:** In this study, prematurity seems to have no influence on the variation of results. One also concludes that the BAEP tone burst, when this stimulus performed, may be a complementary instrument for assessing auditory maturation.

Keywords: Newborn, Electrophysiology, Hearing.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição do perfil da amostra.....	28
Tabela 2 - Média, desvio padrão e intervalo de confiança dos componentes do PEATE para os estímulos <i>click</i> em neonatos pré-termo e a termo (n = 28 medidas). .....	29
Tabela 3 - Média, desvio padrão e intervalo de confiança dos componentes do PEATE para o estímulo <i>tone burst</i> em 500 e 2000 Hz em neonatos pré-termo e a termo (n = 28).....	31
Tabela 4 - Comparação das médias e significância dos valores das ondas do PEATE <i>click</i> entre neonatos a termo e pré-termo.....	32
Tabela 5 - Comparação das médias e significância dos valores das ondas do PEATE <i>tone burst</i> entre neonatos a termo e pré-termo.....	33
Tabela 6 - Comparação de intervalo de confiança e significância dos valores da onda V do PEATE com estímulos <i>click</i> e <i>tone burst</i> . ....	35
Tabela 7 - Valores do coeficiente de correlação e de significância da correlação entre os valores das ondas do PEATE com estímulo <i>click</i> e idade gestacional.....	36

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

$\mu\text{V}$	Microvolts
AASI	Aparelho de Amplificação Sonora Individual
dB	Decibel
dBNA	Decibel Nível de Audição
dBNA <sub>n</sub>	Decibel Nível de Audição normalizado
dBNS	Decibel Nível de Sensação
DP	Desvio Padrão
EOA	Emissões Otoacústicas
EOAE	Emissões Otoacústicas Evocadas
EOAPD	Emissões Otoacústicas por Produto de Distorção
EOAT	Emissões Otoacústicas por Transiente
Hz	Hertz
JCIH	Joint Committee on Infant Hearing
kHZ	Quilo-Hertz
Kohms	Quilo-ohms
MMN	Mismatch Negativity
Ms	Milissegundos
OD	Orelha direita
OE	Orelha esquerda
PEAEE	Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável
PEALL	Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência
PEAML	Potencial Evocado Auditivo de Média Latência
PEATE	Potenciais Evocados Auditivos de Curta Latência
PEATE-a	Potenciais Evocados Auditivos de Curta Latência Automático
PEAs	Potenciais Evocados Auditivos
SAC	Sistema Auditivo Central
SAP	Sistema Auditivo Periférico
TANU	Triagem Auditiva Neonatal
SNAC	Sistema Nervoso Auditivo Central

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	15
2.1 Avaliação audiológica infantil .....	15
2.1.1 Potencial evocado auditivo de tronco encefálico .....	17
3 OBJETIVOS .....	22
3.1 Objetivo Geral .....	22
3.2 Objetivos específicos .....	22
4 METODOLOGIA.....	23
4.1 Tipo de estudo .....	23
4.2 Local de realização do estudo .....	23
4.3 Considerações Éticas .....	23
4.4 Casuística .....	23
4.4.1 Critérios de Inclusão .....	24
4.4.2 Critérios de não inclusão .....	25
4.5 Procedimentos .....	25
4.5.1 Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico - <i>click</i> .....	25
4.5.2 Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico - <i>tone burst</i> .....	26
5 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	27
6 RESULTADOS .....	27
7 DISCUSSÃO .....	37
8 CONCLUSÃO.....	43
REFERÊNCIAS.....	44
ANEXO A .....	51
ANEXO B .....	55

## 1 INTRODUÇÃO

O Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) é um potencial de curta latência, caracterizado por um rápido início e duração, que avaliará a via auditiva até o tronco encefálico, incluindo o nervo auditivo, núcleos cocleares, núcleos olivares superiores, lemnisco lateral e colículo inferior (JEWETT; WILLISTON, 1971). A observação das mudanças elétricas que ocorrem na via auditiva central durante a neurotransmissão de um estímulo auditivo fornece informações quanto à maturação do Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC) e permite identificar alterações retrococleares, e estimar o limiar auditivo eletrofisiológico (HOOD, 1998).

Para captar a resposta elétrica, o teste é registrado por eletrodos a partir de um estímulo acústico, dando origem a sete ondas (I a VII) que correspondem a sinapses que ocorrem na via auditiva (SOUSA et al., 2008). As ondas mais comumente identificadas são as I, III e V. A onda V é considerada a melhor para avaliar a sensibilidade auditiva, sendo o único componente presente até o limiar auditivo (HOOD, 1998; MUNHOZ et al., 2003).

O estímulo auditivo mais comumente utilizado para realizar o teste PEATE é o *click*, que elicia a sincronia neural e abrange a faixa de frequência no limiar eletrofisiológico de 2 a 4k Hz (STAPELLS; OATES, 1997). Pelo fato deste estímulo abranger maior faixa de frequência, ativará um maior número de fibras neuronais simultaneamente, o que permite um rastreio na via auditiva do neonato e sua capacidade de neurotransmissão (CURADO, et al., 2015). Além disso, outra aplicação clínica importante do estímulo *click* é estimar o limiar de audibilidade em neonatos por meio da resposta da via auditiva para sons de fraca intensidade, o que favorece o diagnóstico e intervenção precoce (GRAVEL, 2001). Em contrapartida, quando o estímulo *click* é usado, não há especificidade de frequência; assim, não é possível configurar adequadamente a perda auditiva nas frequências baixas e específicas (HYDE, 1985; HOOD, 1998; EGGERMONT, 1982).

Já o *tone burst*, quando empregado no PEATE, avalia frequências específicas, podendo assim caracterizar o audiograma eletrofisiológico em todas as frequências (STAPELLS; GRAVEL; MARTIN, 1995; SUZUKI et al., 1982). Esta

técnica é de utilidade clínica, podendo estimar o limiar das frequências de 500 a 4000 Hz em diferentes faixas etárias (CONE-WESSON et al., 2002).

O uso desse estímulo colabora também para o diagnóstico de perdas em rampa e auxilia na programação do aparelho de amplificação sonora em crianças pequenas e pode ser uma avaliação complementar importante durante o diagnóstico nessa população (HALL, 1992). Portanto, se faz necessária na rotina clínica uma associação ao realizar o PEATE com os estímulos *click* e *tone burst*, para que seja possível avaliar com propriedade as frequências baixas, médias e altas (PINTO; MATAS, 2007).

Por outro lado, alguns estudos ressaltam que exames eletrofisiológicos com estímulo *tone burst* geram ondas de difícil visualização, principalmente na frequência de 500 Hz (DAVIS; HIRSH, 1976; LAUKLI et al., 1988). Ao comparar as ondas de 1000 e 500 Hz, há uma melhora na visualização da mesma na frequência mais aguda, mas ainda assim o uso desse tipo de estímulo na rotina clínica exige treinamento adicional do clínico audiológico (FJERMEDAL, 1989). Outros fatores que dificultam a realização deste exame é o ambiente em que é realizado, o sono do paciente e o longo tempo para determinar os limiares auditivos eletrofisiológicos, fazendo com que os mesmos sejam encontrados mais rebaixados ao comparar com os limiares de audibilidade comportamentais (STAPPELLS, 2000; BEATTIE; ROCHVERGER, 2001).

Um estudo de Hurley et al. (1997) descreveu um caso em que apenas com o estímulo *click* no PEATE não eliciu a onda V e, ao realizar o teste com estímulo *tone burst* na mesma intensidade, foi observada a presença da onda em 500 Hz. E concluiu assim que, para estimar a sensibilidade auditiva com precisão, há a necessidade de realizar o PEATE com estímulos *click* e *tone burst*.

O PEATE, por frequência específica, estimula uma menor faixa de fibras nervosas, por isso este tipo de estímulo pode prever com eficácia a sensibilidade auditiva em cada frequência (RIBEIRO, 2002). Um estudo de Ribeiro e Carvallo (2008) comparou respostas do *tone burst* em 50 recém-nascidos. Como resultado, obteve latência da onda V menor para os nascidos a termo do que para os prematuros, sugerindo que o processamento do estímulo está intimamente relacionado com a maturação da via auditiva. Ainda assim, os autores não relataram

dificuldade na visualização das ondas em 30 dBNA, e concluíram que a avaliação eletrofisiológica auditiva com este tipo de estímulo é um método útil complementar para diagnóstico em neonatos a termo e prematuros, especialmente aquelas com indicadores de risco.

Existe a possibilidade dos neonatos que apresentam fatores de risco para perda de audição desenvolver a dessincronia auditiva, sendo assim, é necessário que todos neonatos com esses indicadores realizem o PEATE para avaliar a integridade da via auditiva (JOINT COMMITTEE ON INFANT HEARING, 2019).

Assim sendo, esse estudo ressalta a importância do uso combinado desses estímulos para o diagnóstico audiológico efetivo em neonatos, especialmente aqueles com indicadores de risco para perda auditiva e apresenta os valores normativos e realiza medidas comparativas entre os dois estímulos. Por fim, esse estudo pretende auxiliar o diagnóstico eletrofisiológico auditivo em neonatos na prática clínica.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### ***2.1 Avaliação audiológica infantil***

A detecção precoce de alterações auditivas possibilita o desenvolvimento global da criança, permitindo estimulação sensorial, e, conseqüentemente, o desenvolvimento da linguagem receptiva e expressiva (FAZITO et. al, 2008).

Ao longo do tempo, foi observado que as crianças com deficiência auditiva apresentavam o diagnóstico tardio, tendo como consequência o desenvolvimento de linguagem prejudicado. Para identificar precocemente crianças com deficiência auditiva e iniciar a habilitação auditiva, foram implementados programas de triagem neonatal em diversos países (SLOOT et al., 2015).

As práticas de triagem Auditiva iniciaram-se em 1964 pela audiologista Marion Downs, ela foi pioneira a provar que a perda auditiva causava extensos danos à linguagem e à fala (WROBLEWSKA-SENIUK, et al., 2017) e estabeleceu estratégias para sua avaliação precoce. Na época, a triagem era realizada por meio de um teste

comportamental em crianças de seis a oito meses de vida. Em contrapartida, foi observado que mesmo com essa avaliação antes do primeiro ano de vida, o neonato não apresentava desenvolvimento das habilidades linguísticas semelhante aos pares de mesma idade sem alterações auditivas (WROBLEWSKA-SENIUK et al., 2017).

Mediante este fato, a descoberta de um método objetivo capaz de avaliar a audição de neonatos foi essencial. O primeiro pesquisador a relatar sobre as Emissões Otoacústicas foi David Kemp, em 1978, caracterizando-as como uma produção de energia sonora produzida pela cóclea, que é propagada para a orelha média e meato acústico externo (KEMP, D.T., 1978). Desde 1994, o Joint Committee on Infant Hearing (JCIH) recomenda que a triagem auditiva neonatal não seja realizada apenas por medidas comportamentais, mas por métodos objetivos, observadas sem a resposta do paciente. Assim, é possível avaliar a audição indivíduos e neonatos com alterações biológicas, como síndromes ou paralisia cerebral, em que realizar somente a avaliação comportamental se torna de difícil observação (MELO et al., 2007).

