

DANIELLE GOMES PINTO

**RESPOSTAS AUDITIVAS DE ESTADO ESTÁVEL POR
RUÍDO BRANCO MODULADO EM AMPLITUDE EM
TRIAGEM AUDITIVA NEONATAL**

**RECIFE
2010**

DANIELLE GOMES PINTO

**RESPOSTAS AUDITIVAS DE ESTADO ESTÁVEL POR
RUÍDO BRANCO MODULADO EM AMPLITUDE EM
TRIAGEM AUDITIVA NEONATAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Otávio Gomes Lins
Co-orientadora: Silvana Maria Sobral Griz

RECIFE
2010

Pinto, Danielle Gomes

Respostas auditivas de estado estável por ruído branco modulado em amplitude em triagem auditiva neonatal / Danielle Gomes Pinto. – Recife: O Autor, 2010.

72 folhas: il., tab., fig.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCS. Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento, 2010.

Inclui bibliografia, anexos e apêndices.

1. Triagem auditiva - Neonatos. 2. Neurofisiologia da audição. I. Título.

612.825.55
612.85

CDU (2.ed.)
CDD (20.ed.)

UFPE
CCS2010-025

DEFESA

Pró-Reitoria para Assuntos de Pesquisa e Pós-Graduação

Centro de Ciências da Saúde

Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria
e Ciências do Comportamento**RELATÓRIO DA BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO
DA MESTRANDA DANIELLE GOMES PINTO**

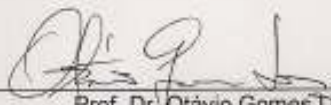
No dia 26 de fevereiro de 2010, às 9h, no Auditório do 2º andar do Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciência do Comportamento, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, os Professores: Denise Costa Menezes, Doutora Professora do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Pernambuco; Lillian Ferreira Muniz, Doutora Professora do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Pernambuco e Otávio Gomes Lins, Doutor Professor do Departamento de Neuropsiquiatria da Universidade Federal de Pernambuco, componentes da Banca Examinadora, em sessão pública, argüiram a Mestranda DANIELLE GOMES PINTO, sobre a sua Dissertação intitulada "RESPOSTAS AUDITIVAS DE ESTADO ESTÁVEL COM ESTÍMULO DE RUÍO BRANCO EM TRIAGEM AUDITIVA", orientada pelo Professor Otávio Gomes Lins. Ao final da arguição de cada membro da Banca Examinadora e resposta da Mestranda, as seguintes menções foram publicamente fornecidas:

Profª Drª. Denise Costa Menezes

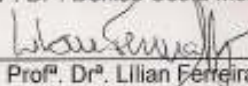
Profª. Drª. Lillian Ferreira Muniz

Prof. Dr. Otávio Gomes Lins

aprovada
aprovada
aprovada

Prof. Dr. Otávio Gomes Lins
Presidente da Banca Examinadora

Profª. Drª. Denise Costa Menezes



Profª. Drª. Lillian Ferreira Muniz

RESUMO

Introdução: Atualmente existem técnicas sedimentadas para avaliação da função auditiva em neonatos: o exame de Emissões Otoacústicas (EOA) e o exame de Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATC). Estas técnicas podem ser utilizadas em protocolos de diagnóstico ou de triagem (JCIH, 2007). Recentemente, uma técnica baseada nas Respostas Auditivas de Estado Estável (RAEE) foi introduzida, na bateria de exames passíveis de aplicação na avaliação auditiva de neonatos. Esta técnica tem importantes vantagens em relação aos PEATC transientes, em especial para aplicações audiométricas. Ela vem sendo utilizada principalmente em audiometria tonal fisiológica. Picton et al (2004) e Sávio e Perez-Abalo (2008) sugeriram o uso das RAEE em triagem auditiva. Um dos estímulos possíveis é o ruído branco modulado em amplitude (RBMA). A principal vantagem deste tipo de estímulo é que necessita de um tempo significativamente mais curto para obtenção da resposta. A principal desvantagem é a que este estímulo não proporciona uma avaliação específica de frequência. **Objetivo:** O presente estudo tem como objetivo avaliar o uso das RAEE por RBMA (RAEERBMA) como ferramenta de triagem auditiva em neonatos. **Métodos:** Foram avaliados 30 recém-nascidos advindos da Maternidade do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco, dos quais 50%(n=15) apresentavam indicadores de risco para perda auditiva, houve também alto índice de prematuridade 30% (n=9) e baixo peso 33,5% (n=10). Foram realizados exames de EOA transientes e RAEERBMA. O resultado dos testes de EOA transientes foi considerado como padrão na comparação. O exame de RAEE foi obtido com estímulos de 40 dB SPL. Nos neonatos que falharam foram aplicados estímulos de 50, 60 e 70 dB SPL, até que fosse obtida resposta. **Resultados:** Foi observada a correlação entre os achados de ‘passa’ e ‘falha’ do exame de EOAT e a presença e ausência de respostas para o exame de RAEE, testaram-se 4 intensidades para o estímulo de RAEE e foi analisado o tempo de teste do exame de RAEE. Para a intensidade de 50 dB SPL houve uma correlação de 100% entre os achados. O tempo de teste para o exame de RAEE variou de 30 segundos a 13 minutos (média de 5 e mediana de 4 minutos). O índice de falha na triagem foi alto (10%), provavelmente por tratar-se de crianças com presença de indicadores de risco e fatores correlacionados a presença de indicadores como prematuridade e baixo peso. **Conclusão:** Estes achados sugerem que os RAEE por RBMA podem ser usados para triagem auditiva em neonatos. É necessária a realização de estudos com um maior número de sujeitos.

Palavras-chaves: Triagem auditiva, Potencial evocado

ABSTRACT

HEARING SCREENING USING STEADY STATE EVOKED POTENTIALS WITH WHITE NOISE STIMULI (ABSTRACT)*. DISSERTATION. RECIFE 2010.

DANIELLE GOMES PINTO**

Background: Early identification of hearing loss and early intervention are crucial to maximize the development of receptive and expressive language abilities and communicative experience. Therefore, the need for universal newborn hearing screening has been ratified by the Joint Committee on Infant Hearing. Objective physiological techniques which are not influenced by sleep or sedation, have to be applied to be able to provide adequate intervention before 6 months of age. Auditory steady-state potentials evoked by amplitude modulated noise or transient stimuli might be useful in providing rapid and objective tests of hearing during screening procedures.

Objective: The aim of this study was to evaluate the use of auditory steady-state evoked potentials with white noise stimuli as a screening tool.

Method: This study was approved by the Human Research Ethics Committee. The population of the study was composed of 30 newborns. The equipment used in the study was the MASTER. The stimuli was white noise amplitude modulated between 80 and 110 Hz, the electrodes position were: FZ active, M1 reference and M2 ground. All stimuli were presented at 40 dB SPL to 70 dB SPL intensities. The ears were recorded simultaneously.

Results: The data was inserted in Microsoft Excel 2002 for Windows program, were analyzed specificity, sensibility and likelihood ratio. For the intensity of 50 dB SPL considered as the point of pass-fail, the results for sensibility were 100%, specificity: 100% and LR+: ∞ , which shows a near relation between ASSR screening and the gold standard assessment. There was a high fail index (10%), probably because were evaluated high risk children with risk factors for hearing loss (prematurity and low-weight), and the media of age was 28 days, its known that in this age, changes in ear canal-recorded sound levels across the assessment period can be observed, what may reflect differences in ear canal volume, canal resonance and middle ear mechanical properties.

