

# Triagem auditiva neonatal com potencial evocado auditivo de tronco encefálico automático: a utilização de diferentes tecnologias

## Neonatal hearing screening with automated auditory brainstem response: using different technologies

Taise Argolo Sena-Yoshinaga<sup>1</sup>, Mabel Gonçalves Almeida<sup>2</sup>, Isabela Freixo Côrtes-Andrade<sup>3</sup>, Doris Ruthi Lewis<sup>3</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Analisar os resultados da Triagem Auditiva Neonatal com Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico Automático, com diferentes tecnologias, estudando a sensibilidade, a especificidade e o tempo de exame. **Métodos:** Foram avaliados 200 neonatos, por meio do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico Automático utilizando método de detecção no domínio da frequência e taxa de repetição do estímulo a 93 Hz. Todos os neonatos foram submetidos ao Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico como padrão ouro, para garantir os resultados encontrados. Durante a realização da triagem, os neonatos foram classificados de acordo com a Escala Neonatal de Avaliação Comportamental, conhecida como Escala de Brazelton, como variável para análise do tempo de exame.

**Resultados:** Dois dos 200 neonatos triados falharam no Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico Automático e no Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico Diagnóstico e 198 passaram nos dois exames realizados. A sensibilidade encontrada foi de 100% e a especificidade, de 100%. O tempo médio de exame foi de 32,9 segundos. Os neonatos foram divididos em três grupos, de acordo com o estado de consciência, segundo a Escala de Brazelton. O Grupo 1 apresentou média de exame de 18,94 segundos, o Grupo 2, de 33,43 segundos e o Grupo 3, de 49,24 segundos. **Conclusão:** O Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico Automático com diferentes tecnologias apresenta alta sensibilidade e especificidade, com tempo consideravelmente curto para a determinação da presença ou ausência de resposta e o estado de consciência do neonato influencia no tempo de detecção da resposta auditiva.

**Descritores:** Recém-nascido; Testes auditivos; Triagem neonatal; Potenciais evocados auditivos; Estado de consciência

### ABSTRACT

**Purpose:** To analyze the results of Neonatal Hearing Screening with Automated Auditory Brainstem Response conducted using different technologies, by studying the sensitivity, specificity, and time taken in the assessment. **Methods:** Two hundred newborns were assessed with the Automated Auditory Brainstem Response using detection method in the frequency domain and stimulus repetition rate at 93 Hz. All subjects were submitted to the diagnostic Auditory Brainstem Response, which was considered the gold standard for the results found. During screening, newborns were classified according to the Neonatal Behavioral Assessment Scale (Brazelton Scale), in order to analyze the time taken in the assessment. **Results:** Two of the 200 newborns screened failed both the Automated Auditory Brainstem Response and the diagnostic Auditory Brainstem Response, and 198 passed both tests. Sensitivity and specificity were of 100%. The mean assessment time was 32.9 seconds. The newborns were divided into three groups according to the Brazelton Scale. The assessment took a mean of 18.94 seconds for Group 1, 33.43 seconds for Group 2, and 49.24 seconds for Group 3. **Conclusion:** The Automated Auditory Brainstem Response with different technologies presents high sensitivity and specificity with a considerably short time to determine the presence or absence of response, and the newborn's state of consciousness influences the time taken in the assessment.

**Keywords:** Infant, Newborn; Hearing tests; Neonatal screening; Evoked potentials, Auditory; Consciousness

Este trabalho foi realizado no Hospital Amparo Maternal da cidade de São Paulo (SP), Brasil, conveniado à Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC – São Paulo (SP), Brasil.

(1) Universidade de São Paulo – USP, Faculdade de Medicina, Departamento de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, São Paulo (SP), Brasil.

(2) Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Departamento de Fonoaudiologia, Vitória (ES), Brasil.

(3) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC – São Paulo (SP), Brasil.

**Conflito de interesses:** Não

**Contribuição dos autores:** TASY coleta de dados, redação e discussão do artigo; MGA coleta de dados, redação e discussão do artigo; IFCA coleta de dados, redação e discussão do artigo; DRL orientadora, redação e discussão do artigo.