Em agosto de 2010, no Brasil, a Triagem Auditiva Neonatal (TANU) se tornou obrigatória para ser realizada em todos os neonatos a partir de dois dias de vida ou mais próximo possível da alta hospitalar, uma vez que não há garantia de que estes neonatos retornem ao hospital para a realização da TANU. Desta forma, a TANU tem como objetivo identificar e diagnosticar precocemente alterações auditivas em neonatos (CAVALCANTI et al., 2014).

A Triagem auditiva é realizada por meio das Emissões Otoacústicas Evocadas (EOAE), que é um método objetivo e não invasivo provocado por estímulos acústicos. Durante sua realização é colocada uma sonda no conduto que fornece estímulos sonoros. Estes são captados e, após isto, a cóclea emitirá uma resposta/emissões ativas que são detectadas por um microfone que contém na sonda (BAKHOS et al., 2017). Sendo assim, é analisado o resultado por meio da diferença entre o sinal captado pela sonda e o ruído, tendo como resultado “passa” ou “falha” na TANU (FOUST et al., 2013).

As Emissões Otoacústicas por Transiente (EOAT) são provocadas por estímulo transitório *click* que viabiliza uma varredura no sistema coclear e é o teste



padrão ouro para a triagem auditiva ao nascimento. Ao obter o resultado de “passa” significa que o limiar auditivo desta criança é melhor do que 30 dBNS, assim, concluímos que resultados normais nas EOAT significam ausência de alteração nas células ciliadas externas (BAKHOS et al., 2017).

De acordo com o Joint Committee on Infant Hearing (2019), crianças que falham nas EOAT antes da alta hospitalar devem realizar o reteste, para que seja possível verificar o funcionamento das células ciliadas externas ou a triagem com o PEATE Automático (PEATE-a), para avaliar se a via auditiva não apresenta alguma alteração, como a dessincronia auditiva. Além disso, recomenda ainda que o diagnóstico audiológico completo seja concluído até os dois meses de vida, e que a intervenção seja iniciada na criança até os três meses de vida, sugerindo que essa fase seria mais fácil fazer a avaliação objetiva nos bebês, que seja necessária a sedação.

Outro aspecto que deve ser ressaltado é que neonatos que permaneceram mais de cinco dias em UTI e realizaram uso de ototóxicos têm maior risco de dessincronia auditiva, sendo assim, é necessária a realização do PEATE (JOINT COMMITTEE ON INFANT HEARING, 2019).

Assim, quando o neonato passa nas EOA (Emissões Otoacústicas) e apresenta fator de risco para a perda de audição é necessário realizar o PEATE com o objetivo de avaliar a integridade da via auditiva. Caso a criança falhe nas EOA, necessita-se realizar o PEATE para estimar o limiar eletrofisiológico e o diagnóstico audiológico completo precoce.

### 2.1.1 Potencial evocado auditivo de tronco encefálico

O Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) é reconhecido como padrão-ouro para a avaliação auditiva em neonatos. Por conta disso, é utilizado para avaliar a integridade de via auditiva, como também para estimar limiar auditivo eletrofisiológico (CAVALCANTE; ISAAC, 2010).

Outra aplicabilidade do PEATE é na avaliação de indivíduos que apresentam principalmente dificuldade em realização de audiometria e perda auditiva

assimétrica, a fim de avaliar alterações cocleares e retrococleares (HECOX, K.; GALAMBOS, 1974; ROSA et al., 2018).

Esta avaliação se inicia com uma estimulação acústica periférica e avalia a atividade eletrofisiológica até o tronco encefálico. Desta maneira, esse instrumento avalia o tempo de processamento do som até o tronco encefálico e conseqüentemente as estruturas que compõem a via auditiva (HOOD, 1998; CURADO, et al. 2015; ROSA, et al., 2018).

Para obter o registro destes potenciais, são fixados eletrodos (ativo, referência e terra) no vértex e sobre a mastoide ipsilateral e contralateral, e por meio deles é captado um sinal elétrico. Após estimulação acústica por meio de um par de fones, as respostas aparecem num intervalo de 10 ms, permitindo assim a avaliação da via auditiva central (MATAS; FRAZZA; MUNHOZ, 1998).

Como resposta à estimulação auditiva, ocorre a formação de sete ondas que se encontram nos seguintes sítios geradores: [...] onda I: porção distal ao tronco encefálico do nervo auditivo; onda II: porção proximal ao tronco encefálico do nervo auditivo; onda III: núcleo coclear; onda IV: complexo olivar superior; onda V: lemnisco lateral; onda VI: colículo inferior; onda VII: corpo geniculado medial (FERNANDES et al., 2013; JEWETT; WILLISTON, 1971).

O aparecimento dessas ondas se dá em um período de tempo, nomeado como latência. Os valores de latência estão diretamente ligados a características físicas do estímulo, mas também a fatores fisiológicos, como a idade do paciente a ser avaliado. Um neonato não apresenta maturação da via auditiva como um adulto, assim sendo, os valores de latência são aumentados. Assim, quanto menor a sua maturação maior tempo de processamento do som (ESTEVES et al., 2009).

Na prática clínica, para analisar a integridade da via auditiva observa-se os valores das latências das ondas I, III e V, bem como seus respectivos interpicos que são caracterizados pelo intervalo entre estas ondas. Outro parâmetro a ser avaliado é a diferença interaural, que se caracteriza como o tempo de aparecimento da onda V em orelhas distintas, sendo possível avaliar se há a integração da informação no mesmo momento em vias auditivas distintas. Além disso, a avaliação deve ser realizada em intensidades fortes para que seja possível observar as ondas I, III e V.

As ondas I e III tendem a desaparecer conforme diminui a intensidade do estímulo (MENEZES et al., 2018).

Pelo fato de ser um exame eletrofisiológico, não é necessária a resposta do paciente. Além disso, não é um procedimento invasivo e suas respostas são de alta sensibilidade, se comparado às EOAs (SCHOCHAT, 2004).

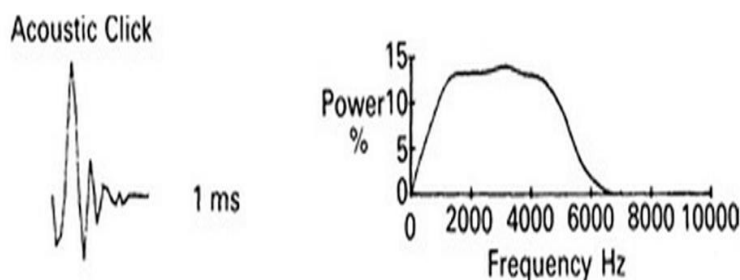
Outro parâmetro a ser analisado no PEATE é a amplitude da onda, que está diretamente ligada à intensidade do estímulo acústico. No entanto, pelo fato de ser mais variável que a latência das ondas, este componente possui aplicação clínica mais limitada (HOOD; BERLIN, 1986).

Atualmente o PEATE é realizado com estímulo *click*, caracterizado por ser um pulso elétrico de início abrupto. Devido a sua ampla faixa espectral, este estímulo ativa um grande número de fibras nervosas, espalhando a energia das frequências de 2 a 4kHz, diminuindo a especificidade de frequência quando utilizado. Sua aplicabilidade é para investigar integridade de via auditiva e estimar limiar eletrofisiológico (STAPELLS; OATES, 1997).

Para avaliar a integridade de via auditiva inicia-se a avaliação na intensidade de 80 dBNA para que seja possível a visualização das ondas I, III e V e seus respectivos interpicos. Conforme se diminui a intensidade para estimar o limiar eletrofisiológico, as ondas I e III tendem a desaparecer. Assim, a menor intensidade que houver a presença da onda V com reprodutibilidade encontra-se o limiar eletrofisiológico (HOOD, 1998).

A desvantagem deste estímulo é que o mesmo avalia uma ampla faixa espectral, geralmente de 2 a 4 k Hz, com menor sensibilidade para detectar alterações nas frequências baixas (QUINTO; RECHIA; BIAGGIO, 2018; DAU, 2000) (figura 1).

**Figura 1 – Acoustic Click**



Fonte: (QUINTO; RECHIA; BIAGGIO, 2018; DAU, 2000).

Em um estudo de Hecox e Galambos (1974) foram avaliadas crianças de três semanas a três anos com o estímulo *click* que constatou que além da latência aumentar com a diminuição da intensidade do estímulo, a mesma diminui seu valor no decorrer da idade.

Para que seja possível obter respostas específicas por frequência, temos o estímulo *tone burst* que apresenta sua energia centrada em uma frequência de tom puro, ativando a membrana basilar somente no local correspondente a esta mesma frequência. O *tone burst* é um estímulo tonal com espectro de frequência curto, possibilitando que apenas uma região específica da cóclea seja estimulada (GORGA et al., 1988).

Alguns estudos demonstram que os limiares encontrados no *tone burst* são importantes na configuração do grau da perda auditiva, auxiliando assim a adaptação de Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI) quando presente perda de audição. Sendo considerado também padrão-ouro para configurar o tipo de perda auditiva. Por outro lado, alguns estudos relatam que o PEATE realizado com este estímulo, principalmente na frequência de 500 Hz, é de difícil visualização e é um exame que demanda maior tempo (STAPELLS; OATES, 1997).

Um estudo realizado com neonatos a termo e prematuros concluiu que a realização do PEATE com estímulo de frequência específica é de extrema importância para o diagnóstico precoce de deficiência auditiva. Outro achado deste estudo foi que a onda V em neonatos prematuros é mais alongada (RIBEIRO, 2002).

Entretanto, um estudo com dez recém-nascidos a termo e sem indicadores de risco para perda auditiva realizou uma comparação do PEATE com estímulos *click* e *tone burst*. Os limiares auditivos eletrofisiológicos foram similares para ambos estímulos e não apresentou diferença estatística significativa dos dois estímulos em relação à intensidade e à latência (ARAÚJO, 2004).

Segundo estudo realizado em lactentes com média de 70 dias de vida, teve como resultado um aumento no limiar eletrofisiológico para a frequência de 500 Hz e uma dificuldade na visualização da onda V. Os níveis mínimos de resposta na frequência de 2000 Hz coincidem com outros estudos. Em relação aos valores de latência, observou-se que o tempo de latência nas frequências de 2000 Hz são menores quando comparadas aos valores de latência de 500 e 1000 Hz (ALMEIDA, 2009).