Conclusion: This work showed that the use of auditory steady state with white noise in hearing screening is possible, and a alternative tool for hearing screening assessment. Clinical application of the ASSR procedure in the neonatal population will need to take into account developmental changes occurring in the first weeks of life. More studies have to be made to solidify these findings.

KeyWords: Auditory, Steady State, Hearing Screening, White noise.

*Triagem Auditiva por Potencial Evocado de Estado Estável com estímulo White noise (Resumo). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, UFPE (Área: Neurociências). Orientador: Otávio Gomes Lins.

**Address: Rua Bandeira Filho 155/601 Graças – 52020-210 Recife PE – Brasil. (E-mail: danigp84@yahoo.com.br)

LISTA DE TABELAS

ARTIGO DE REVISÃO

Quadro 1 – APÊNDICE A	PÁGINA 28
Quadro 2 – APÊNDICE E	PÁGINA 32
Tabela 1 – APÊNDICE B	PÁGINA 29
Tabela 2 – APÊNDICE C	PÁGINA 30
Tabela 3 – APÊNDICE D	PÁGINA 31
Tabela 4 – APÊNDICE F	PÁGINA 33

ARTIGO DE ORIGINAL

Figura 1	PÁGINA 48
Tabela 1	PÁGINA 51
Tabela 2	PÁGINA 51
Tabela 3	PÁGINA 52
Tabela 4	PÁGINA 53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBPAI.....	Comitê Brasileiro sobre Perdas Auditivas na Infância
dB.....	Decibel
dB NA	Decibel Nível de Audição
dB NPS.....	Decibel Nível de Pressão Sonora
dB pe NPS.....	Decibel pico-equivalente de Pressão Sonora
EOAT.....	Emissões Otoacústicas Transientes
Hz.....	Hertz
JCIH.....	Joint Committe on Infant Hearing
Khz.....	Quilo-hertz
PEATE.....	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
TAN.....	Triagem Auditiva Neonatal
RAEE.....	Respostas Auditivas de Estado Estável
RAEERAM.....	Respostas Auditivas de Estado Estável por Ruído de Amplitude Modulada
RAEERBMA	Respostas Auditivas de Estado Estável por Ruído Branco Modulado em Amplitude

SUMÁRIO

PÁGINA

1 APRESENTAÇÃO.....	09
2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	10 -11
3.OBJETIVO.....	12
3.1 OBJETIVO GERAL.....	12
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
4 REVISÃO DE LITERATURA (ARTIGO DE REVISÃO).....	13-33
5 MÉTODO.....	34-37
6 RESULTADOS (ARTIGO ORIGINAL).....	38-65
7 DISCUSSÃO GERAL.....	66- 68
8 CONCLUSÃO GERAL.....	69
9 REFERÊNCIAS.....	70-71

APÊNCIDE A

APÊNDICE B

ANEXO A

ANEXO B

ANEXO C

1. APRESENTAÇÃO

Esta dissertação foi elaborada conforme a “Proposta para apresentação de dissertação/tese dos programas de Pós-Graduação do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da UFPE”, baseado em Souza (2002) e se encontra estruturada da seguinte forma:

1. Apresentação;
2. Considerações iniciais;
3. Objetivos do trabalho;
4. Revisão da literatura: consta de um **artigo de revisão sistemática** (intitulado: Respostas Auditivas de Estado Estável por Ruído Branco Modulado em Amplitude em Triagem Auditiva) que se tratou de um levantamento a respeito do uso do RAEE como ferramenta de triagem auditiva com estímulo tipo white noise. Submetido a Revista Brasileira de Otorrinolaringologia e está redigido segundo as normas de elaboração da referida revista. (confirmação de envio consta no ANEXO A)
5. Metodologia;
6. Resultados: o capítulo de resultados está estruturado sob a forma de um **artigo original**: Intitulado: Triagem Auditiva com Respostas Auditivas de Estado Estável Estímulo de Ruído Branco Modulado, que descreve os resultados da testagem da técnica de triagem por respostas auditivas de estado estável com ruído branco modulado em neonatos. Será traduzido e submetido à avaliação para publicação na revista International Journal of the American Academy of Audiology. Encontra-se pré-formatado segundo as normas da revista.
7. Discussão Geral;
8. Conclusão Geral;
9. Referências

*Levando em consideração que o **Abstract** foi submetido e aceito para publicação na Revista Arquivos de Neuropsiquiatria e encontra-se no formato da revista (confirmação de submissão ANEXO B).

2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A audição é um dos sentidos primordiais a vida do ser humano. A prevalência da perda auditiva supera a das demais doenças detectáveis na triagem neonatal, com cerca de 30/10000 casos (NATIONAL CENTER FOR HEARING ASSESSMENT AND MANAGEMENT, 2000).

A perda de audição pode ter um impacto negativo no desenvolvimento cognitivo, social e emocional do indivíduo (SANTOS et al, 2009). Os sinais da perda auditiva em crianças muito pequenas são sutis e de difícil detecção. A necessidade da criação de programas de triagem que propiciassem a detecção da perda auditiva o mais cedo possível surgiu em decorrência da detecção da perda auditiva ocorrer geralmente por volta dos 2 anos de idade, quando os pais notam que a criança não fala (MARTINS et al, 2007).

Diversas são as recomendações para definir e regulamentar a triagem auditiva neonatal, entre eles destaca-se o *Joint Comittee of Infant Hearing* (JCIH) que vem divulgando e estudando a triagem desde meados de 1970. Este órgão recomenda a detecção, diagnóstico e intervenção o mais cedo possível para crianças com perda auditiva, através de uma ação integrada e interdisciplinar entre estado e nação. Todas as crianças com perda auditiva congênita ou neonatal devem ser identificadas antes dos 3 meses de idade e medidas de intervenção devem ser iniciadas antes dos 6 meses de idade (JCIH, 2007).

Um programa de triagem deve contar com exames diagnósticos confiáveis e de rápida execução. Exames fisiológicos, como as emissões otoacústicas (EOA) e o potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE), vêm sendo recomendados por atenderem a esses requisitos (COUTO; CARVALLO, 2009).

O exame de EOA avalia a integridade das células ciliadas externas da cóclea, que já se encontram formadas ao nascimento, sendo considerado, atualmente, o exame padrão ouro para triagem neonatal. Porém, alguns aspectos em relação as EOA devem ser ressaltados. Há estudos que revelam as baixas taxas de sensibilidade e especificidade do exame, destacando altas taxas de falso positivos (TIENSOLI et al, 2007). Um dos fatores essenciais em um programa de triagem auditiva neonatal (TAN) é sua efetividade. Esta está diretamente relacionada à questão do número de falso positivos e falsos negativos encontrados nos programas. Além disso, ocorrem problemas como modelo de implementação, em relação aos parâmetros utilizados. Por exemplo, o número de falsos positivos ou falsos negativos encontrados está relacionado aos critérios de ponto de corte de um determinado programa. Outro ponto que envolve a efetividade de um programa de TAN é relativo à presença de

vérnix no canal auditivo externo ou efusão na orelha média, freqüentes na população neonatal. Há ainda a possibilidade de alterações retrococleares, não são observadas no exame de EOA (KORRES et al, 2005).