**Endereço para Correspondência:** Taise Argolo Sena-Yoshinaga. R. Bernardo dos Santos 10/241 Alpha, Vila Sônia, São Paulo (SP), Brasil, CEP: 05542-000. E-mail: tsargolo@hotmail.com

**Recebido em:** 20/08/2013; **Aceito em:** 09/12/2013

## INTRODUÇÃO

Os Programas de Triage Auditiva Neonatal (TAN) têm como objetivo identificar precocemente a perda auditiva, reduzir a idade do diagnóstico audiológico e da intervenção terapêutica. Atualmente, são recomendados dois procedimentos fisiológicos: as Emissões Otoacústicas Evocadas (EOAE) e o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE), podendo ser utilizados diferentes protocolos que combinam os dois procedimentos. Sugere-se que todos os recém-nascidos (RN) sejam submetidos às EOAE, com reteste imediato com PEATE, em caso de falha, e também em todos os neonatos com indicador de risco para deficiência auditiva (IRDA)<sup>(1,2)</sup>.

Visto que a meta dos programas de TAN é identificar todos os RN com deficiência auditiva de forma rápida e confiável, o desempenho dos procedimentos deve ser baseado em evidências, tais como sensibilidade, que se refere à capacidade do teste em identificar corretamente os casos de perda auditiva existentes na população testada; especificidade, ou seja, a precisão em identificar corretamente os neonatos ouvintes, e o tempo de realização do exame na presença ou ausência de resposta<sup>(1,3-6)</sup>.

Com os avanços tecnológicos, tornou-se possível a elaboração de equipamentos automáticos de PEATE (PEATE-A). Tais equipamentos possuem algoritmos pré-estabelecidos, com critérios de passa/falha analisados automaticamente por testes estatísticos, diminuindo o tempo de duração do teste, eximindo a participação do examinador na interpretação dos registros, tornando o exame mais apropriado para a TAN<sup>(7-10)</sup>. Por outro lado, resultados de estudos recentes utilizando o PEATE-A, revelam sensibilidade em torno de 90% a 100% e especificidade de 93% a 100%, mostrando que, de fato, é um procedimento adequado para realização da TAN<sup>(4,11-15)</sup>.

As respostas do PEATE-A podem ser analisadas por testes estatísticos no domínio do tempo ou da frequência. Os métodos de detecção no domínio do tempo fornecem informações acerca da morfologia da onda, atrasos e correlações temporais. Representam a variação do potencial elétrico por diversas estruturas anatômicas da via auditiva, em função do tempo. Os métodos de detecção no domínio da frequência fazem uso da Transformação de Fourier dos Potenciais Evocados Auditivos (PEA) coletados. A Transformação de Fourier é uma das maneiras de realizar a mudança do domínio do tempo para o domínio da frequência, em que um sinal fica evidenciado por seus componentes de frequência, sem perder suas características iniciais. Assim, com essa transformação, é possível observar o mesmo fenômeno de maneiras diferentes<sup>(8,10,16)</sup>.

Os componentes de frequência são representados por vários harmônicos. As frequências portadoras são aquelas que apresentam maior quantidade de energia na cóclea, ou seja, o local onde está concentrado o maior número de harmônicos. A frequência moduladora corresponde à taxa de repetição do estímulo e é representada pela posição do primeiro harmônico

no espectro de frequência. Essa relação fixa entre ambas fornece a base da detecção objetiva da resposta<sup>(17)</sup>.

Estudos recentes mostram que a melhor taxa de repetição do estímulo para o PEATE-A na TAN é em torno de 90Hz e apontam que essas altas taxas de repetição resultam em resposta de estado estável, que podem ser facilmente analisadas no domínio da frequência, além de diminuir o tempo de exame<sup>(8,10,14,18)</sup>. Portanto, o método de detecção no domínio da frequência é mais indicado para TAN, pois torna a detecção da resposta mais rápida<sup>(4,8-10,19,20)</sup>.