Outro estudo com 17 lactentes a termo ouvintes comparou o limiar eletrofisiológico do *tone burst* 500 e 4000 Hz com Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEE) em períodos diferentes de vida (0, 2, 4 e 6 semanas). Em 500 Hz, foi observado diferença estatística somente na primeira semana de vida entre as medidas dos dois métodos. Assim, os autores concluíram que como nos períodos de avaliação ainda não havia maturação do SNAC, é mais confiável utilizar o estímulo de frequência específica nas primeiras semanas de vida (RANCE; TOMLIN; RICKARDS, 2006).

O uso do PEATE realizado por meio de *tone burst* na prática clínica não é consensual, pelo fato de demandar mais tempo e necessitar de um audiologista treinado para marcação das ondas. Isso ocorre por ser mais difícil a visualização das mesmas do que quando utilizado o estímulo *click* (TSUN-MIN; FANG-WEI; HSIUEN; HUNG-GHING, 2017).

Araújo (2004) estabeleceu dados normativos para a frequência de 1000Hz, em uma amostra de 10 recém-nascidos a termo sem riscos auditivo. Foram obtidas latências médias para o estímulo com *click* de 6,85 ms, 7,36 ms, 7,9 ms, 8,45 e 8,4 ms nas intensidades de 80, 60, 40, 30 e 20 dBNA<sub>n</sub>, respectivamente. Já para o *tone burst* de 1000Hz as latências médias foram de 9,24 ms, 9,88 ms, 10,45 ms e 11,2 ms nas intensidades de 80, 60, 40 e 30dBNA<sub>n</sub>, respectivamente (ARAÚJO, 2004).

Um estudo de Cavalcante e Isaac (2010) que avalia os valores do PEATE em neonatos a termo e prematuros observou que a latência das ondas I, III e V, eram maiores em neonatos prematuros quando utilizado estímulo *click*. Além disso, quando comparados os valores de latência do estímulo *tone burst*, foram obtidos valores de latência menos alongados em neonatos a termo. Outro achado foi que ao comparar os valores das latências do estímulo *click* com o *tone burst*, observou-se que os valores de latência para o estímulo *click* foram menores. A autora sugere que o estímulo *click* seja utilizado para avaliar a sensibilidade auditiva nas frequências altas, e o estímulo *tone burst* para frequências baixas, sendo possível verificar a configuração audiométrica.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Caracterizar o teste de diagnóstico PEATE com diferentes estímulos acústicos aplicados em neonatos com indicadores de risco.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Observar as diferenças relativas à variável interveniente orelha.
- Descrever valores das latências e interlatências das ondas I, III e V do PEATE em 80, 60, 40 e da onda V em 30 dB para os estímulos *click* e *tone burst*.
- Analisar a relação dos valores de latência da onda V do PEATE *click* entre os valores de latência da onda V do PEATE *tone burst* em 500 e 2000 Hz em diferentes intensidades 80, 60, 40 e 30 dBNA<sub>n</sub> em neonatos a termo e prematuros.
- Verificar a relação da idade gestacional nos valores das latências das ondas I, III e V e interlatência I-III, III-V e I-V do PEATE com estímulo *click*

em 80 dBNA<sub>n</sub> e da onda V em 60, 40 e 30 dBNA<sub>n</sub> e com estímulo *tone burst* nas frequências de 500 e 2000 Hz nas intensidade de 80, 60 40 e 30 dBNA<sub>n</sub>.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Tipo de estudo**

Foi desenvolvido um estudo analítico seccional (transversal)<sup>1</sup>.

### **4.2 Local de realização do estudo**

O estudo foi desenvolvido no Hospital das Clínicas. Distrito de Rubião Junior, Botucatu/SP mediante autorização do responsável.

### **4.3 Considerações Éticas**

Esse estudo foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa, nº: 2900340; CAAE: 96346718.7.0000.

### **4.4 Casuística**

Para realização deste estudo foram selecionados 14 neonatos de ambos os sexos, sendo cinco prematuros e nove a termo com indicadores de risco. É importante destacar que os participantes da pesquisa estavam internados no hospital e o período de coleta foi de Julho a Novembro de 2019. Nesse período passaram pelo serviço 32 neonatos, 18 excluídos a partir dos critérios do estudo.

---

<sup>1</sup> Nos estudos seccionais, a condição de saúde do participante é determinada simultaneamente...e não é possível fazer associações do tipo causa-efeito (LIMA-COSTA; BARRETO, 2003).

A avaliação foi realizada nestes neonatos com idade entre um e quatro meses. Com a permissão dos responsáveis, os participantes realizaram as seguintes avaliações:

- Avaliação Otorrinolaringológica.
- Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico por Estímulo *click* e *tone burst*.

#### 4.4.1 Critérios de Inclusão

No serviço de Saúde Auditiva do referido hospital é realizado a TANU nos neonatos na enfermaria, antes da alta hospitalar. Os neonatos que falham retornam ao serviço após alta hospitalar para realizar o reteste. Quando estes neonatos retornavam para o reteste e havia resultado de “passa” e presença de fator de risco para perda de audição, os responsáveis pelo neonato eram convidados a participar do estudo. Foram incluídos no presente estudo, neonatos em boas condições de saúde com presença de EOA-T na triagem auditiva.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (1974), foram considerados neonatos prematuros aqueles nascidos com idade gestacional menor que 37 semanas. Participaram do estudo os neonatos autorizados pelos pais e/ou responsáveis por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que foi assinado pelos mesmos. Foi possível a participação no presente estudo neonatos com indicadores de risco para a Perda Auditiva, segundo Joint Committee on Infant Hearing (2019). Os fatores de risco são:

- Infecções congênicas como: zika, citomegalovírus, herpes, rubéola, sífilis e toxoplasmose.
- História familiar de perda auditiva permanente na infância.
- Achados físicos com alterações de pigmento, de anexos, osteomusculares que se relacionam a alguma síndrome relacionada com deficiência auditiva sensorineural ou perda auditiva condutiva permanente.
- Anomalias craniofaciais, incluindo marcas auriculares, *pits* de orelha e alterações do conduto e/ou pavilhão auditivo.



- Permanência em UTI neonatal por mais de 5 dias, ou utilização de: ventilação mecânica e exposição a drogas ototóxicas.
- Infecções pós-natais associadas com perda auditiva neurosensorial, como meningites bacterianas e virais ou encefalite viral.
- Hiperbilirrubinemia associada abaixo peso, apgar menor que 4 no 1º minuto e menor que 6 no 5º minuto de vida, como também, associada a exsanguineotransfusão.
- Asfixia perinatal.

#### 4.4.2 Critérios de exclusão

Não participaram deste estudo neonatos com alterações de orelha média e/ou alterações encontradas na meatoscopia realizada pelo Otorrinolaringologista.

Além disso, os neonatos que acordavam durante o exame e não dormiam, novamente eram reagendados para dar continuidade na avaliação, porém muitos não retornavam. Assim sendo, estes também foram excluídos. Foi incluído um número menor de neonatos prematuros do que a termo durante o período da pesquisa, já que foi preciso excluir diversos neonatos da amostra.

### **4.5 Procedimentos**

A pesquisa do PEATE foi realizada utilizando o equipamento GN Otometrics®, modelo Charter 200, em ambiente silencioso, com o lactente confortavelmente acomodado no colo do responsável durante o sono natural.

#### 4.5.1 Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico - *click*

Após a limpeza da pele com pasta abrasiva (Nuprep®), os eletrodos foram fixados em pontos específicos. O eletrodo positivo (ativo) foi fixado à frente (Fz)

conectados simultaneamente os negativos (de referência) nas regiões da mastoide (M1 e M2). O eletrodo terra (neutro) foi colocado na frente. A impedância dos eletrodos foi mantida sempre abaixo de 5 kohms.

Inicialmente foi pesquisada a intensidade de 80 dBNA<sub>n</sub>, buscando identificar a presença das ondas I, III e V e suas respectivas latências, além de avaliar a integridade das vias auditivas até o tronco encefálico. Para pesquisar o limiar eletrofisiológico, as intensidades foram diminuídas 60, 40 e para 30 dBNA<sub>n</sub>, sendo registradas as latências absolutas das ondas V.

O estímulo foi apresentado por meio do fone de inserção – ER 3A, com estimulação monoaural, com *clicks* filtrados (filtro passa banda *high pass* de 50Hz e *low pass* de 1500Hz), duração de 100 µs, polaridade rarefeita e a taxa de apresentação dos estímulos foi de 27.77.ms. Foram fornecidos 1.024 cliques, replicados, com ganho de 100.000x e tempo de análise de 15 ms. Como padronização do exame, a intensidade do estímulo foi de 80, 60, 40 e 30dBNPS.

#### 4.5.2 Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico - *tone burst*

Em um segundo momento foi mantida a mesma disposição de eletrodos (eletrodo ativo na frente-Fz e os de referência nas mastóides-M1 e M2). Para a coleta de dados com o estímulo *tone burst* foram analisadas as frequências de 500 e 2000 Hz O *tone burst* foi construído com envelope *Blackman*, com duração de 8000µseg para 500Hz e 2000µseg para 2000Hz, todos sem platô. A polaridade foi condensada com taxa de estimulação de 27,7ms. As respostas foram amplificadas com ganho de 100.000x, com tempo de análise de 15 ms e com filtro de banda de 50-1500Hz. Foram realizadas 2000 promediações por duas vezes, a fim de encontrar a reprodutibilidade de onda, sendo pesquisada a onda V nas intensidades de 80, 60, 40 e 30 dBNA<sub>n</sub>.

## 5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram tabulados e processados pelo aplicativo para microcomputador SPSS versão 23.0. Para a análise dos dados lançou-se mão da apresentação tabular e gráfica, das médias, dos desvios-padrões, dos percentis e dos testes de hipóteses.

Após os dados obtidos serem caracterizados com a utilização de técnicas de estatística descritiva, aplicou-se o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov para avaliar a normalidade das distribuições das variáveis. Foi utilizado também, o teste de Mann-Whitney e Wilcoxon para observar as diferenças entre as variáveis dependentes parto (prematuro e termo) e orelha. Para comparar os estímulos *click* e *tone burst* foi utilizado ANOVA (*one way*). Para associar a variável idade gestacional e medidas do PEATE foi utilizado o teste de correlação bivariada com grau de relacionamento linear observado por meio do coeficiente de Spearman. Os valores foram considerados significativos para  $p$  menor que 0,05 ( $p < 0,05$ ).

## 6 RESULTADOS

Na tabela 1 temos a descrição do perfil da amostra de estudo.

**Tabela 1** - Descrição do perfil da amostra.

Neonatos	Sexo	IR	IG	Idade na data do exame
N1	M	Apgar baixo	38,0	2 meses
N2	M	Inf Cong	39,0	1 mês
N3	M	Inf Cong	35,3	1 mês
N4	M	Histórico DA	37,9	1 mês
N5	F	Inf Cong	38,7	1 mês
N6	M	Apgar baixo	37,3	1 mês
N7	M	Múltiplos	26,1	4 meses
N8	M	Inf Cong	37,4	3 meses
N9	F	Apêndice	37,4	2 meses
N10	M	Drogas	37,9	1 mês
N11	M	CPAP>5d	36,1	2 meses
N12	F	Ex Transf	34,0	4 meses
N13	F	Ex Transf	34,0	4 meses
N14	F	Inf Cong	40,4	3 meses

Legenda: N- neonatos; M: masculino; F: feminino; IR: indicador de risco; IG: idade gestacional; Inf Cong: infecções congênitas; Ex Transf: exsanguíneo transfusão; DA: deficiência auditiva.  
Fonte: A autora.