O exame de PEATE vem sendo utilizado como recurso complementar à avaliação audiológica iniciada com o exame de EOA. Na TAN, o exame de PEATE avalia audição periférica, chegando à via auditiva, para a faixa de freqüência entre 2000 e 4000 Hz, podendo ser utilizado num protocolo tipo triagem ou diagnóstico (pesquisa de limiar) (PEREIRA et al, 2007). Para diagnóstico auditivo, obtêm-se os limiares eletrofisiológicos, que predizem os limiares tonais para a faixa de freqüência acima descrita, quando o estímulo utilizado é o *click*. A limitação deste exame está na impossibilidade em se especificar as freqüências comprometidas, bem como a falta de precisão dos limiares auditivos (BARROS et al, 2007).

Uma nova técnica que consegue suprimir as limitações dos exames objetivos de EOA e do PEATE, e é o exame de Respostas Auditivas de Estado Estável (RAEE), realizado através de uma estimulação de tom modulado (nas freqüências entre 500 a 4000 Hz) ou ruído branco. Este exame pode ser utilizado na TAN, num protocolo tipo triagem, a partir da apresentação de ruído branco modulado ou tom puro modulado, e no diagnóstico auditivo, a partir da realização de uma audiometria eletrofisiológica mais precisa em relação às freqüências alteradas.

Alguns autores defendem o uso do ruído branco na triagem auditiva. John, Dimitrijevic e Picton (2003) e John e colaboradores (2004) ressaltam a importância da realização do estímulo tipo ruído na triagem auditiva na população neonatal por ter uma amplitude de resposta maior, já que o ruído interno nesta faixa etária é maior, e por alcançar a significância mais rapidamente. John, Dimitrijevic e Picton (2003) ressaltam que a avaliação do RAEE tipo ruído em triagem leva dois terços do tempo de realização da estimulação tonal destacando-se por sua rapidez, o que demonstra sua eficácia em programas tipo *screening*.

Isso faz com que o RAEE ofereça mais informações sobre o sistema auditivo quando comparado aos exames de EOA e PEATE (LINS, 2002). Dessa forma, esta técnica caracteriza-se como uma alternativa de avaliação num protocolo tipo screening que forneça uma avaliação da via auditiva de caráter rápido e objetivo, o que ressalta a possibilidade de sua aplicabilidade em programas de triagem auditiva. Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo principal comparar os resultados dos exames de EOA e RAEE por estímulo de ruído branco, de forma a testar a eficiência da nova técnica em triagem auditiva neonatal.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral: Correlacionar a técnica de respostas auditivas de estado estável com ruído branco modulado em amplitude com o exame padrão ouro na triagem auditiva de neonatos.

3.2 Objetivos específicos:

- Caracterizar a população testada quanto à média de idade.
- Caracterizar a população testada de acordo com a presença de indicadores de risco.
- Quantificar o percentual de presença e ausência de respostas para cada intensidade testada com a nova técnica.
- Correlacionar os resultados de ‘passa’ e ‘falha’ pelo exame de EOAT e os resultados de presença e ausência pelo exame de RAEE.
- Definir a melhor intensidade de testagem do exame de RAEE
- Quantificar o tempo de duração da testagem do exame de RAEE.

4. REVISÃO DE LITERATURA

ARTIGO DE REVISÃO

RESPOSTAS AUDITIVAS DE ESTADO ESTÁVEL POR RUÍDO BRANCO
MODULADO EM AMPLITUDE EM TRIAGEM AUDITIVA

AUDITORY STEADY STATE RESPONSES TO AMPLITUDE MODULATED WHITE NOISE IN HEARING SCREENING

Autores:

PINTO; D.G.; GRIZ, S.M.S.; ARAÚJO, F.; LINS, O.G.;

Detalhamento dos autores:

Danielle Gomes Pinto, Fonoaudióloga, Mestranda em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento pela Universidade Federal de Pernambuco. Professora substituta do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Pernambuco.

Otávio Gomes Lins, Médico, Doutor em Neurologia, Professor Adjunto do Departamento de Medicina da Universidade Federal de Pernambuco

Silvana Maria Sobral Griz, Fonoaudióloga, Doutora em Psicologia Cognitiva, Professora Adjunta do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Pernambuco

Fabiana Araújo, Fonoaudióloga, Doutoranda em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento.

Endereço para correspondência: Rua Bandeira Filho, N. 155, Graças. Recife –PE. CEP: 52020-210.

Endereço eletrônico: danigp84@yahoo.com.br

RESUMO

Introdução: As respostas auditivas de estado estável vem sendo estudadas como técnica diagnóstica na triagem auditiva neonatal, entretanto não há parâmetros definidos de sua utilização e a literatura é escassa, o que despertou o interesse em desenvolver este levantamento bibliográfico. **Objetivo:** Realizar uma revisão sistemática do uso das Respostas Auditivas de Estado Estável por estímulo tipo ruído branco modulado em amplitude em Triagem Auditiva. **Métodos:** Foi realizada busca eletrônica nos Portais Pubmed e Bireme, as bases de dados analisadas incluíram: Lilacs, Medline, Biblioteca de Teses da Capes e Cochrane, sem restrições de língua ou ano de publicação. **Conclusão:** Com o critério de busca final foram encontradas 7 publicações, sendo que enquadraram-se nos critérios de inclusão apenas 2 artigos. Três referências foram incluídas a partir de busca manual. As referencias encontradas nesta revisão não se tratam de estudos clínicos com o uso dos Potenciais Evocados de Estado Estável por ruído branco modulado em amplitude na Triagem Auditiva; apenas sugerem a sua utilização. De forma que frente ao observado neste levantamento da literatura, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos com aplicação clínica desta ferramenta de triagem a fim de melhor elucidar e definir parâmetros e protocolos de sua utilização.

Palavras-chave: Triagem Auditiva, ruído branco, respostas de estado estável.

ABSTRACT

Introduction: Auditory Steady State Responses have been study as diagnostic techniques in hearing screening, however, there are no defined parameters for its utilization and the literature about it is rare, that's what aroused interest in developing this bibliography survey. **Objective:** To perform a systematic review about the use of Auditory Steady State Responses to amplitude modulated white noise stimulus in hearing screening. **Methods:** The research was conducted in Bireme and Pubmed Portals, and the analyzed data bases were Lilacs, Medline, Cochrane Digital Library of Theses and Dissertations, without restrictions on language or year of publication limit. **Conclusions:** With the final search criteria were found 7 publications, which only 2 fitted in the inclusion criteria of the study. Three other references were included after manual search. The references found in this systematic review were not about clinical studies with the use of Auditory Steady State Responses to amplitude modulated white noise in hearing screening; they just suggest its use for that end. Referring to what was observed in this review, it comes to be necessary the development of studies about clinical application of this screening tool for better elucidation and definition of parameters and protocols of its utilization.

Key-words: Hearing Screening, white noise, steady state responses.

INTRODUÇÃO

Existem técnicas sedimentadas na atualidade voltadas ao diagnóstico da função auditiva em neonatos. De acordo com o *Joint Committee of Infant Hearing*¹ a triagem auditiva neonatal deve ser de caráter universal, devendo o diagnóstico ocorrer até os 3 meses de vida e a intervenção aos 6 meses. Os exames que envolvem a Triagem Auditiva Neonatal são em geral: as Emissões Otoacústicas Transientes e Emissões Otoacústicas por Produto de Distorção, para avaliação da função coclear e os Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE), para avaliação do funcionamento da via auditiva, bem como na observância do limiar eletrofisiológico, além de triagem com caráter passa e falha².

Neste processo é que se destaca a aplicabilidade das Respostas Auditivas de Estado Estável, capazes de realizarem audiometria fisiológica e, além disso, uma triagem (passa e falha), que diferentemente do PEATE é mais rápida, e elimina a necessidade da interpretação visual (subjetiva) do examinador.