Parte dos equipamentos de PEATE-A utiliza método de detecção da resposta no domínio da frequência, na maioria das vezes com testes estatísticos denominados *one-sample test*, que consideram apenas o componente espectral da taxa de apresentação do estímulo (primeiro harmônico)<sup>(21-23)</sup>. Recentemente, o uso de outros testes estatísticos, que, na detecção da resposta, além do primeiro harmônico incluem outros, demonstra maior desempenho em relação ao tempo e confiabilidade. São os denominados *q-sample test*<sup>(7,9,10,19,21)</sup>.

Em uma investigação preliminar, pesquisadores observaram que a utilização de mais de um harmônico gera benefícios na detecção e relataram que a utilização dos *q-sample tests* é mais favorável do que a dos *one-sample tests* para avaliar as respostas no domínio da frequência, pois melhora-se a condição de detecção, o que influencia na confiabilidade da resposta e no tempo de execução do teste<sup>(7,9,19)</sup>.

O tempo médio de exame encontrado nos estudos que utilizaram método de detecção no domínio da frequência e com testes estatísticos denominados *q-sample test* foi de menos de 60 segundos e nos estudos que não utilizaram essas tecnologias, chegaram até 10,7 minutos<sup>(4,10,12,24,25)</sup>. Devido ao fato de os PEATE serem coletados em conjunto com outras atividades elétricas, derivadas do próprio cérebro, músculos adjacentes, respiração, entre outros, o sinal deve ser identificado em meio ao ruído, necessitando de técnicas de detecção apuradas. Sendo assim, o estado do neonato é um fator importante a ser considerado, quando se avalia o tempo de execução do exame.

De uma forma geral, os estudos que utilizaram o PEATE-A na última década mostraram preocupação em determinar esses aspectos, aprimorando, assim, a técnica utilizada para implementação na TAN. Nessa perspectiva, o presente estudo buscou investigar os resultados do PEATE-A com estímulo clique e duração de 100  $\mu$ s, apresentado em alta taxa de repetição e com o método de detecção no domínio da frequência, avaliando aspectos como sensibilidade, especificidade e tempo de exame.

## MÉTODOS

O presente estudo obteve aprovação da Comissão de Ética e Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC), sob protocolo 199/2010.

Trata-se de estudo prospectivo, quantitativo e descritivo,

realizado no Hospital Amparo Maternal e Centro de Audição na Criança (CeAC), durante os meses de dezembro de 2010 a abril de 2011. Participaram do estudo 200 neonatos (93 do gênero feminino e 107 do gênero masculino), totalizando 400 orelhas, que atendiam aos seguintes critérios de inclusão:

- Não apresentar alteração neurológica e/ou síndromes;
- Não apresentar malformação do Meato Acústico Externo;
- Possuir 37 semanas de idade gestacional ao nascimento ou mais;
- Possuir mais de 24 horas de vida.
- As mães ou responsáveis terem assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

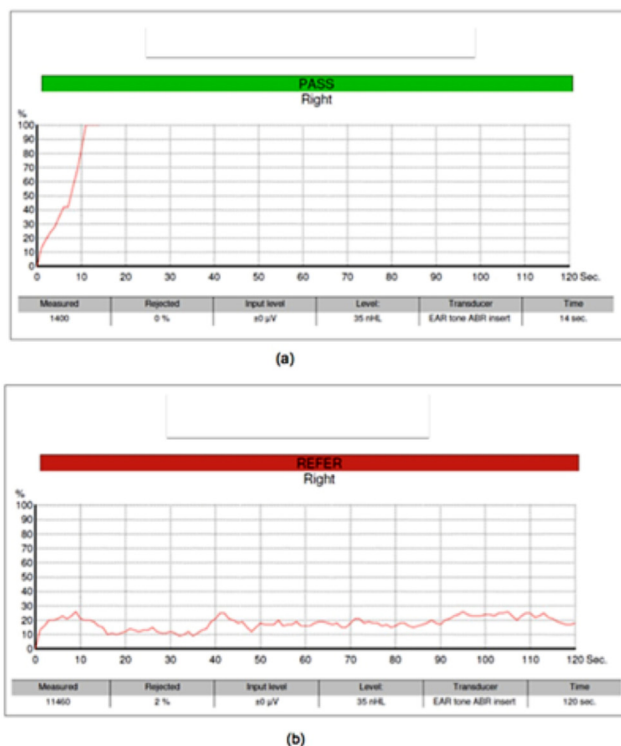
Após o convite e a assinatura do TCLE, houve uma pequena entrevista com as mães e, em seguida, os procedimentos eletrofisiológicos de PEATE-A e PEATE-Modo Diagnóstico nos neonatos, ambos realizados no mesmo dia, durante a mesma sessão.