Participaram do estudo 09 neonatos do sexo masculino e 05 do sexo feminino, com idade cronológica média de 2,14 meses e idade gestacional média de 36,4 semanas. Dos participantes 09 tinham idade gestacional superior a 37 semanas. Em relação aos indicadores de risco, as doenças infectocontagiosas da mãe foi o risco mais frequente entre os participantes (5).

Inicialmente foram realizadas comparações entre as orelhas e uma vez que não foram encontradas diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ) significativa entre as mesmas, os dados foram analisados em conjunto totalizando um tamanho amostral (n) de 28 medidas das orelhas direita e esquerda.

Na tabela 2 encontram-se uma análise descritiva das variáveis do estudo. Foram descritos a média, desvio padrão e intervalo de confiança dos componentes do PEATE com estímulo *click* na intensidade de 80 dBNA. Foram analisadas as latências das ondas I, III e V e os seus interpicos I-III, III-V e I-V. Além disso, foi analisado o valor da onda V em 60, 40 e 30 dBNA.

**Tabela 2** - Média, desvio padrão e intervalo de confiança dos valores de latência dos componentes do PEATE para os estímulos *click* em neonatos pré-termo e a termo (n = 28 medidas).

	Média (ms)	DP	IC	
<b>Pré-termo</b>				
Click 80 I	1,7	0,1	1,5	1,9
Click 80 III	4,5	0,2	4,2	4,8
Click 80 V	6,9	0,2	6,5	7,3
Click I-III	2,8	0,2	2,7	3,0
Click III-V	2,3	0,2	2,0	2,7
Click I-V	5,2	0,3	4,6	5,5
Click 60 V	7,6	0,1	7,3	7,8
Click 40 V	8,2	0,3	8,0	8,8
Click 30 V	9,0	0,7	8,0	10,5
<b>A termo</b>				
Click 80 I	1,6	0,1	1,4	1,9
Click 80 III	4,4	0,3	3,0	4,8
Click 80 V	6,7	0,5	4,5	7,2
Click I-III	2,7	0,3	1,4	3,1
Click III-V	2,2	0,2	1,5	2,6
Click I-V	5,0	0,5	4,6	5,6
Click 60 V	7,2	0,3	6,4	7,6
Click 40 V	8,0	0,3	7,1	8,5
Click 30 V	8,4	0,7	5,8	9,5

Legenda: 80- 80 dBNA; 30- 30 dBNA; 60- 60 dBNA; 40- 40dBNA; DP- desvio padrão; IC- intervalo de confiança.

Fonte: A autora.

Mediante resultados acima observamos que os valores da onda I, III e V entre neonatos a termo e pré-termo não apresenta uma grande diferença de média. Contudo quando se leva em conta os valores do intervalo de confiança, é possível observar que nas ondas III e V os valores nos neonatos a termo apresentam uma maior variação e são mais precoces, o que produz o mesmo efeito nas interlatências III-V e I-V. Além disso, ao analisar a média dos valores de latência da onda V nas intensidades de 60, 40 e 30 dBNA é maior o valor nos neonatos pré-termo, como também os intervalos de confiança nessas intensidades se alonga nos neonatos pré-termo quando comparados aos neonatos a termo.

Abaixo temos a tabela descritiva com os valores de média, desvio padrão e intervalo de confiança dos valores de latência da onda V com estímulo *tone burst* em 500 e 2000 Hz em neonatos pré-termo e a termo.

**Tabela 3** - Média, desvio padrão e intervalo de confiança dos valores de latências dos componentes do PEATE para o estímulo *tone burst* em 500 e 2000 Hz em neonatos pré-termo e a termo (n = 28 medidas)

	N	Média (ms)	DP	IC	
<b>Pré-termo</b>					
Tb_2000_80	5	8,2	0,3	7,8	8,7
Tb_2000_60	3	9,6	0,6	9,0	10,0
Tb_2000_40	3	10,6	0,6	10,0	11,6
Tb_2000_30	5	11,5	1,8	9,8	15,0
Tb_500_80	5	9,4	0,8	7,2	10,2
Tb_500_60	3	11,6	0,6	10,8	12,4
Tb_500_40	3	12,4	0,4	11,6	13,0
Tb_500_30	5	12,8	0,8	12,0	14,9
<b>A termo</b>					
Tb_2000_80	9	7,9	0,7	6,2	8,8
Tb_2000_60	8	9,0	0,6	7,8	10,3
Tb_2000_40	8	10,2	0,6	8,6	11,5
Tb_2000_30	9	11,3	0,8	10,4	17,7
Tb_500_80	9	9,1	1,5	5,9	11,2
Tb_500_60	8	11,0	1,1	8,2	12,4
Tb_500_40	8	12,0	1,0	10,0	14,0
Tb_500_30	9	12,4	1,5	9,4	14,5

Legenda: 80- 80 dBNA; 30- 30 dBNA; 60- 60 dBNA; 40- 40dBNA; Tb- *tone burst*; DP- desvio padrão; IC- intervalo de confiança; N- número de neonatos que realizaram o exame.

Fonte: A autora.

Os valores de média das latências das ondas do PEATE com estímulo *tone burst* em todas as intensidades foram maiores nos neonatos pré-termo do que nos

neonatos a termo. O desvio padrão da média foi maior nos neonatos a termo do que pré-termo, mostrando maior variação entre os neonatos desse grupo.

Na tabela 4 temos a comparação das médias e valor de significância dos valores de latência das ondas I, III e V e seus interpicos em 80 dBNA<sub>n</sub> e a onda V nas intensidades de 60, 40 e 30 dBNA<sub>n</sub>.

**Tabela 4** - Comparação das médias e significância dos valores de latência das ondas do PEATE *click* entre neonatos a termo e pré-termo.

	IG	N	Média	Valor de p*
Click_80_I	Termo	18	1,6	0,82
	Pre-termo	10	1,7	
	Total	28		
Click_80_III	Termo	18	4,4	0,73
	Pre-termo	10	4,5	
	Total	28		
Click_80_V	Termo	18	6,7	0,77
	Pre-termo	10	6,9	
	Total	28		
Click_I-III	Termo	18	2,7	0,68
	Pre-termo	10	2,8	
	Total	28		
Click_III-V	Termo	18	2,2	0,61
	Pre-termo	10	2,3	
	Total	28		
Click_I-V	Termo	18	5,0	0,51
	Pre-termo	10	5,2	
	Total	28		
Click_60_V	Termo	16	7,2	0,18
	Pre-termo	5	7,6	
	Total	21		
Click_40_V	Termo	16	8,0	0,28
	Pre-termo	5	8,2	
	Total	21		
Click_30_V	Termo	18	8,4	0,28
	Pré-termo	10	9,0	
	Total	28		

Legenda: 80- 80 dBNA<sub>n</sub>; 30- 30 dBNA<sub>n</sub>; 60- 60 dBNA<sub>n</sub>; 40- 40dBNA<sub>n</sub>; I-III: intervalo I-III. III-V: intervalo III-V; I-V: intervalo I-V; n = amostra; valor de p≤0,05 – teste Mann-Withney.



Não foram encontrados valores estatisticamente significantes quando comparados as condições de parto e os valores de latência das ondas I, III e V bem como seus interpicos nas intensidades de 80, 60, 40 e 30 dBNA<sub>n</sub>.

Na tabela 5 temos descrito o valor de média e significância da onda V do PEATE com estímulo *tone burst* nas frequências de 500 e 2000 Hz nas intensidades de 80, 60, 40 e 30 dBNA<sub>n</sub>.

**Tabela 5** - Comparação das médias e significância dos valores de latência das ondas do PEATE *tone burst* entre neonatos a termo e pré-termo.

	IG	N	Média	Valor de p*
Tb_80_2000_V	Termo	18	7,9	0,37
	Pre-termo	10	-8,2	
	Total	28		
Tb_60_2000_V	Termo	16	9,0	0,02*
	Pre-termo	6	9,6	
	Total	22		
Tb_40_2000_V	Termo	16	10,2	0,25
	Pre-termo	6	10,6	
	Total	22		
Tb_30_2000_V	Termo	18	11,3	0,59
	Pre-termo	10	11,5	
	Total	28		
Tb_80_500	Termo	18	9,1	0,98
	Pre-termo	10	9,4	
	Total	28		
Tb_60_500	Termo	16	11,0	0,46
	Pre-termo	6	11,6	
	Total	22		
Tb_40_500	Termo	16	12,0	0,33
	Pre-termo	6	12,4	
	Total	22		
Tb_30_500	Termo	18	12,4	0,96
	Pre-termo	10	12,8	
	Total	28		

Legenda: 80- 80 dBNA<sub>n</sub>; 30- 30 dBNA<sub>n</sub>; 60- 60 dBNA<sub>n</sub>; 40- 40dBNA<sub>n</sub>;V-onda V; N: número de orelhas testadas; valor de  $p \leq 0,05$  – Teste Mann-Whitney.

Não foram encontradas diferenças significantes na onda V do PEATE com estímulo *tone burst* em 500 Hz nas diferentes intensidades pesquisadas. Quando comparadas as condições de parto e os valores de latência da onda V do PEATE do *tone burst* em 2000 Hz, na intensidade de 60 dBNA foi observado diferença signicante. Nessa mesma frequência não foram encontradas significância nas comparações para todas as outras intensidades pesquisadas.

Na tabela abaixo temos a comparação entre os valores da onda V do PEATE entre os estímulos *click* e *tone burst* nas frequências de 500 e 2000 Hz.

**Tabela 6** - Comparação de intervalo de confiança e significância dos valores de latência da onda V do PEATE com estímulos *click* e *tone burst*.