Técnica descrita inicialmente por Aoyagi et al ³ as respostas auditivas de estado estável (RAEE) são respostas eletrofisiológicas a tons ou estimulação tipo ruído modulados em amplitude que podem ser registradas por eletrodos de superfície, tal como os demais potenciais evocados corticais ou de tronco cerebral ^{4,5}.

As frequências de modulação funcionam como marcadores do estímulo, a energia se concentra na portadora que pode ser um tom ou ruído branco e em frequências que correspondem a mais e menos a frequência de modulação ^{6,7}.

A resposta de 40Hz é a versão do estado estável dos potenciais de média latência. Infelizmente a resposta de 40Hz não é confiável em recém-nascidos ^{8,9}, provavelmente devido ao fato do córtex auditivo e suas conexões não estarem completamente desenvolvidos nesta faixa etária, além de serem atenuados durante o sono e sob o efeito de anestesia ^{10,11}. A faixa entre 70 e 100 Hz tem se mostrado mais efetiva por gerar respostas confiáveis em sujeitos adormecidos ¹².

As vantagens da aplicabilidade das respostas auditivas de estado estável segundo Lins ¹³ são: que podem ser registradas até 10 a 20 dB acima dos limiares comportamentais usando portadoras de 0,5; 1;2 e 4 KHz; podem ser registradas em lactentes e durante o sono; reproduzem audiogramas comportamentais em pessoas com audição normal ou perda auditiva; são simples de analisar, pois utilizam estimativas claramente definidas do sinal e do ruído, pois ao ocorrerem no domínio da frequência fica mais fácil distingui-los através de promediação e técnicas estatísticas bem definidas como o teste F e o T2; podem ser avaliadas pelo menos quatro frequências por orelha, diferindo uma oitava entre si, além de poderem ser testadas simultaneamente; podem ser analisadas em aspecto de triagem (passa e falha) tanto com estímulo tonal quanto de ruído branco, os resultados podem ser apresentados em forma de um audiograma convencional e o teste pode ser automatizado. Outra vantagem definida

por Rance e colaboradores ¹¹envolve: níveis de saída maiores que estendem o campo de avaliação para perdas de graus maiores.

A aplicabilidade das RAEE na avaliação da população neonatal tem levantado discussões quanto aos parâmetros de avaliação para esta faixa etária. O que realça a necessidade de mais estudos para a ideal definição de protocolos de avaliação. Inclusive no que se refere à avaliação com estímulo de ruído branco, que se mostra bastante escassa nos estudos da literatura a respeito das respostas auditivas de estado estável.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão sistemática da literatura a respeito do uso das Respostas Auditivas de Estado Estável com estímulo tipo ruído como ferramenta de triagem Auditiva Neonatal.

METODOLOGIA

Foi realizado levantamento da literatura sobre o uso das Respostas Auditivas de Estado Estável tipo triagem com uso de estimulação por ruído (seja branco ou de banda larga) na população neonatal. O estudo caracteriza-se como duplo-cego, as mesmas palavras-chaves e descritores foram utilizados por dois pesquisadores DGP e FA, porém não houve contato entre eles até a divulgação dos achados. Foram pesquisados os portais: BIREME e PUBMED, no dia 07 de dezembro de 2009 por DGP e no dia 12 de dezembro por FA.

As bases de dados analisadas incluíram: Lilacs, Medline, Biblioteca de Teses da Capes e Cochrane. Foram ainda realizadas novas buscas eletrônicas e manuais por referências citadas nos artigos solicitados em sítios eletrônicos relacionados com o tema, revistas nacionais e internacionais.

ESTRATÉGIA DE BUSCA

Utilizaram-se os descritores listados no Quadro 1 (APÊNDICE A). Foi realizada consulta à lista Decs Mesh em busca de sinônimos que facilitassem ou incluíssem publicações à consulta.

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Estudos clínicos que utilizassem a técnica das respostas auditivas de estado estável com estimulação de ruído como ferramenta de triagem auditiva neonatal. Sendo de qualquer data de publicação ou idioma. E qualquer tipo de desenho de estudo envolvendo o tema.

CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Estudos que colocassem o uso do ruído como ferramenta mascarante e não de estímulo.

ROTA DA BUSCA ELETRÔNICA

Segue nas tabelas 1 (APÊNDICE B) e 2 (APÊNDICE C) os achados dos portais pesquisados seguindo a rota metodológica com base nos descritores contidos no Quadro 1 (APÊNDICE A). Houve literatura presente à busca apenas no site da PUBMED com o caminho metodológico completo.

Como não houve resultado à busca no Portal BIREME, foram utilizados os achados do Portal PUBMED, num total de 7 artigos, com o critério de busca final adotado. Abaixo segue a lista dos artigos encontrados e o motivo da exclusão. Aspectos que estão descritos na Tabela 3 (APÊNDICE D).

RESULTADOS

Abaixo se encontram os achados finais do levantamento, foram 5 ao total, de forma que há definitivamente raros estudos a respeito da aplicabilidade das respostas auditivas de estado estável por ruído branco modulado em amplitude em triagem auditiva, o que ressalta a necessidade do desenvolvimento de um maior número de pesquisas sobre seu uso. No Quadro 2 (APÊNDICE E) está representado o caminho do levantamento da literatura, com os achados para cada etapa da busca. Na tabela 4 (APÊNDICE F) encontra-se o detalhamento das referências finais.

Apesar de no levantamento terem sido encontrados estudos que discursam a respeito da triagem auditiva com respostas auditivas de estado estável com estímulo de ruído, estes estudos apenas recomendam o uso da triagem e não relatam estudos clínicos, nem especificamente com a população neonatal.

Os estudos de Picton, John e Dimitrijevic¹⁴, John e colaboradores¹⁵, John, Lins, Boucher e Picton¹⁶ e Sávio e Perez-Abalo¹⁷ citam a possibilidade do uso do ruído como estímulo na triagem RAEE. John e colaboradores¹⁵ destaca a importância da realização de estudos com esta forma de estimulação a fim de se melhor discutir a sua aplicação clínica.

John, Dimitrijevic e Picton¹⁸ discutem a respeito do uso de diversos tipos de ruído (banda larga e banda estreita) em relação à estimulação tonal, mais comumente utilizada nos estudos clínicos sobre RAEE. Referem inclusive, que o ruído de banda larga apresenta a maior amplitude de resposta sendo de mais fácil detecção.

John, Dimitrijevic e Picton¹⁸ e John e colaboradores¹⁵ ressaltam a importância da realização do estímulo tipo ruído na triagem auditiva na população neonatal por ter uma amplitude de resposta maior, já que o ruído interno nesta faixa etária é maior, e por alcançar a significância mais rapidamente. John, Dimitrijevic e Picton¹⁸ ressaltam que a avaliação do

RAEE tipo ruído em triagem leva dois terços do tempo de realização da estimulação tonal destacando-se por sua rapidez, o que demonstra sua eficácia em programas tipo *screening*.

DISCUSSÃO

Não há protocolo definido para o uso das respostas auditivas de estado estável na triagem auditiva, e mais especificamente, não existem estudos clínicos sobre o uso de estímulo de ruído branco modulado em amplitude em triagem auditiva neonatal.