Para realização dos dois procedimentos eletrofisiológicos, foram utilizados eletrodos de superfície. Os eletrodos de referência foram dispostos nos locais correspondentes às mastoídes direita (M2) e esquerda (M1). Na frente, foram dispostos os eletrodos ativo (Fz) e terra (Fpz)<sup>(26)</sup>. Por meio do medidor localizado no pré-amplificador, as impedâncias da interface pele-eletrodos foram verificadas até que todas assumissem valor igual ou menor que 3kΩ. Para condução do estímulo sonoro, foram utilizados fones de inserção EAR-phones 3A.

Para obtenção dos achados do PEATE-A, utilizou-se o equipamento Eclipse Black Box – *software* ABRIS da marca Interacoustics® MedPC, que analisa as respostas utilizando o domínio da frequência com testes estatísticos denominados *q-sample test*. O tempo máximo estabelecido para a pesquisa da presença ou ausência de resposta foi de 120 segundos. Assim, na presença de resposta, o equipamento apresentava um sinal verde de “passa” na tela do computador, mostrando que a resposta havia atingido os 100% do gráfico ilustrativo do *software* (Figura 1). Em caso contrário, ou seja, na ausência de resposta, o equipamento continuava a pesquisa até 120 ms e, se durante esse tempo, a resposta não atingisse os 100% do gráfico ilustrativo do *software*, era apresentado o sinal vermelho de “falha” (Figura 1). A Triagem Auditiva Neonatal com PEATE-A foi realizada na intensidade de 35 dBnNA bilateralmente. Os parâmetros foram ajustados automaticamente pelo fabricante do equipamento (Quadro 1).

O tempo de exame foi registrado automaticamente pelo *software* na tela do computador. Se algum movimento corporal brusco ou artefato elétrico interferia na realização do exame, o próprio *software* interrompia a contagem do tempo e voltava a registrar, quando o neonato se encontrava em condição ideal.

Para avaliar o estado de consciência do neonato, durante a realização do PEATE-A, foram adotados os critérios descritos na Escala Neonatal de Avaliação Comportamental, conhecida como Escala de Brazelton<sup>(27)</sup>, que possui seis estados de



**Legenda:** PEATE-A Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico Automático

**Figura 1.** (a) Exemplo de presença de resposta na intensidade de 35 dBnNA na orelha direita e (b) Exemplo de ausência de resposta na intensidade de 35 dBnNA na orelha direita

**Quadro 1.** Características do protocolo utilizado no registro do PEATE-A e no PEATE

	Parâmetros	
	PEATE-A	PEATE
Taxa de Repetição	90 Hz	27,7 Hz
Estímulo	Clique - 100µs	Clique - 100 µs
Polaridade	Alternada	Alternada
Filtros	—	100-3000

**Legenda:** Hz = Hertz; µs = microssegundos

consciência: Estado 1 = sono profundo, sem movimentos, respiração regular; Estado 2 = sono leve, olhos fechados, algum movimento corporal; Estado 3 = sonolento, abrindo e fechando os olhos; Estado 4 = acordado, olhos abertos, movimentos corporais mínimos; Estado 5= totalmente acordado, movimentos corporais vigorosos; Estado 6 = choro. O equipamento registrou resposta apenas quando os neonatos se encontravam no estado 1, 2 ou 3, pois, para realização do PEATE, era necessário que estivessem dormindo.