Var. Dep.	Estímulo	Estímulo	Dif. Média	IC	Valor de p*
Onda V_80	Click	2000Hz	-1,30*	-1,9137	0,000*
		500Hz	-2,50*	-3,1148	0,000*
	2000Hz	Click	1,30*	,6973	0,000*
		500Hz	-1,20*	-1,8037	0,000*
	500Hz	Click	2,50*	1,8984	0,000*
		2000Hz	1,20*	,5984	0,000*
Onda V_60	Click	2000Hz	-1,84*	-2,4274	0,000*
		500Hz	-3,84*	-4,4310	0,000*
	2000Hz	Click	1,84*	1,2651	0,000*
		500Hz	-2,00*	-2,5780	0,000*
	500Hz	Click	3,84*	3,2688	0,000*
		2000Hz	2,00*	1,4293	0,000*
Onda V_40	Click	2000Hz	-2,27*	-2,7974	0,000*
		500Hz	-4,04*	-4,5679	0,000*
	2000Hz	Click	2,27*	1,7605	0,000*
		500Hz	-1,77*	-2,2828	0,000*
	500Hz	Click	4,04*	3,5310	0,000*
		2000Hz	1,77*	1,2581	0,000*
Onda V_30	Click	2000Hz	-2,77*	-3,5347	0,000*
		500Hz	-3,95*	-4,7119	0,000*
	2000Hz	Click	2,77*	2,0238	0,000*
		500Hz	-1,17*	-1,9257	0,001*
	500Hz	Click	3,95*	3,2010	0,000*
		2000Hz	1,17*	,4286	0,001*

Legenda: 80- 80 dBNA; 30- 30 dBNA; 60- 60 dBNA; 40- 40dBNA; IC: intervalo de confiança; valor de  $p \leq 0,05$ ; \*ANOVA com Bonferroni.

Na tabela 6 foram encontradas diferenças significantes entre todos os valores de latência da onda V do PEATE obtidos com estímulo *click* e *tone burst* em todas as intensidades sonoras pesquisadas.

Na tabela 7, temos descrito a correlação e significância entre as ondas I, III e V e seus interpicos do PEATE com estímulo *click* e *tone burst* e idade gestacional nas intensidades de 80, 60, 40 e 30 dBNA.

**Tabela 7** - Valores do coeficiente de correlação e de significância da correlação entre os valores de latência das ondas do PEATE com estímulo *click* e idade gestacional.

	IG R	valor de p
<b>PEATE-Click Onda I</b>		
Onda III	-0,29 -0,36	0,1 0,50
Onda V	-0,21	0,29
Inter I-III	-0,20	0,31
Inter III-V	-0,09	0,63
Inter I-V	-0,13	0,49
Onda V_60	-0,03	0,86
Onda V_40	0,094	0,68
Onda V_30	-0,09	0,63
<b>PEATE Tb-2000</b>		
Tb_2000_80	-0,03	0,84
Tb_2000_60	-0,36	0,09
Tb_2000_40	-0,08	0,72
Tb_2000_30	0,12	0,52
<b>Tb-500</b>		
Tb_500_80	-0,12	0,53
Tb_500_60	-0,28	0,19
Tb_500_40	-0,47	0,02*
Tb_500_30	-0,28	0,14

Legenda: Inter\_I-III- interlatência I-III; Inter\_III-V- interlatência III-V; Inter\_IV- interlatência I-V; 80- 80 dBNA; ; Tb: *tone burst*; 2000: 2000 Hz; 500: 500 Hz ;60- 60 dBNA; 40- 40 dBNA; 30- 30dBNA; r:

coeficiente de correlação; p: valor de significância (estatisticamente significante  $<0,05$ ) – Teste Spermann.

Fonte: A autora.

A tabela 7 apresenta a comparação da idade gestacional com os valores das latências das ondas do PEATE *click* e foi encontrada diferença significativa para a onda III em 80 dBNA.

Na comparação entre idade gestacional e o estímulo *tone burst* em 2000Hz não foram encontradas diferenças estatísticas significantes. Contudo, com o estímulo *tone burst* em 500 Hz foi encontrada significância na intensidade de 40 dBNA.

## 7 DISCUSSÃO

Nos dias atuais, o avanço da tecnologia vem trazendo aperfeiçoamento e fidedignidade ao diagnóstico audiológico eletrofisiológico.

Segundo o JCIH (2019), a avaliação para detectar a perda auditiva em neonatos deve ser realizada em até o 2º mês de vida para que até o 3º mês de vida seja possível a habilitação da audição. Com isso, temos a necessidade de padronizar e melhor investigar as medidas empregadas nas avaliações e seus resultados esperados.

Neste estudo buscamos avaliar por meio do PEATE neonatos prematuros e a termo com fator de risco para a perda de audição com estímulos *click* e *tone burst*.

A partir dos achados da literatura, os valores médios das latências das ondas I, III e V com PEATE *click* em neonatos a termo foram 1,8, 4,6 e 6,8 ms, respectivamente, e os interpicos foram 2,2, 2,4 e 4,9 ms, bem próximo das médias dos valores do estudo atual. Nos neonatos pré-termo foram encontrados valores de 1,7, 4,5 e 6,9 para as latências das ondas I, III e V. Os interpicos variam de 2,3, 2,4 a 5,3 ms, bem próximo dos valores encontrados neste estudo (JIANG et al., 2005; CAVALCANTE; ISAAC, 2010, JIANG, 1995). Assim, quando realizado o PEATE com estímulo *click* em neonatos a termo e pré-termo valores semelhantes aos observados da literatura.

Ao comparar a média dos valores de latência das ondas do PEATE com *tone burst* entre os grupos estudados, observa-se uma tendência do neonato prematuro apresentar latência maior (JIANG et al., 2005; CAVALCANTE; ISAAC, 2010; RIBEIRO, 2002). Além disso, ao comparar os valores absolutos das ondas em todas as intensidades no estímulo *tone burst* em 500 e 2000 Hz, nosso estudo apresenta um valor médio, mais precoce, quando comparado a outros estudos.

Os estudos citados anteriormente realizaram a avaliação em neonatos com até 28 dias de vida e a média de idade gestacional para os neonatos pré-termo foi de 34 semanas. Tal diferença pode ser explicada devido a diferença de idade das amostras do estudo. Neste estudo, foram avaliados neonatos de 1 e 4 meses com média da idade de 2,2 meses e idade gestacional de aproximadamente 36,5 semanas.

A avaliação auditiva realizada por meio do potencial de curta latência com estímulo *click* é amplamente utilizada na rotina clínica para diagnosticar perdas auditivas em bebês. Este estímulo é caracterizado por ativar uma ampla área da membrana basilar e, desta forma, avalia um espectro de frequências, de 2 a 4 kHz. (STAPELLS; GRAVEL; MARTIN, 1995). Com isso, não é possível obter a sensibilidade auditiva para frequências graves. Assim, uma solução é realizar o potencial com estímulo *click* associado ao estímulo de frequência específica (LAUKLI, 1983).

Em contrapartida ao estímulo *click*, o estímulo *tone burst* é caracterizado por ser um estímulo tonal breve, que ativará um ponto específico da membrana basilar. Como esse tipo de estímulo pode-se avaliar as frequências de 500 a 4000 Hz separadamente e torna-se possível avaliar frequências que não estão contidas dentro do espectro do estímulo *click* (STAPELLS; GRAVEL; MARTIN, 1995).

É de grande importância realizar o PEATE com estímulo *tone burst*, como no presente estudo, para ser possível avaliar as frequências graves e possivelmente excluir uma perda de audição em rampa, já que esta frequência não é avaliada no PEATE com estímulo *click* (CAVALCANTE; ISAAC, 2010).

O PEATE quando realizado com o estímulo de frequência específica pode prever exatamente qual é o limiar eletrofisiológico em cada frequência específica. Com o uso deste estímulo viabiliza a caracterização do audiograma eletrofisiológico

e assim possibilita a realização da habilitação auditiva por meio de dados objetivos (STAPPELLS; GRAVEL; MARTIN, 1995; SUZUKI et al., 1982).

De acordo com as teorias das ondas viajantes de Von Békésy (1960), um estímulo vibratório se propaga através da membrana basilar causando maior amplitude de movimento em determinado ponto da mesma. Ao mesmo tempo sons distintos simultâneos podem estimular a cóclea e ocasionar vibrações em dois locais diferentes. Assim, a cóclea tem uma estrutura tonotópica e de seletividade de frequência, em que sons agudos se encontram na base e sons graves no ápice. Segundo esta teoria, nos sons graves há a mobilização de toda a membrana basilar e por conta deste fato o estímulo sonoro consegue chegar até o ápice da cóclea.

Assim sendo, explica-se o fato de que PEATE, quando é realizado por frequências baixas tem o valor de latências maior do que quando realizado por frequências altas. Este fato pode ser explicado pela distribuição tonotópica da membrana coclear. As frequências baixas se concentram nas áreas apicais da cóclea e as ondas viajantes demoram mais tempo para chegar nesta região, ocasionando, como consequência um aumento das latências nessas frequências (STAPPELLS, 2000).

A desvantagem em realizar o PEATE com estímulo *tone burst* é o tempo que demanda para avaliar frequência por frequência. E, se o exame for realizado em sono natural do neonato o mesmo pode acordar e comprometer a qualidade da avaliação (CAVALCANTE; ISAAC, 2010).

Sendo assim, uma boa solução para realizar o PEATE e estimar o limiar eletrofisiológico auditivo seria interessante associar o estímulo *click* com o *tone burst* pelo menos na frequência de 500 Hz para que seja possível obter a configuração de resposta mínima por frequência, para detectar possíveis perdas em rampa (CAVALCANTE; ISAAC, 2010; RIBEIRO, 2002).

Nesse estudo, ao comparar os valores de latência do PEATE com estímulo *click* e *tone burst* observa-se que os valores das latências do estímulo por frequência específica com *tone burst* são mais alongadas, por estimular células específicas e menos fibras nervosas, o que conseqüentemente aumenta o tempo de processamento sonoro (PINTO; MATAS, 2007).

Com isso, este estudo concorda com a literatura que comprova o quanto os estímulos *click* e *tone burst* são diferentes e complementares. O estímulo *click* e *tone burst* quando correlacionados nesse estudo apresentaram uma correlação média. O estímulo *click* está intimamente correlacionado ao estímulo *tone burst* nas frequências de 2000 e 4000 Hz (TSUN-MIN; FANG-WEI; HSIUEN; HUNG-GHING, 2017).

Com o *click* a estimulação da via auditiva é feita como um todo não sendo possível predizer o limiar exato para a cada frequência, principalmente nas frequências graves. Por conta disso, o uso do PEATE com estímulo *tone burst* tem aplicabilidade clínica fundamental.

Outro dado importante encontrado em nosso estudo, é que a idade gestacional tem correlação com os componentes neurais do PEATE quando gerado com *tone burst* em 500 Hz e por isso uma importante relação com maturação da via auditiva. Alguns estudos com animais e humanos mostram um padrão maturacional ao nível de tronco encefálico correspondente a maturação tonotópica coclear, que se inicia na curva basal média e após isto as regiões apicais (PUJOL, 1985; ROMAND, 1997).

De acordo com este estudo, como a maturação termina nas regiões apicais da cóclea, onde se localiza a frequência de 500 Hz, justifica-se a importância do uso do PEATE com estímulo *tone burst* nesta frequência, que pode fornecer informações maturacionais da via auditiva.