O que os estudos já realizados com estimulação tonal ressaltam é que ao se observar a possibilidade do uso das RAEE em neonatos deve-se considerar: peculiaridades do sistema auditivo relacionadas ao desenvolvimento maturacional, e o fato de não haver padrão estabelecido em relação à parâmetros de aquisição (intensidade, tempo de duração do exame) e de avaliação, o que varia muito de estudo para estudo.^{14,15,16,17,18}

Publicações recentes têm sugerido que os níveis de resposta são afetados nas primeiras semanas de vida por uma série de fatores, incluindo o desenvolvimento da audição periférica, especificamente em relação ao canal auditivo^{11,15,19}.

A amplitude das respostas de estado estável cresce significativamente em sujeitos normais entre o período neonatal e a infância. O ponto em que as respostas dos bebês atingem as dimensões adultas ainda não foi determinado, mas conseqüentes investigações realizadas por Sávio e colaboradores²⁰ e John e colaboradores¹⁵ afirmam que boa parte da mudança ocorre no período neonatal. John e colaboradores¹⁵ gravaram respostas de estado estável auditivas por estímulo tonal em um grupo de neonatos menores de 3 dias de idade e um coorte de 3 a 15 semanas, concluindo que as respostas foram de amplitude 22% maior em crianças mais velhas. De forma que estes achados ressaltam a dificuldade de se estabelecer um ponto de corte de estimulação que possa ser utilizado numa triagem nesta faixa etária.

Diversos autores sugerem a intensidade de estímulo de 50dB SPL^{11, 18, 19}. Entretanto, ainda não foram feitos estudos utilizando este ponto de corte em larga escala e em especial, para a população de neonatos e com o estímulo tipo ruído.

Diferenças dos parâmetros de avaliação e aquisição entre os estudos dificultam a comparação para o estabelecimento de um protocolo unificado¹⁵. Parâmetros diferentes, em particular, a duração do exame podem afetar significativamente os achados em sujeitos normais. Estudos recentes envolvendo crianças entre 3 e 14 meses ⁹ demonstraram que o aumento do tempo de gravação em cerca de 10 minutos por vez, pode melhorar a detecção de respostas de amplitude baixa próximas ao ruído de fundo do EEG e permitir a detecção de respostas a níveis de sensação baixos, e este ruído é geralmente alto em neonatos ¹¹. Há estudos, entretanto, que realizam uma comparação direta entre adultos e crianças, usando parâmetros de testagem semelhantes entre os grupos estudados.

A aplicabilidade das RAEE, para triagem de populações neonatais ainda está por ser determinado. Protocolos padronizados para aplicação dos potenciais evocados de estado estável vêm sendo estabelecidos e refinados^{21, 22}. As RAEE têm demonstrado capacidade de detectar adequadamente perdas auditivas sensório neurais nos primeiros meses de vida ²³. Diversos estudos têm sido realizados de forma a descrever os achados em populações de neonatos, entretanto, enfrenta-se a dificuldade em normatizar a técnica, de forma a definir o que se considera como padrão de normalidade para os achados de estado estável.

CONCLUSÃO

Não houveram achados de publicações fazendo o uso clínico do potencial de estado estável com ruído branco na triagem auditiva neonatal. Frente ao observado nesta revisão sistemática da literatura, é evidente a necessidade do desenvolvimento de estudos que visem ensaios clínicos, bem como a instrumentação da técnica de triagem do Potencial Evocado de Estado Estável, principalmente no concernente ao estímulo tipo ruído. Cujo embasamento teórico afirma ser eficaz, rápido e ideal para o uso em triagem neonatal, entretanto a prática se faz necessária para consolidar esta aplicação.

REFERÊNCIAS

1. Joint Committee on Infant Hearing. Year 2000 position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Am J Audiol.* 2000; 9(1):9-29.
2. Joint Committee of Infant Hearing. Year 2007 Position Statement: Principles and Guidelines for Early Hearing Detection and Intervention Programs. Disponível em: <http://www.jcih.org>. Acessado em 17 de dezembro de 2007.
3. Aoyagi M, Kiren T, Kim Y, Suzuki Y, Fuse T, Koike Y. Optimal modulation frequency for amplitude-modulation following response in young children during sleep. *Hearing Research.* 1993;65:253-261.
4. Ferraz O B, Freitas S V de, Marchiori, L L de M. Análise das respostas obtidas por potenciais evocados auditivos de estado estável em indivíduos normais. *Rev. Bras. Otorrinolaringol.* 2002; 68(4):480-486.
5. Rance G, Briggs RJS. Assessment of hearing in infants with moderate to profound impairment: the Melbourne experience with auditory steady-state evoked potential testing. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl.* 2002 May;189:22-8.
6. John MS, Picton TW. A Windows program for recording multiple auditory steady-state responses. *Comput Methods Programs Biomed.* 2000;61:2125-50.
7. Picton TW, Dimitrijevic A, Perez-Abalo MC, Van Roon P. Estimating audiometric thresholds using auditory steady-state responses. *J Am Acad Audiol.* 2005 Jan;16(3):140-56.
8. Stapells DR, Picton TW, Durieux-Smith A, Edwards CG, Moran LM. Thresholds for short-latency auditory evoked potentials to tones in notched noise in normal-hearing and hearing impaired subjects. *Audiology.* 1990;29:262-274.
9. Luts H, Wouters J. Hearing assessment by recording multiple auditory steady-state response: the influence of test duration. *Int J Audiol.* 2004 Sept;43(8):471-8.
10. Lins OG, Picton TW. Auditory steady-state responses to multiple simultaneous stimuli. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1995 Sept;96(5):420-32.
11. Rance G, Roper, R, Symons L, Moody LJ, Poulis C, Dourlay M et al. Hearing Threshold estimation in infants using auditory steady-state responses. *J Am Acad Audiol.* 2005 May;16(5):291-300.

12. Swanepoel D, Hugo R, Roode R. Auditory Steady-State response for children with severe to profound hearing loss. Arch Otolaryngol. Head Neck Surg. 2004; 130 (5): 531-535.
13. Lins O.G. Audiometria Fisiológica Tonal Utilizando Respostas de Estado Estável auditivas do tronco cerebral [Tese de doutorado em medicina]. São Paulo:Escola Paulista de Medicina; 2002.
14. Picton T W, John MS, Dimitrijevic A, Purcell D. Human auditory steady-state responses. Int J Audiol. 2003; 42(4): 177-219.
15. John MS, Brown D K, Muir P J, Picton TW. Recording Auditory Steady-State Responses in Young Infants. Ear Hear. 2004; 25: 539-553.
16. John MS, Lins OG, Boucher BL, Picton T.W. Multiple Auditory Steady-State Responses (MASTER): Stimulus and Recording Parameters. Audiol. 1998; 37:59-82.
17. Savio G, Perez-Abalo M C. Auditory Steady-state Responses and Hearing Screening. In: Rance G , organizador. Auditory Steady-State Responses. Generation, Recording and Clinical Application. Plural Publishing; 2008. p. 185-200.
18. John M S, Dimitrijevic A, Picton T W. Efficient Stimuli for Evoking Auditory Steady-State Responses. Ear Hear. 2003; 24: 406-423.
19. Lins OG, Picton TW, Boucher BL, Durieux-Smith A, Champagne SC, Moram LM, et al. Frequency-specific audiometry using steady-state responses. Ear Hear. 1996 Apr;17(2):81-96.
20. Savio G , Cárdenas J, Pérez Abalo M, González A, Valdés J. The low and high frequency auditory steady-state responses mature at different rates. Audiol Neur Otol. 2001; 6: 279-287.
21. Stueve M., O'Rourke C. Estimation of hearing loss in children: comparison of auditory steady-state response, auditory brainstem response, and behavioral test methods. Am. J. Audiol. 2003; 12(2): 125-136.
22. Rance G, Tomlin D. Maturation of Auditory Steady-State Responses in Normal Babies. Ear Hear. 2006; 27(1): 20-29.