Para obtenção dos achados do PEATE-Modo Diagnóstico por via aérea, utilizou-se o equipamento Eclipse Black Box – *software* EP25 da marca Interacoustics® MedPC. O exame foi realizado como padrão ouro, para a verificação da sensibilidade e especificidade do PEATE-A. Foi pesquisado o limiar em todos os neonatos participantes, sendo considerada como resposta dentro dos padrões de normalidade a intensidade de

20 dBnNA. Os parâmetros levados em consideração estão apresentados no Quadro 1.

Nos casos em que houve ausência da onda V na intensidade de 20 dBnNA por via aérea, as mães foram convidadas a realizar a avaliação audiológica no CeAC, em um intervalo de, aproximadamente, 30 dias.

Os dados foram tabulados em planilha Excel e, posteriormente, analisados estatisticamente por um profissional capacitado. Foram realizadas estatísticas descritivas, teste exato de Fisher, para calcular a sensibilidade e a especificidade, e o teste ANOVA, para avaliar a variável tempo, utilizando-se a escala de Brazelton.

## RESULTADOS

Foram analisados os resultados encontrados no PEATE-A, na intensidade de 35 dBnNA. A distribuição de frequência correlacionando os resultados dos PEATE-A com o PEATE- Modo Diagnóstico nos 200 neonatos participantes da pesquisa, levando em consideração as 400 orelhas, é apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Distribuição de frequência dos resultados do PEATE-A na intensidade de 35 dBnNA com o PEATE-Modo diagnóstico, considerando as 400 orelhas

PEATE-A	PEATE-Modo diagnóstico		
	Ausência	Presença	Todos
Falhou	3	0	3
Passou	0	397	397
Todos	3	397	400

**Legenda:** PEATE = Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico; PEATE-A = Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico Automático

Foi possível constatar que três orelhas (dois neonatos) que falharam no PEATE-A também não apresentaram resposta no PEATE- Modo Diagnóstico. Esses neonatos foram, então, encaminhados para a avaliação audiológica, tendo sido confirmado o resultado na triagem auditiva.

A sensibilidade e a especificidade foram calculadas por

meio do teste Exato de Fisher, levando em consideração o resultado do PEATE-Modo Diagnóstico. O teste Exato de Fisher apontou valor de  $p=0,0000001$ , demonstrando alta correlação entre os dois exames. A sensibilidade encontrada para o PEATE-A na intensidade de 35 dBnNA foi de 100% e a especificidade, de 100%.

Para análise do tempo de exame, realizou-se a estatística descritiva, também considerando as 400 orelhas (Tabela 2).

Ainda para analisar o tempo de execução do exame, os neonatos que passaram no PEATE-A foram divididos em três grupos, de acordo com o estado de consciência avaliado pela Escala de Brazelton. O Grupo 1 correspondeu ao Estado 1, o Grupo 2, ao Estado 2 e o Grupo 3 correspondeu ao Estado 3. Os valores de estatística descritiva para o tempo, em segundos, para os três grupos, são apresentados na Tabela 3.

Os três grupos foram comparados segundo o tempo médio. Para tanto, foi realizado o teste ANOVA, apontando que as três médias diferiram significativamente entre si (valor de  $p=0,000$ ). Os três grupos apresentaram tempos diferentes e pôde-se perceber que o tempo médio do Grupo 1 foi menor do que o tempo médio do Grupo 2 e o tempo médio do Grupo 2 foi menor do que o tempo médio do Grupo 3.

## DISCUSSÃO

Por se tratar de uma privação sensorial de grave consequência para a criança, a família e a sociedade, a deficiência auditiva tem sido objeto de preocupações e estudos, na busca de alternativas para que se possa minimizar os seus efeitos deletérios sobre o desenvolvimento social, emocional e cognitivo dos indivíduos.