Nos estudos de Hyde (1985) e Araújo (2004), relataram que houve dificuldade de visualização da onda V do PEATE com estímulo *tone burst* em 500 Hz na intensidade de 30 dBNA e no estudo atual foi observada a presença da onda nesta frequência e intensidade em todos neonatos. Este fato pode estar relacionado à maturação da via auditiva nos neonatos participantes de seus estudos com idade gestacional média de 36,4 meses e idade cronológica de 2,2 meses no dia do exame.

As vias auditivas ao nível do tronco encefálico responsáveis por gerar o PEATE, se desenvolvem entre a 21ª semana fetal até o terceiro ano de vida, como consequência o diâmetro do tronco encefálico aumenta ao mesmo em que as estruturas e seus sítios auditivos irão maturar com o avanço da idade. Dessa forma,



há uma relação direta entre os valores dos interpicos aumentados e a prematuridade.

Em prematuros há um atraso de processamento do som quando comparados aos neonatos, a termo que pode ser explicado pelo fato de que o grau de mielinização do nervo torna mais lento o desenvolvimento das estruturas da via auditiva (SLEIFER et al., 2007; CASALI; SANTOS, 2010). A presença de algum fator de risco para perda de audição nos neonatos a termo pode influenciar também a maturação da via auditiva.

Ao comparar as latências do PEATE de recém-nascidos a termo e pré-termo encontra-se na literatura um prolongamento nos valores das latências das ondas do potencial nos neonatos prematuros. Estes indivíduos apresentam um nascimento antecipado e como consequência se dá o amadurecimento tardio de diversas estruturas neuroauditivas (JIANG, et al. 2005; EGGERMONT; SALAMY, 1988).

Mediante isto, justifica-se também o aumento nos valores das latências dos componentes neurais dos neonatos pré-termo encontrados no estudo, resultado desse atraso na condução elétrica do som que ainda não desenvolveu totalmente a mielinização das estruturas da via auditiva até o tronco encefálico.

Neste estudo, não foi encontrada diferença significativa entre neonatos a termo e pré-termo. Tal achado pode ser sido influenciado pelo número maior de neonatos a termo em relação ao pré-termo na amostra do estudo. Além disso, a média da idade gestacional entre os neonatos foi de 36,4 semanas, tempo de gestação muito próximo da idade gestacional dos neonatos a termo da pesquisa, o que pode ter prejudicado a comparação. Além disso, outro fato que pode ter influenciado é que os neonatos a termo também apresentavam fatores de risco para a perda de audição, podendo influenciar na maturação.

Jiang (1995) relata que pode haver um aumento no valor de latência para neonatos prematuros e que com um mês de vida estes valores tendem a se igualar aos pares a termo. Além disso, em seu estudo, o pesquisador concluiu que a prematuridade isolada não tem consequência no desenvolvimento da via auditiva, já que por meio da plasticidade neural o sistema nervoso se adapta a mudanças no desenvolvimento. Sendo assim, neste a prematuridade parece não ter influenciado na variação dos resultados entre os neonatos.

De acordo com Gorga et al. (1988), Fichino (2007), Ribeiro e Carvallo (2008) e Casali e Santos (2010) não encontraram valores estatisticamente significantes quando comparadas as orelhas direita e esquerda concordando com estudo descrito. Conforme descrito na literatura às orelhas estão diretamente correlacionadas, para que seja possível o processamento da informação binaural e simultânea.

Um estudo do PEATE em indivíduos de audição normal mostra que eles apresentam estruturas anatômicas simétricas, faz com que o processamento do som ocorra ao mesmo tempo em ambas orelhas até tronco encefálico. No sistema auditivo ambas orelhas apresentam respostas auditivas de regiões variadas do tronco encefálico e os resultados de uma orelha pode se correlacionar com os resultados esperados pela orelha oposta ao longo da maturação auditiva (CASALI; SANTOS, 2010).

Por outro lado, existem estudos que descrevem intervalos interpicos menores e amplitudes maiores na orelha direita e acredita-se que este resultado se dá maturação da via auditiva acelerada à direita quando comparada à orelha esquerda (ELDREDGE; SALAMY, 1996).

Assim sendo, os nossos resultados coincidem com os estudos citados anteriormente. Todos os neonatos a termo e pré-termo participantes do estudo apresentavam indicador de risco para a perda de audição. Portanto, estes indicadores podem ter influenciado na maturação auditiva, já que a prematuridade isolada parece não ter consequências no desenvolvimento do sistema (JIANG, 1995).

É importante ressaltar que para realizar o PEATE *click* e *tone burst* em um mesmo dia temos que contar com o sono natural para garantir a qualidade do exame. Contudo, muitas vezes o bebê acorda e o clínico opta por reagendar o exame. Isso foi uma grande dificuldade na realização do estudo, já que diversos neonatos não retornavam para a avaliação em outra data agendada. Além disso, muitos neonatos que realizaram o exame EOA na maternidade antes da alta hospitalar, quando retornavam para realizar o PEATE apresentava comprometimentos condutivos e por conta disso, diversos neonatos tiveram que ser excluídos da amostra.

Este estudo demonstra a importância da avaliação auditiva eletrofisiológica ser realizada por ambos estímulos acústicos, *click* e *tone burst*. Ambos estímulos são complementares e irão auxiliar na configuração da perda auditiva na prática clínica, tornando o diagnóstico e a intervenção futura mais objetiva e assertiva (CAVALCANTE; ISAAC; 2010).

Outro fato que deve ser ressaltado é que o PEATE com estímulo *tone burst* em 500 Hz pode ser utilizado para verificar a maturação da via auditiva. Na rotina clínica quando não for possível encontrar a onda V próximo do limiar auditivo, pode ser útil repetir o exame após um tempo para que se dê a maturação, podendo apresentar a onda na intensidade pesquisada num segundo momento. Além, as variações dos valores de latência ao longo do avanço da idade, pode ser um importante indicador da maturação auditiva.

A ampliação desse estudo com número maior de neonatos pré-termo pode ser interessante uma melhor investigação e caracterização do efeito da prematuridade e dos indicadores de risco auditivo no PEATE.

## 8 CONCLUSÃO

Neste estudo do registro do PEATE, a prematuridade e a orelha estimulada parecem não ter influenciado na variação dos resultados entre os neonatos.

Os estímulos *click* e *tone burst* no registro do PEATE, demonstram ser diferentes e a mesmo tempo complementares, podendo ser associado o uso de ambos estímulos na prática clínica para obter um diagnóstico auditivo mais confiável.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. G. **Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico por Frequência Específica em lactentes do nascimento aos três meses de idade.** 2009. 113 f. Dissertação (Mestrado em Fonoaudiologia) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.
- ALVARENGA, K. F. et al. Participação das famílias em Programas de Saúde Auditiva: um estudo descritivo. **Rev Soc Bras Fonoaudiologia.** p. 49-53, 2011.
- AQUINO, A. M. C. M. de (org). **Processamento auditivo: eletrofisiologia e psicoacústica.** São Paulo: Lovise, 2002. p. 63-85.
- ARAÚJO, F. C. M. de. **Interpretação clínica do potencial evocado auditivo do tronco encefálico na frequência específica de 1000Hz em recém-nascidos.** 2004. 111 f. Dissertação (Mestrado em Fonoaudiologia) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.
- AURÉLIO, F. S.; TOCHETTO, T. M. Triagem auditiva neonatal: experiências de diferentes países. **Arq Int Otorrinolaringologia.** p. 355-63, 2010.
- BAKHOS, D. et al. Electrophysiological exploration of hearing. **European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases.** v. 134, n. 5, p. 325-331, 2017.
- BEATTIE, R. C.; ROCHVERGER, I. Normative behavioral thresholds for short tone bursts. **J Am Acad Audiol.** p. 453-61, 2001.
- CASALI, R. L.; SANTOS, M. F. C. dos. Auditory Brainstem Evoked Response: response patterns of fullterm and premature infants. **Braz J Otorhinolaryngol.** v. 76, n. 6, p. 729-738, 2010.
- CAVALCANTE, J. M. S.; ISAAC, M. L. **Registro dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico por estímulos click e tone burst em recém-nascidos a termo e pré-termo.** 2010. Dissertação (Mestrado em Medicina) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2010.
- CAVALCANTI, H. G. et al. Overview of newborn hearing screening programs in Brazilian maternity hospitals. **Braz J Otorhinolaryngol.** v. 80, n. 4, p. 346–353, 2014.
- CHIAPPA, K. H. Principles of evoked potentials. **Lippincott-Raven Publishers.** p. 1-30, 1997.
- CONE-WESSON, B. et al. The auditory steady-state response: comparisons with the auditory brainstem response. **Journal Academ. Audiology,** p. 173-87, 2002.

COSTA-FILHO, O. A. et al. Emissões otoacústicas evocadas: produto de distorção em neonatos audiológicamente normais. **Rev Bras Otorrinolaringol**. v. 67, n. 5, p. 644-8, 2001.

COSTA, S. M. B.; COSTA-FILHO, O. A. O estudo dos potenciais evocados acusticamente do tronco cerebral em recém-nascidos pré-termos. **Rev Bras Otorrinolaringol**, v. 64, p. 231-238, 1998.

CURADO, N. R. P. V. et al. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico por condução óssea: uma revisão integrativa. **Rev. CEFAC**. v. 17, n. 2, p. 635-647, 2015.

DAU, T. Auditory brainstem responses with optimized chirp signals compensating basilar-membrane dispersion. **J. Acoust. Soc. Am**, v. 107, n. 3, 2000.

DAVIS, H.; HIRSH, S. K. The audiometric utility of brain stem responses to low frequency sounds. **Audiology**. v. 15, p. 181-95, 1976.

DOWNS, M. P.; STERRITT, G. M. A guide to newborn and infant hearing screening programs. **Arch Otolaryngol**, p. 15-22, 1967.

DOWNS, M. P.; STERRITT, G. M. Identification audiometry for neonates: a preliminary report. **J Aud Res**. v. 4, p. 69-80, 1964.

DOWNS, M. P.; YOSHINAGA, I. C. The efficacy of early identification and intervention for children with hearing impairment. **Pediatr Clin North Am**, v. 46, p. 79-87, 1999.

EGGERMONT, J. J.; SALAMY, A. Development of ABR parameters in a preterm and a term born population. **Ear and Hearing**, Alberta, v. 9, n. 5, p. 283-289, oct. 1988.

EGGERMONT, J. J. The inadequacy of auditory brainstem responses in audiological applications. **Annals of the New York Academy of Sciences**. p. 707-09, 1982.

ELDREDGE, L.; SALAMY, A. Functional auditory development in preterm and full term infants. **Early Hum Dev.**, v. 45, n. 3, p. 215-228, 1996.

ERENBERG, A. et al. Newborn and infant hearing loss: detection and intervention. **American Academy of Pediatrics**, v. 103, n. 2, p. 527-30, 1999.

ESCOBAR-IPUZ, F. A. et al. Early detection of neonatal hearing loss by otoacoustic emissions and auditory brainstem response over 10 years of experience. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 127, 2019.