23. Luts H, Desloovere C, Kumar A, Vandermeersch E, Wouters J. Objective assessment of frequency-specific hearing thresholds in babies. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2004 July;68(7):915-26.

LITERATURA CONSULTADA

Akobeng A K. Understanding systematic reviews and meta-analysis. *Arch Dis Child*. 2005; 90: 845-848.

Greenhalgh T. How to read a paper: papers that summarise other papers (systematic reviews and meta-analysis). *BMJ*. 1997; 315: 672-675.

Jadad A R, Cook D J, Browman G P. A guide to interpreting discordant systematic reviews. *Can Med Assoc J*. 1997; 156: 1411-1416.

Linde K, Willich S N. How objective are systematic reviews: Differences between reviews and complementary medicine. *J R Soc Med*. 2003; 96: 17-22.

Magee D J. Systematic Reviews (meta-analysis) and functional outcome measures (apostila). Developmental editor. B. Aindow, 1998.

Óscar A, Beltrán G. Revisións sistemáticas de la literatura. *Rev Col Gast*. 2005; 20(1): 60-69.

Sampaio R F, Mancini M C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese critérios da evidência científica.

APÊNDICE A

Quadro 1 – Contém os descritores e palavras-chaves da pesquisa eletrônica

Domínios da pesquisa	Descritores e Palavras-chaves
D1	Hearing Screening
D2	Auditory Steady State or frequency following
D3	White noise or broadband noise
D4	Stimuli
D1 AND D2 AND D3 AND D4	Auditory and (Steady State or frequency following) and hearing screening and (White noise or broadband noise) and stimuli

APÊNDICE B

Tabela 1 – Achados no Portal PUBMED

Descritor ou palavra-chave	Quantidade
Hearing and screening	27.318
“Hearing Screening”	1135
Auditory and Steady State	841
Auditory and Steady-State	841
Auditory and (Steady State or frequency following)	2158
Auditory and (Steady State or frequency following) and	320
Hearing and Screening	
Auditory and (Steady State or frequency following) and	320
“Hearing Screening”	
Auditory and (Steady State or frequency following) and	6
“Hearing Screening” and (white noise)	
Auditory and (Steady State or frequency following) and	11
“Hearing Screening” and (white noise or broadband noise)	
Auditory and (Steady State or frequency following) and	7
“Hearing Screening” and (white noise or broadband noise) and stimuli	

APÊNDICE C

Tabela 2 – Achados no Portal BIREME

Descritor ou palavra-chave	Quantidade
Hearing and screening	4082
“Hearing Screening”	4082
Auditory and Steady State	262
Auditory and Steady-State	262
Auditory and (Steady State or frequency following)	50
Auditory and (Steady State or frequency following) and Hearing and Screening	0
Auditory and (Steady State or frequency following) and “Hearing Screening”	0
Auditory and (Steady State or frequency following) and “Hearing Screening” and (white noise)	0
Auditory and (Steady State or frequency following) and “Hearing Screening” and (white noise or broadband noise)	0

APÊNDICE D

Tabela 3 – Lista dos artigos excluídos e o motivo de cada exclusão.

Descritor ou palavra-chave	Título do Artigo	Motivo da exclusão
Auditory and (Steady State or frequency following) and “Hearing Screening” and (white noise or broadband noise) and stimuli	Evaluation of the risk of noise-induced hearing loss among unscreened industrial workers	Fala do ruído como causa de perda auditiva e não como forma de estimulação. Realizado com indivíduos adultos.
	Estimating the audiogram using multiple auditory steady-state responses.	Utilizado ruído como ferramenta mascarante.
	Psychophysical sensitivity and physiological response to amplitude modulation in adult dyslexic listeners	O ruído é utilizado como avaliação de adultos e o objetivo da avaliação auditiva é o processamento auditivo.
	Noise-induced hearing loss in iron-deficient rats.	Fala do ruído como causa de perda auditiva e não como forma de estimulação na avaliação auditiva e o estudo é realizado em ratos.
	A study on measurement of auditory reaction time	O estudo avalia o tempo de reação auditiva ao ruído não o descreve como forma de estímulo em triagem auditiva. Realizado com indivíduos adultos.
	Characteristics of temporary noise-induced tinnitus in male and female subjects.	Fala do ruído como causa de perda auditiva e não como forma de estimulação. Realizado com indivíduos adultos.

APÊNDICE E

Quadro 2 – Etapas do levantamento sistemático da literatura

ETAPAS	Achados em cada etapa	Achados finais
Busca eletrônica	7 artigos, mas 5 artigos não se enquadraram nos critérios de inclusão.	2 artigos
Busca manual nas referências dos artigos	3 referências (2 artigos e 1 capítulo de livro)	3 referências
Final do levantamento	5 referências	

APÊNDICE F

Tabela 4 – Detalhamento das referências selecionadas ao fim do levantamento na literatura.

Fonte	Título da referência	Detalhamento da referência
Busca eletrônica	Efficient stimuli for evoking auditory steady state responses	Artigo Original. Autores: John, Ms.; Dimitrijevic, A.; Picton, TW. Ano: 2003. Revista Ear and Hearing. Vol: 24, n : 5, p: 406 a 423.
Busca eletrônica	Recording auditory steady-state responses in young infants	Artigo Original. Autores: John, MS.; Brown, DK.; Muir, PJ.; Picton, TW. Ano: 2004. Revista Ear and Hearing Vol: 25, p: 539 a 553.
Pesquisa manual a partir das referências dos artigos	Human Auditory Steady-State Responses.	Artigo de Revisão. Autores: Picton, TW.; John, MS.; Dimitrijevic, A.; Purcell, D. Ano: 2003. Revista International Journal of Audiology. Vol: 42, p: 177 a 219.
Pesquisa manual a partir das referências dos artigos	Auditory Steady-state Responses and Hearing Screening.	Capítulo de livro. Livro: Auditory Steady-State Responses. Generation, Recording and Clinical Application. Organizador: Rance, G. 335p. Capítulo 10. Autores: Savio, G.; Perez-Abalo, MC. p: 185-200. Ano: 2008.
Pesquisa manual a partir das referências dos artigos	Multiple Auditory Steady State Responses (MASTER): Stimulus and Recording Parameters	Artigo Original. Autores: John, MS.; Lins, OG.; Boucher, BL.; Picton, TW. Ano: 1998. Revista Audiology Vol: 37, p: 59 a 82.

5. MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi realizado no Laboratório de Neurofisiologia localizado no segundo andar do prédio dos ambulatórios no Hospital das Clínicas de Pernambuco.

Neste Hospital, existe o programa de Triagem Auditiva Neonatal que atende cerca de 1000 neonatos por ano. O programa conta com a execução dos exames de EOA, RCP e PEATE, entretanto para o presente estudo foi utilizada apenas a avaliação por exame de EOAT e RAEE. O exame de EOAT é realizado em uma sala próxima à maternidade, no 9º. Andar do Hospital. O acompanhamento dos neonatos e lactentes é realizado no Serviço de Puericultura, que funcionam no 2º andar do ambulatório. O exame de Respostas Auditivas de Estado Estável (RAEE) é realizado no 2º andar do ambulatório.

Período de Referência

A coleta de dados foi realizada no período entre junho e dezembro de 2009.