Recentemente, a literatura tem reportado que o PEATE-A realizado na TAN tem boa correlação com os resultados encontrados no PEATE modo diagnóstico. O teste exato de Fisher mostrou alta correlação entre os dois testes, na presente pesquisa, que concordam com estudos que compararam ambos exames<sup>(13-15)</sup>. Os estudos que avaliaram o PEATE-A demonstraram alta sensibilidade (98% a 100%) e alta especificidade

**Tabela 2.** Tempo de exame, em segundos, do PEATE-A, considerando as 400 orelhas

PEATE-A	n	Média	Desvio padrão	Mediana	Máximo	Mínimo
Passou	397	28,3	17,4	22,0	105	14
Falhou	3	120	120	120	120	120

**Legenda:** PEATE-A = Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico Automático

**Tabela 3.** Estatística descritiva e inferencial do tempo, em segundos, para os Grupos 1, 2 e 3 no PEATE-A, considerando as 397 orelhas

	Brazelton	n	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Grupo 1	1	180	18,94	8,04	14	15	55
Grupo 2	2	180	33,43	17,94	14	29	105
Grupo 3	3	37	49,24	19,63	19	47	104

Teste ANOVA ( $p=0,000$ )

**Legenda:** Grupo 1 = Estado 1 de Brazelton; Grupo 2 = Estado 2 de Brazelton; Grupo 3 = Estado 3 de Brazelton



(97% a 100%), de tal forma que a prevalência de falha na triagem auditiva deve ser entendida como uma possível perda auditiva<sup>(4,11,12,14,15)</sup>

Apesar de ser um equipamento automático de PEATE, os resultados encontrados, quando comparados ao PEATE diagnóstico, demonstraram alta correlação, assegurando que esses equipamentos permitem uma avaliação confiável e segura. Dessa forma, pode-se afirmar que o PEATE-A é uma ferramenta que pode ser utilizada como primeiro procedimento na TAN, visto que é menos influenciado por alterações de orelha média, o que diminui consideravelmente o número de encaminhamentos para o diagnóstico audiológico.

Apesar da alta sensibilidade e especificidade, entretanto, o tempo de exame é um ponto importante a ser considerado, visto que a TAN deve ser universal. Estudos que, como este, utilizaram método de detecção no domínio da frequência, com os *q-sample tests* e taxa de repetição em torno de 90 Hz, apresentaram melhores resultados no que se refere ao fator tempo<sup>(4,10,12,15,18,25)</sup>. Ao contrário, nos estudos em que não foram utilizadas as tecnologias estudadas, optando-se pelos *one-sample tests*, observou-se tempo de exame variando entre 4 minutos e 15 minutos<sup>(11,12,13,24)</sup>.

De fato, como os *one-sample tests* se atêm apenas ao primeiro harmônico para realizar a análise automática das respostas, diferentes testes são aplicados separadamente para os diferentes componentes de frequência a serem avaliados. Assim, para a determinação final da presença ou não de uma resposta, os resultados devem ser combinados de forma segura e adequada, o que consome algum tempo<sup>(21)</sup>.

Considerando ainda que próximo do limiar a amplitude da resposta é menor e, conseqüentemente, mais difícil de ser detectada, quando são utilizados os *one-sample tests*, é necessário um número elevado de promediações, aumentando ainda mais o tempo de exame<sup>(22,23)</sup>.

Já nos *q-sample tests*, que analisam mais de um harmônico, a resposta é mais facilmente detectada. Desse modo, torna-se desnecessário um número elevado de varreduras, bem como a combinação de regras para determinação final da resposta. São, portanto, melhores do que os *one-sample tests*, quando se leva em consideração o tempo de exame e a confiabilidade da resposta<sup>(9)</sup>.

Neste estudo, apesar de não terem sido encontrados resultados falso-positivos, devido à influência do estado de consciência, eles podem ocorrer devido à falta de condição ideal para a realização do exame. Notou-se que, quanto mais agitado o neonato, mais tempo era necessário, sendo que, para completar a avaliação de alguns deles, foi preciso, praticamente, o tempo total de 120 segundos.

Outro aspecto importante a ser destacado diz respeito à taxa de falso-positivo ou falso-negativo, lembrando que a TAN tem como objetivo identificar os neonatos que realmente possuem perda auditiva. Assim, a utilização de testes que diminuam esta taxa torna o programa de triagem mais confiável, além de

diminuir o tempo e o custo para a realização de mais exames e causar menos impacto emocional nos pais<sup>(18)</sup>. No presente estudo não foram observados resultados falso-positivos e falso-negativos.