ESTEVEZ, M. C. B. N. et al. Estudo das latências das ondas dos potenciais auditivos de tronco encefálico em indivíduos normo ouvintes. **Braz J Otorhinolaryngol**. p. 420-5, 2009.

FAZITO, L. T. et al. Triagem auditiva neonatal e o diagnóstico precoce das deficiências auditivas na criança. **Rev Med Minas Gerais**. n. 18, v.4, 2008.

FERNANDES, L. C. B. C. et al. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico por via óssea em indivíduos com perda auditiva sensorineural. **Rev. CEFAC**. v. 15, n. 3, p. 538-545, 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.

FJERMEDAL, O.; LAUKLI, E. Low level 0.5 and 1 kHz auditory brainstem responses. A search for the low-frequency point in the two point ABR audiogram. **Scand Audiol**. p. 177-83, 1989.

FOUST, T. et al. Using otoacoustic emissions to screen young children for hearing loss in primary care settings. **Pediatrics**. v. 132, p. 118-23, 2013.

GORGA, M. P. et al. Auditory Brainstem responses to tone bursts in normally hearing subjects. **J Speech Hear Res**. v. 31, p. 87-97, 1988.

GRAVEL, J. S.; HOOD, L. J. Avaliação audiológica infantil. In: MUSIEK, F. E.; RINTELMANN, W. F. **Perspectivas atuais em avaliação auditiva**. São Paulo: Manole, cap.10, p. 301-322, 2001.

GUEDES, M. C. et al. Estudo da reprodutibilidade das emissões otoacústicas em indivíduos normais. **Rev. Bras. Otorrinolaringol**. v. 68, n. 1, p. 34-38, 2002.

HALL, J. W. Effect of Stimulus Factors. **Handbook of auditory evoked responses**. Massachusetts: Allyn and Bacon, 1992. p. 104-176.

HECOX, K.; GALAMBOS, R. Brain stem auditory evoked responses in human infants and adults. **Archives of Otolaryngology**. v. 99, p. 30-33, 1974.

HOCHMAN, B. et al. Desenhos de pesquisa. **Acta Cir. Bras.**, São Paulo, v. 20, supl. 2, p. 2-9, 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-86502005000800002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-86502005000800002&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 13 abr. 2020

HOOD, L. J.; BERLIN, C. I. **Auditory evoked potentials**. Austin, 1986.

HOOD, L. J. **Clinical applications of the auditory brainstem response**. Los Angeles: Singular Pub. Group., 1998.

HURLEY, R. M.; MOREHOUSE, C. R.; SELLS, J. P. Tone burst auditory brainstem response (ABR) testing. **Focus**. v. 7, n. 2, 1997.

HYDE, M. L. Frequency-specific BERA in infants. **The Journal of Otolaryngology**. v. 14, p. 19-27, 1985.

JEWETT, D. L.; WILLISTON, J. S. Auditory-evoked far fields averaged from the scalp of humans. **Brain**, v. 94, n. 4, p. 681-696, 1971.

JIANG, Z. D. et al. Brainstem auditory function at term in preterm babies with and without perinatal complications. **Pediatr Res**, 2005.

JIANG, Z. D. Maturation of the auditory brainstem in low risk preterm infants: a comparison with age- matched full term infants up to 6 years. **Early Human Development**, Oxford, v. 42, n. 1, p. 49-65, fev. 1995.

JOINT COMMITTEE ON INFANT HEARING. Position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. **Journal Ear. Hear. Detect. And Intervention**. v. 4, n. 2. p. 1-44, 2019.

JUNQUEIRA, C. A. O.; FRIZZO, A. C. F. Potenciais evocados auditivos e curta, média e longa latência. In: AQUINO, A. M. C. M. (org). **Processamento auditivo-eletrofisiologia e psicoacústica**. São Paulo: Lovise, 2002, p. 63-85.

KEMP, D. T. Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. **J Acoust Soc Am**. v. 64, p. 86-91, 1978.

KRAUS, N. et al. Potenciais evocados de média latência. 4. ed. **Tratado de Audiologia Clínica**, p. 403-20, 1999.

LASAK, M. D.; ALLEN, P.; MCVAY, T.; LEWIS, D.. Hearing loss: diagnosis and management. **Prim Care Clin Office Pract**. p. 19-31, 2014.

LAUKLI, E.; FJERMEDAL, O.; MAIR, I. W. Low frequency auditory brainstem response threshold. **Scand Audiology**, p. 171-178, 1988.

LAUKLI, E. High-pass and notch noise masking in suprathreshold brainstem response audiometry. **Scandinavian Audiology**, v. 12, p. 109-115, 1983.

LEWIS, D. R. et al. Comitê multiprofissional em saúde auditiva: COMUSA. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**. v. 76, n. 1, p. 121-128, 2010.

LIMA-COSTA, M. F.; BARRETO, S. M. Tipos de estudos epidemiológicos: conceitos básicos e aplicações na área do envelhecimento. **Epidemiologia e serviços de saúde**, v. 12, n. 4, p. 189-201, 2003.

MAROONROGE, S. Overview of auditory brainstem response (ABR): applications and limitations. **Speech and Hearing Review**, p. 214-24, 2001.

MATAS, C. G.; FRAZZA, M. M.; MUNHOZ, M. S. L. Aplicação do potencial auditivo de tronco encefálico em audiologia pediátrica. **R. Neonatologia: um convite à atuação fonoaudiológica**. p. 301-10, 1998.

MELO, A. D. P. et al. Emissões otoacústicas evocadas transientes em recém-nascidos a termo e pré-termo. **Rev. CEFAC**, v. 12, n. 1, p. 115-121, 2010.

MELO, A. D. P. et al. Influência do tempo de vida na pesquisa das emissões otoacústicas evocadas transientes em recém-nascidos. **Rev. Distúrbio Comunicação**, v. 19, v. 3, 2007.

MENEZES, P. L. et al. **Tratado de eletrofisiologia para a audiologia**. Booktoy: Ribeirão Preto, 2018.

MOMENSOHN-SANTOS, T. M.; RUSSO, I.C.P. **Prática da audiologia clínica**. 8. ed. 2011.

MUNHOZ, M. S. L. et al. Respostas auditivas de tronco encefálico. In: MUNHOZ, M. S. L.; CAOVIALLA, H. H.; SILVA, M. L. G.; GANANÇA, M. M. **Audiologia clínica**. Série otoneurológica. São Paulo: Atheneu, 2003, p. 19-220.

NORTHERN, J. L.; DOWNS, M. P. **Audição na infância**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

OLIVEIRA, J. A. A. et al. Emissões otoacústicas no diagnóstico precoce de lesão coclear na Doença de Ménière. **Rev Bras Otorrinolaringol**. v. 68, n. 5, p. 761-6, 2002.

PALMER, A. R. Anatomia e fisiologia do tronco cerebral auditivo. In: BURKARD, R. F., DON, M.; EGGERMONT, J. J. (ed.) **Potenciais evocados auditivos**: princípios básicos e aplicação clínica. Baltimore: Lippincott Williams & Williams, 2007. p. 200-28.

PINTO, F. R., MATAS, C. G. Comparação entre limiares de audibilidade e eletrofisiológico por estímulo tone burst. **Rev Bras Otorrinolaringol**. v. 73, p. 513-522, 2007.

PUJOL, R. Morphology, synaptology and electrophysiology of the developing cochlea. **Acta Otolaryngol**, suppl. 421, p. 5-9, 1985.

QUINTO, S. M. S.; RECHIA, I. C.; BIAGGIO, E. P. V. Tempo de detecção de resposta do potencial evocado auditivo de tronco encefálico automático utilizando diferentes estímulos. **Rev. Medicina**. v. 51, p. 12-19, 2018.

RANCE, G., TOMLIN. D., RICKARDS, F. Comparison of auditory steady-state responses and tone-burst auditory brainstem responses in normal babies. **Ear Hear**. v. 27, p. 751-62, 2006.



RIBEIRO, F. M.; CARVALLO, R. M. Tone evoked ABR in full-term and preterm neonates with normal hearing. **International Journal of Audiology**, v. 47, p. 21-29, 2008.

RIBEIRO, F. M. **Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico por frequência específica em recém-nascidos pré-termo e a termo**. 2002. Dissertação (Mestrado em Fonoaudiologia) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2002.

ROMAND, R. Modification of tonotopic representation in the auditory system during development. **Prog. Neurobiol**, v. 51, p. 1-17, 1997.

ROSA, B. C. S., et al. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico com estímulos clique e Ichirp. **Rev. Distúrbio Comunicação**. v. 30, n. 1, 2018.

SANTOS FILHA, V. A. V. dos; BRUCKMANN, M.; GARCIA, M. V. Potenciais evocados auditivos de curta e longa latência em indivíduos com disfunção vestibular. **CoDAS**, São Paulo, v. 30, n. 2, 2018.

SANTOS, M. F. C. et.al. Newborn hearing screening and early diagnostic in the NICU. **BioMed Research International**. 2014.

SCHOCHAT, E. **Avaliação eletrofisiológica: o tratado de fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 2004. p. 656-668.

SCHOCHAT, E. **Potenciais evocados auditivos**. São Paulo: Guanabara Koogan. 2003. p. 57-85.

SCHOCHAT, E.; RABELO, C. M.; LORETI, L. C. A. Sensitividade e especificidade do potencial de média latência. 3. ed. **Rev. Bras. Otorrinolaringologia**. v. 70, p. 353-358, 2004.

SLEIFER, P.; COSTA, 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.

SLOOT, F. et al. Inventory of current EU paediatric vision and hearing screening programmes. **J. Med. Screen**. v. 22, n. 2, p. 55-64, 2015.

SOUSA, L. C. A.; PIZA, M. R. T.; ALAVARENGA, K. F.; COSER, P. L. **Eletrofisiologia da audição e emissões otoacústicas: princípios e aplicações clínicas**. São Paulo: Tecmedd, 2008.

STACH, B. A. **Clinical audiology: an introduction**. Singular, 1998.

STAPPELLS, D. R.; GRAVEL, J. S.; MARTIN, B. A. Thresholds for Auditory Brain Stem Responses to Tones in Notched Noise from Infants and Young Children with Normal Hearing or Sensorineural Hearing Loss. **Ear & Hearing**, p. 361-371, 1995.

STAPELLS, D. R.; OATES, P. Estimation of the pure-tone audiogram by the auditory brainstem response: a review. **Audiol Neurootol**. v. 2, p. 257-280, 1997.

STAPELLS, D. R. Threshold estimation by the tone evoked auditory brainstem response: a literature meta-analysis. **J Speech-Lang Path Audiology**. p. 74-83, 2000.

SUZUKI, J. I.; KODERA, K.; KAGA, K. Auditory evoked brainstem response assessment in otolaryngology. **Acad. Science**. p. 487–500, 1982.