População de Estudo

Participaram do estudo 30 neonatos nascidos no Hospital das Clínicas da UFPE, advindos do programa de triagem auditiva neonatal, cujos responsáveis concordaram em participar da pesquisa.

Coleta de Dados

A coleta de dados foi iniciada após a aprovação do projeto no Comitê de Ética em Pesquisa da UFPE e constará das seguintes etapas:

PROCEDIMENTO (1) As mães que tiveram filhos nascidos na maternidade do HC-UFPE e que realizaram o teste da orelhinha (EOAT), durante o período de referencia do projeto, foram convidadas a participar do projeto. Para todas as mães e responsáveis, foram abordados os aspectos éticos da pesquisa, através da leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A). E responderam à entrevista que contém dados de identificação e questões a respeito da presença de indicadores de risco de acordo com o JCIH (2207) contida no protocolo de coleta da pesquisa (APÊNDICE B).

PROCEDIMENTO (2) Esses neonatos e lactentes realizaram, então, o exame de EOAT e a pesquisa do RCP, como parte da TAN, e em seguida, o exame do RAEE, que foi devidamente agendado a partir da disponibilidade dos responsáveis pelos neonatos e lactentes. Para os exames de EOAT e RAEE, as orelhas foram analisadas separadamente, mesmo em caso de estimulação simultânea no RAEE. O exame de EOAT foi realizado com o equipamento marca Madsen, modelo Capella. Para o procedimento, foi utilizado o programa *Quickscreen*, com modo não-linear de apresentação do clique, com duração de 80 μ s e faixa de frequência de 400 a 6000 Hz. A intensidade do estímulo não ultrapassou 80 dB peNPS. Foi considerado 'passa' o exame de EOAT que consistiu em: reprodutibilidade em pelo menos três bandas consecutivas de 70% e relação sinal/ruído igual ou superior a 6 dB, em pelo menos três bandas consecutivas, em ambas as orelhas.

O exame de RAEE foi realizado com um sistema de aquisição e análise (MASTER - Multiple Auditory Steady-State Response), desenvolvido no Laboratório do Dr. Terry Picton, Rotman Research Institute, Baycrest Centre, North York, Canadá (LINS; PICTON, 1995; LINS et al, 1996; JOHNSON; PICTON, 2000; JOHNSON; DIMITRIJEVIC; PICTON, 2003) . Para preparação da pele, foi utilizado álcool a 70% e esfoliação com pasta abrasiva. Em seguida, foi realizada a colocação dos eletrodos, nas seguintes posições: eletrodo ativo em Fz, eletrodo de referência em M2 e o terra em M1, para estimulação da orelha direita e eletrodo ativo em Fz, eletrodo de referência em M1 e o terra em M2, para estimulação da orelha esquerda. Foi utilizado o estímulo tipo ruído branco, modulado em frequência, na faixa de 80 a 110 Hz, com estimulação contínua e simultânea, com uma promediação máxima de 48 sweeps sendo testadas as intensidades de 40, 50, 60 e 70 dB NPS. Foi considerada presença de resposta (passa) a identificação do pico espectral (na frequência de modulação) referente à resposta da portadora de banda larga, com amplitude superior ao ruído de fundo, no gráfico do FFT.

Analísada através dos testes estatísticos do programa MASTER (F e T²) que considerou um intervalo de confiança de 95%, sendo $p < 0,05$. Foi considerado ‘falha’, qualquer achado que não se incluiu neste intervalo.

Análise dos Dados

Após a coleta dos dados, os mesmos foram analisados através de técnicas de estatística descritiva e inferencial. Através da criação de pacote estatístico no programa Microsoft Excel 2002. A estatística descritiva envolveu a obtenção de distribuições absolutas e percentuais, também como média, desvio padrão, coeficiente de variação, para caracterização da população, em relação às variáveis idade e presença de fator de risco para perda auditiva. Foi calculada a correlação entre os resultados de presença e ausência de respostas no exame de RAEE por ruído branco e de ‘passa’ e ‘falha’ das EOAT para cada intensidade testada (40, 50, 60 e 70 dB NPS), a fim de observar a melhor correlação entre os achados e definir uma possível intensidade de ponto de corte numa triagem com RAEE.

Delineamento da Pesquisa

Este estudo se caracterizou como sendo do tipo observacional, descritivo, transversal.

Definição das Variáveis

Idade: tempo entre o nascimento até a data da realização do exame na coleta.

Indicadores de Risco para Perda Auditiva: apresentadas pelos neonatos, de acordo com o JCIH (2007)

Exame de Emissões Otoacústicas: exame objetivo, que analisa a função coclear, apresentando como resultados, passa ou falha.

Exame de Respostas Auditivas de Estado Estável: exame objetivo, recentemente desenvolvido, capaz de estimar a audiometria tonal de bebês, eficientemente e sem a necessidade de identificação de ondas, servindo como forma de diagnóstico estimativa de limiar. Pode também ser utilizado em triagem auditiva, tendo resultados como passa e falha (que foi o seu uso no presente estudo). O registro é obtido da mesma maneira que o potencial

evocado auditivo do tronco encefálico, apenas são utilizados como estímulo tons audíveis ou ruído branco (como no presente estudo) modulados em amplitude sendo a análise das respostas é feita no domínio da frequência.

Aspectos Éticos

Após aprovação do projeto no Comitê de Ética em Pesquisa, com o número de protocolo 256 /08 (ANEXO C), todas as mães que aceitaram participar da presente pesquisa assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A), antes de qualquer ação proposta neste estudo. Foi explicado a estas que as informações obtidas seriam rigorosamente confidenciais e que os resultados seriam utilizados para fins científicos sem, entretanto, identificação de suas identidades e de quem mais estivesse envolvido.

Problemas Metodológicos

Possíveis problemas que dificultassem a execução do presente projeto: (1) dificuldades ou problemas técnicos que viessem a advir da aparelhagem utilizada; (2) ao não aparecimento da população para testagem por se tratar de mães de baixa renda e escolaridade, podendo haver limitações quanto ao entendimento da importância da realização dos exames e por questões financeiras que impeçam o deslocamento das mesmas com seus bebês ao serviço do HC; (3) Ao desconforto pela colocação dos eletrodos e fones de inserção.

6. RESULTADOS

ARTIGO ORIGINAL

TRIAGEM AUDITIVA ATRÁVES RESPOSTAS AUDITIVAS DE ESTADO ESTÁVEL COM ESTÍMULO DE RUÍDO BRANCO MODULADO EM AMPLITUDE HEARING SCREENING USING AUDITORY STEADY STATE RESPONSES WITH WHITE NOISE AMPLITUDE MODULATED STIMULI

Autores:

PINTO DG, ARAÚJO F, GRIZ SMS, LINS OG

Detalhamento dos autores:

Danielle Gomes Pinto, Fonoaudióloga, Mestranda em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento pela Universidade Federal de Pernambuco. Professora substituta do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Pernambuco.

Fabiana Araújo, Fonoaudióloga, Doutoranda em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento.

Silvana Maria Sobral Griz, Fonoaudióloga, Doutora em Psicologia Cognitiva, Professora Adjunta do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Pernambuco

Otávio Gomes Lins, Médico, Doutor em Neurologia Professor Adjunto do Departamento de Medicina da Universidade Federal de Pernambuco

Endereço para correspondência: Rua Bandeira Filho, N. 155, Graças. Recife –PE. CEP: 52020-210.