Como indicado no presente estudo, a utilização de um bom teste estatístico apresenta resultados satisfatórios para a realização do PEATE-A na TAN. No entanto, somente esse aspecto pode não ser suficiente, visto que um pré-requisito importante para a detecção da resposta próxima ao limiar também é o baixo ruído causado espontaneamente pelo eletroencefalograma (EEG). Dessa forma, o tempo foi analisado considerando o estado de consciência do neonato no momento de realização do exame.

O PEATE-A é o teste mais seguro da TAN pois tem menor taxa de falso-positivo e falso-negativo quando comparado a EOAET. No entanto seu elevado tempo e custo impossibilitam a realização em todos os neonatos<sup>(8,18)</sup>. O presente estudo mostrou tempo de realização do PEATE-A bem próximo ao das EOAET diminuindo a questão do tempo.

Pôde-se notar que, quanto mais quieto o neonato, mais rápida a determinação da resposta (Tabela 3). O paciente deve, então, estar confortavelmente acomodado, relaxado e dormindo. Tendo em vista que, próximo ao limiar, as amplitudes das respostas no domínio da frequência são pequenas, quanto maior o estado de relaxamento do paciente, melhores são as condições de detecção da resposta, diminuindo o tempo de realização do exame<sup>(9)</sup>.

Apesar de vários autores mencionarem o estado de consciência como um dos fatores que podem influenciar o PEATE, não foram encontrados estudos que comparassem o tempo de realização do exame com o estado de consciência. No entanto, os testes estatísticos realizados comprovaram que o tempo de exame sofre influência do estado de consciência do neonato, fato que pode ser atribuído ao elevado EEG, que causa ruídos que podem interferir na determinação da resposta, visto que, próximo do limiar, a amplitude é baixa<sup>(9,16)</sup>.

Como foi possível constatar, têm sido desenvolvidas diferentes tecnologias que buscam maximizar os resultados e garantir a efetividade dos procedimentos utilizados na TAN, principalmente a partir da introdução de novos estímulos, novos métodos de detecção e análise estatística. No entanto, ainda há poucos estudos clínicos publicados sobre o tema, bem como sobre a influência do estado de consciência nos resultados e no tempo do exame, o que alerta para a necessidade de novas investigações que abordem esses aspectos.

## CONCLUSÃO

O PEATE-A realizado no domínio da frequência, que utiliza os *q-sample tests* e taxa de repetição em 93 Hz, apresenta alta sensibilidade e especificidade, com tempo consideravelmente curto para a determinação da presença ou ausência de resposta. O estado de consciência influencia no tempo de execução do

exame. Assim, quanto mais relaxado o neonato, menor o tempo para a determinação da resposta.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela bolsa concedida, processo 131790/2011-0. Ao Bue Kristensen e Interacoustics®.