TSUN-MIN, L.; FANG-WEI, W.; HSIUEN, C.; HUNG-GHING, L. Using click-evoked auditory brainstem response thresholds in infants to estimate the corresponding pure-tone audiometry thresholds in children referred from UNHS. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**. v. 95, p. 57-62, 2017.

VALDETE, A. V. S. F.; MIRTES, B.; MICHELE, V. G. Potenciais evocados auditivos de curta e longa latência em indivíduos com disfunção vestibular. **CoDAS**. v. 30, 2018.

VON BÉKÉSY, G. **Experiments in hearing**. New York: Mc Graw Hill, 1960.

VOS, B. et al. Improving early audiological intervention via newborn hearing screening in Belgium. **BMC Health Services Research**, v. 18, n. 1, p. 1-8, 2018.

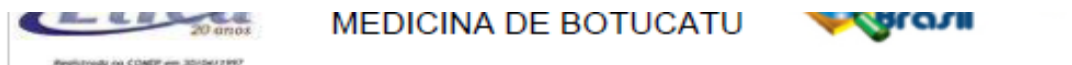
WEBER, B. A.; DIEFENDORF, A. Triagem auditiva neonatal. In: MUSIEK, F. R.; RINTELMANN, W. F. **Perspectivas atuais em avaliação auditiva**. São Paulo: Manole; 2001. p. 323-338.

WROBLEWSKA-SENIUK, K. E. et al. Universal newborn hearing screening: methods and results, obstacles, and benefits. **Pediatric Research**. v. 81, n. 3, 2017.

YOSHINAGA, I. C.; COULTER, D.; THOMSON, V. Developmental outcomes of children with hearing loss born in Colorado hospitals with and without universal newborn hearing screening programs. **Semin Neonatol**. v. 6, p. 521-9, 2001.

## ANEXO A

PARECER COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP) DA FACULDADE DE MEDICINA DE BOTUCATU, BOTUCATU-SP.



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Diagnóstico Eletrofisiológico Audiológico em neonatos prematuros e a termo

**Pesquisador:** LETICIA SAIA DA SILVA

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 96346718.7.0000.5411

**Instituição Proponente:** Departamento de Oftalmologia/Otorrinolaringologia e de CCP

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.900.340

#### Apresentação do Projeto:

A perda da audição é caracterizada por apresentar um ou mais aspectos que lesionaram o órgão da audição. Essa alteração pode acometer orelha externa e média e vias auditivas centrais. Na avaliação audiológica, existem diferentes maneiras para detectar precocemente a perda auditiva, tais como: Emissões Otoacústicas por Transiente (EOAT), Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico-Automático (PEATEa), Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) por estímulo Click e Tone Burst. O potencial evocado auditivo (PEA) é um método objetivo para avaliar a atividade neuroelétrica das vias auditivas, avaliando a resposta elétrica mesmo que não haja resposta do indivíduo. Os Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE) são mudanças elétricas que ocorrem no sistema nervoso periférico e central, fornecendo informações quanto a maturação da via auditiva, estima o limiar eletrofisiológico e identifica alterações retrococleares. Esta avaliação é de extrema importância para diagnosticar prejuízos auditivos precocemente.

O objetivo do presente estudo é comparar o resultado do PEATE com diferentes estímulos e verificar a aplicabilidade clínica em neonatos a termo e pré-termo.

Participarão neonatos de ambos os sexos nascidos a termo e prematuros.

**Critérios de Inclusão:** Neonatos em boas condições de saúde, com presença de EOA-T na triagem auditiva, com ou sem indicadores de risco para a Perda Auditiva. Não participarão deste estudo

Continuação do Parecer: 2.900.340

neonatos com alterações de orelha média e/ou alterações encontradas na meatoscopia realizada pelo Otorrinolaringologista.

Serão selecionados 30 neonatos de ambos os sexos, sendo 15 nascidos a termo e 15 pré-termo. Após seleção da amostra será entregue e explicado aos pais e/ ou responsáveis os procedimentos que serão realizados na pesquisa e serão convidados a assinar o termo de consentimento. Com a permissão dos responsáveis os participantes irão realizar as seguintes avaliações: • Avaliação Otorrinolaringológica • Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) Automático Click/Chirp • Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico por Estímulo Click e Tone Burst Os neonatos que participarão do estudo serão divididos em dois grupos: G1- Neonatos nascidos a termo e G2- Neonatos nascidos pré-termo.

**Objetivo da Pesquisa:**

Comparar o resultado do PEATE com diferentes estímulos e verificar a aplicabilidade clínica em neonatos a termo e pré-termo.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

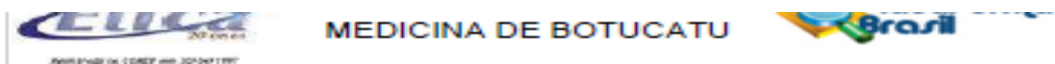
A pesquisa não acrescenta riscos adicionais aos participantes.

O benefício em participar desta pesquisa será a possibilidade de se identificar o mais precocemente qualquer alteração auditiva de um a quatro meses possibilitando intervenção imediata.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Em parecer anterior foram solicitadas adequações quanto a:

1. TCLE: Os autores descrevem, no projeto, a inclusão de recém-nascidos a termo e prematuros, mas no TCLE referem que os exames serão realizados entre 1 e 4 meses de idade. Esclarecer e readequar;
2. Não há descrição de como e nem em que momento os pacientes serão recrutados. É importante que esses critérios sejam bem definidos, pois isso pode interferir na execução da pesquisa.



Continuação do Parecer: 2.900.340

1. Os procedimentos serão realizados em neonatos que nasceram com idade gestacional maior e menor que 37 semanas. Estes procedimentos serão realizados nestes neonatos com idade entre 1 e 4 meses após nascimento.

2. Todos os neonatos quando nascidos na Faculdade de Medicina de Botucatu são encaminhados para realizar a Triagem Auditiva Neonatal (TANU) ou Teste da Orelinha. Assim, quando estes pacientes realizarem a TANU serão convidados a participar da pesquisa. Ressalto também que a Triagem Neonatal é obrigatória por lei desde 2010.

Ressalto também que as alterações foram acatadas e incluídas no Método do Projeto de Pesquisa, como também, no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

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

A documentação necessária está adequadamente anexada.

Os autores responderam aos questionamentos feitos no parecer anterior.

**Recomendações:**

Não se aplica

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

Após análise, o Colegiado deliberou **APROVAÇÃO** do projeto de pesquisa apresentado.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Conforme deliberação do Colegiado em reunião extraordinária do Comitê de Ética em Pesquisa da FMB/UNESP, realizada em 18 de setembro de 2018, o projeto encontra-se **APROVADO**, sem (com) necessidade de envio à CONEP.

No entanto, informamos que ao final da execução da pesquisa, seja enviado o "Relatório Final de Atividades", na forma de "Notificação", via sistema Plataforma Brasil.

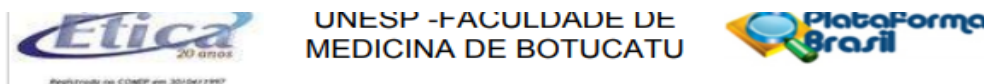
Atenciosamente,

Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Botucatu - UNESP

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	FB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1117122.pdf	08/09/2018 19:54:58		Acerto

Endereço: Chácara Butignoli, s/n	CEP: 18.618-970
Bairro: Rubião Junior	
UF: SP Município: BOTUCATU	
Telefone: (14)3880-1609	E-mail: cep@fmb.unesp.br



Continuação do Parecer: 2.900.340

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_mestrado.doc	08/09/2018 19:53:07	LETICIA SAIA DA SILVA	Aceito
Outros	doc.pdf	08/09/2018 19:50:21	LETICIA SAIA DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle.docx	08/09/2018 19:49:14	LETICIA SAIA DA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	folha_rostro_sipe.pdf	31/07/2018 17:11:59	LETICIA SAIA DA SILVA	Aceito
Outros	autorizacao.pdf	31/07/2018 17:11:29	LETICIA SAIA DA SILVA	Aceito
Orçamento	Orcamento_certo.docx	01/06/2018 21:52:36	LETICIA SAIA DA SILVA	Aceito
Cronograma	cronograma.doc	29/05/2018 19:30:54	LETICIA SAIA DA SILVA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BOTUCATU, 18 de Setembro de 2018

---

**Assinado por:**  
**SILVANA ANDREA MOLINA LIMA**  
(Coordenador)

## ANEXO B

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

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

CONVIDO, o Senhor (a), \_\_\_\_\_ responsável pelo menor \_\_\_\_\_ para participar do Projeto de Pesquisa intitulado “Diagnóstico Eletrofisiológico Auditológico em neonatos prematuros e a termo”, que será desenvolvido por mim Letícia Saia da Silva, (Fonoaudióloga da Faculdade de Medicina de Botucatu), com orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Cláudia Figueiredo Frizzo docente da Faculdade de Filosofia e Ciências – UNESP - Campus de Marília.

Estou estudando o exame Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico, que não é invasivo, e avalia o funcionamento da via auditiva central de crianças. Para que eu possa ter um bom resultado, neste momento, preciso coletar os resultados da avaliação auditiva do seu filho (a) \_\_\_\_\_ por meio do exame citado acima. A avaliação auditiva do seu filho ocorrerá em um único dia. Os testes que serão realizados não apresentam risco à saúde do seu filho e é indolor.

Solicito também seu consentimento para levantar o prontuário médico do seu filho(a) para coletar informações lá contidas, como dados do nascimento.

O benefício que seu filho (a) terá em participar desta pesquisa será a possibilidade de se identificar o mais precocemente qualquer alteração auditiva entre um e quatro meses de idade, possibilitando intervenção imediata.

Fique ciente que, a participação do seu filho neste estudo é voluntária, e que mesmo após ter dado seu consentimento para participar da pesquisa, você poderá retirar a qualquer momento, sem qualquer prejuízo na continuidade do tratamento do seu filho(a).

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será elaborado em 2 vias de igual teor, o qual 01 via será entregue ao(a) Senhor(a) devidamente rubricada, e a outra via será arquivada e mantida pelos pesquisadores por um período de 5 anos após o término da pesquisa.

Qualquer dúvida adicional você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa através dos telefones (14) 3880-1608 ou 3880-1609, que funciona de 2ª a 6ª feira das 8.00 às 11.30 e das 14.00 às 17horas, na Chácara Butignolli s/nº em Rubião Júnior – Botucatu - São Paulo. Os dados de localização dos pesquisadores estão abaixo descritos:

Após terem sido sanadas todas minhas dúvidas a respeito deste estudo, CONCORDO que meu (minha) filho (a) participe de forma voluntária, estando ciente que todos os seus dados estarão resguardos através do sigilo que os pesquisadores se comprometeram. Estou ciente que os resultados desse estudo poderão ser publicados em revistas científicas.

Botucatu,\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Letícia Saia da Silva (pesquisador)

\_\_\_\_\_

Responsável pelo Participante da Pesquisa