## REFERÊNCIAS

1. American Academy of Pediatrics, Joint Committee on Infant Hearing. Year 2007 position statement: Principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Pediatrics*. 2007;120(4):898-921.
2. Lewis DR, Marone SAM, Mendes BCA, Cruz OLM, Nóbrega M. Comitê multiprofissional em saúde auditiva – COMUSA. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2010;76(1):121-8.
3. Bess FH, Humes LE. *Fundamentos de audiologia*. 2a. ed. Porto Alegre: Artmed; 1998.
4. Keohane BM, Mason SM, Baguley DM. Clinical evaluation of the vector algorithm for neonatal hearing screening using automated auditory brainstem response. *J Laryngol Otol*. 2004;118(2):112-6.
5. Freitas VS, Alvarenga KF, Bevilacqua MC, Martinez MAN, Costa OA. Análise crítica de três protocolos de triagem auditiva neonatal. *Pró-Fono R Atual Cient*. 2009;21(3):201-6.
6. Wolff R, Hommerich J, Riemsma G, Antes G, Lange S, Kleijnen J. Hearing screening in newborns: systematic review of accuracy, effectiveness, and effects of interventions after screening. *Arch Dis Child*. 2010;95(2):130-5.
7. Stürzebecher E, Cebulla M, Wernecke K. Objective response detection in the frequency domain: comparison of several q-sample tests. *Audiol Neurootol*. 1999;4(1):2-11.
8. Stürzebecher E, Cebulla M, Neumann K. Click-evoked ABR at high stimulus repetition rates for neonatal hearing screening. *Int J Audiol*. 2003;42(2):59-70.
9. Cebulla M, Stürzebecher E, Elberling C. Objective detection of auditory steady-state responses - comparison of one-sample and q-sample tests. *J Am Acad Audiol*. 2006;17(2):93-103.
10. Cebulla M, Stürzebecher E, Elberling C, Müller J. New clicklike stimuli for hearing testing. *J Am Acad Audiol*. 2007;18(9):725-38.
11. Mason S, Davis A, Wood S, Farnsworth A. Field sensitivity of targeted neonatal hearing screening using the Nottingham ABR Screener. *Ear Hear*. 1998;19(2):91-102.
12. Straaten HLM. Automated auditory brainstem response in hearing screening. *Acta Paediatr*. 1999;88(suppl 432):76-9.
13. Clarke P, Iqbal M, Mitchell S. A comparison of transient-evoked otoacoustic emissions and automated auditory brainstem responses for pre-discharge neonatal hearing screening. *Int J Audiol*. 2003;42(8):443-7.
14. Melagrana A, Casale A, Calevo MG, Tarantino V. MB11 BERAphone and auditory brainstem response in newborns at audiologic risk: comparison of results. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2007;71(8):1175-80.
15. Berg E, Deiman C, Straaten HL. MB11 BERAphone hearing screening compared to ALGOportable in a Dutch NICU: a pilot study. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2010;74(10):1189-92.
16. Menezes PL. Desenvolvimento de um dispositivo capaz de registrar e analisar potenciais evocados auditivos nos domínios do tempo e das frequências [tese]. Ribeirão Preto: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto; 2008.
17. Lins OG. Audiometria fisiológica tonal utilizando respostas de estado estável auditivas de tronco cerebral [tese]. São Paulo: Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo; 2002.
18. Guastini L, Mora R, Dellepiane M, Santomauro V, Mora M, Rocca A, Salami A. Evaluation of an automated auditory brainstem response in a multi-stage infant hearing screening. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2010;267(8):1199-205.
19. Cebulla M, Stürzebecher E, Wernecke KD. Objective detection of auditory brainstem potentials: comparison of statistical tests in the time and frequency domains. *Scand Audiol*. 2000;29(1):44-51.
20. Cebulla M, Stürzebecher E, Wernecke KD. Objective detection of the amplitude modulation following response (AMFR). *Audiology*. 2001;40(5):245-52.
21. Dolbie RA, Wilson MJ. Objective response detection in the frequency domain. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1993;88(6):516-24.
22. Cebulla M, Stürzebecher E, Wernecke KD. Objective detection of auditory evoked potentials. Comparison of several statistical tests in the frequency domain by means of Monte Carlo simulations. *Scand Audiol*. 1996;25(3):201-6.
23. Stürzebecher E, Cebulla M. Objective detection of auditory evoked potentials. Comparison of several statistical tests in the frequency domain on the basis of near-threshold ABR data. *Scand Audiol*. 1997;26(1):7-14.
24. Iwasaki S, Hayashi Y, Seki A, Nagura M, Hashimoto Y, Oshima G, Hoshino T. A model of two-stage newborn hearing screening with automated auditory brainstem response. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2003;67(10):1099-104.
25. Sena TA, Ramos N, Rodrigues GRI, Lewis DR. Comparação do tempo de dois procedimentos com novas tecnologias de Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico Automático (PEATE-A). *CoDAS*. 2013;25(1):34-8.
26. Jasper HH. The ten-twenty system of the International Federation. In: Report of the committee on methods of clinical examination in electroencephalography; 1957. [*Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1958;10(2):371-5].
27. Brazelton TB. Neonatal behavioral assessment scale. London: Heinemann Medical; 1973. (Clinics in developmental medicine series, 50).