Endereço eletrônico: danigp84@yahoo.com.br

RESUMO

Introdução: As respostas auditivas de estado estável (RAEE) vem sendo utilizadas como ferramenta diagnóstica e sua aplicabilidade em triagem ainda não está definida. Os estudos clínicos presentes na literatura com RAEE tem utilizado estimulação tonal, entretanto alguns autores sugerem que o estímulo de ruído branco tem alguns aspectos que beneficiariam seu uso na triagem. **Objetivo:** Verificar a eficácia do exame de RAEE como ferramenta de triagem auditiva neonatal, utilizando-se o ruído branco de amplitude modulada como estímulo. **Delineamento da pesquisa:** estudo objetivo, transversal, prospectivo. **Amostra do estudo:** Foram avaliados 30 bebês de alto risco advindos da Maternidade do Hospital das Clínicas da UFPE. **Intervenção:** Foram realizados os exames de Emissões Otoacústicas Transientes e Respostas Auditivas de Estado Estável com Ruído de Amplitude Modulada. **Coleta e Análise dos dados:** os dados foram digitados no Microsoft Excel (2002), para caracterização da população foi realizada distribuição percentual para as variáveis: indicador de risco, idade, prematuridade e baixo peso. A relação entre os exames foi avaliada a partir do cálculo da correlação entre 'passa' e 'falha' no exame de EOAT e presença e ausência de respostas no exame de RAEE. **Resultados:** Foram comparadas as duas técnicas, sendo exame de Emissões Otoacústicas Transientes considerado como padrão ouro. Houve um índice de falha relativamente alto (10%), provavelmente por se tratar de crianças com presença de indicadores de risco. A intensidade ideal para o ponto de corte para o RAEERAM foi 50 dB NPS, devido aos seus valores de correlação com os resultados do exame de EOAT. **Conclusão:** As respostas auditivas de estado estável ruído de amplitude modulada demonstraram sua possibilidade de aplicação clínica como ferramenta de triagem, entretanto são necessários mais estudos, com populações de maior número a fim de melhor elucidar e definir parâmetros e protocolos de sua utilização.

Palavras-chave: Triagem Auditiva, ruído branco, potencial evocado auditivo.

ABSTRACT

Background: The auditory steady state responses (ASSR) exam has been used as a tool for audiologic diagnostic, and its applicability for hearing screening, is not established. Clinical studies have been done using pure tone stimuli, however some authors defend that the use of white noise stimuli have some aspects that would bring more benefits for screening programs. **Purpose:** To Verify the efficiency Auditory Steady State Responses as a hearing screening tool, using the Amplitude Modulated Noise Stimuli. **Research Design:** Objective, transversal and prospective study. **Study Sample:** Thirty babies from Federal University of Pernambuco's Clinic Hospital. **Intervention:** The subjects were evaluated with Otoacoustic Emissions and Steady State Evoked Responses to Amplitude Modulated Noise Stimuli. **Data Collection and Analysis:** to characterize the population was used percent distribution for prematurity, low weight, risk factors and age variables. For the comparison between the TOAE and ASSR with white noise stimuli were calculated the correlation between 'pass' and 'fail' for TOAE and presence and absence of response for ASSR. **Results:** Both techniques were compared, and the Otoacoustic Emissions was considered the gold standard procedure. A high index of fail was observed (10%) probably because the population was of children with risk factors for hearing loss. The ideal intensity of cutoff was 50dB SPL, it had considerable values for correlation with the findings for TOAE technique. **Conclusions:** Steady State Evoked Responses to Amplitude Modulated Noise Stimuli showed they're possibility of use as a screening tool, however more studies are needed, with larger populations to better elucidate and define parameters and protocols of utilization.

Key-words: Hearing Screening, white noise, auditory evoked potential.

Abbreviations: TOAE (Transient Otoacoustic Emissions), ASSR (Auditory Steady State Responses).

INTRODUÇÃO

Segundo o Comitê Brasileiro sobre Perdas Auditivas na Infância (2001), a incidência de surdez é de aproximadamente 1 a 3 recém-nascidos em cada mil nascimentos e aumenta para 1% a 5% em bebês provenientes de unidades de terapia intensiva neonatal. Em mil crianças nascidas no Brasil, de duas a sete apresentam problemas de surdez. O diagnóstico até os seis meses de idade é crucial para o desenvolvimento do bebê (Tiensooli et al, 2007).

O *Joint Comittee on Infant Hearing* (2000) endossa a detecção e intervenção o mais cedo possível para crianças com perda auditiva através de uma ação integrada e interdisciplinar entre estado e nação. Todas as crianças com perda auditiva congênita ou neonatal devem ser identificadas antes dos 3 meses de idade e sofrerem intervenção antes dos 6 meses de idade. Na ausência de um programa de rastreamento da audição neonatal, a perda moderada ou severa pode não ser identificada até o primeiro ou segundo ano de vida, e a perda leve pode não ser reconhecida até a idade escolar (Clemens; Davis; Bailey, 2000).

Os procedimentos de triagem eletrofisiológicos apresentam maior sensibilidade e especificidade, são estes: Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) e Emissão Otoacústica Evocada (EOAE). O JCIH (2000) recomenda que ao se estabelecer um programa de triagem devem ser observados parâmetros de passa e referência para acompanhamento baseado em análise de valores preditivos positivo e negativo, e na observação da especificidade e sensibilidade do exame adotado.

Por se tratar de um exame eletrofisiológico, capaz de avaliar objetivamente as respostas da via auditiva, de maneira rápida, surgiu a possibilidade do uso das respostas auditivas de estado estável em programas de triagem auditiva neonatal, porém ainda pouco estudada.

As respostas auditivas de estado estável (RAEE) são ondas contínuas periódicas eliciadas por tons contínuos ou por estímulo do tipo ruído branco, que podem ser de

amplitude ou frequência moduladas. As frequências de modulação funcionam como marcadores do estímulo, com energia concentrada na frequência portadora e em frequências que correspondem a mais e menos a frequência de modulação (Picton et al, 2003). Estes potenciais podem ser gerados por uma ampla gama de frequências de modulação (Lins, 2002).

A realização das RAEE na avaliação da população infantil tem levantado discussões quanto aos parâmetros de aquisição e análise utilizados, especialmente na população neonatal. Esse aspecto faz com que sejam necessários mais estudos para a definição de protocolos de avaliação mais específicos para esta população.

Há inclusive divergências entre autores quanto à possibilidade do uso dos mesmos parâmetros de avaliação de adultos, já sedimentados (Rance; Rickards, 2002). Uma vez que não estão estabelecidos os parâmetros de aquisição de estímulo e análise para a população infantil. O que se sabe, é que a amplitude das respostas auditivas de estado estável aumenta nas primeiras semanas de vida (Cone-wesson et al, 2002; John et al. 2004), o que influencia uma avaliação na população neonatal, e mais especificamente, no estabelecimento de uma intensidade de estímulo de ponto de corte numa triagem (passa e falha).

Diferenças nos parâmetros de aquisição e análise entre os estudos dificultam a comparação entre os estudos. Quanto à intensidade do estímulo, por exemplo, alguns estudos ressaltam o uso da intensidade de 40dB SPL (Rance; Tomlin, 2006; Luts; Desloovere; Wouters, 2006) e outros 50 dB SPL (Lins, 2002; Picton et al, 2003). A promediação a ser utilizada, se um máximo de 48 sweeps (Picton et al, 2003; John et al, 2004) ou 64 sweeps (Rance; Tomlin, 2006), o que pode interferir significativamente nos achados em sujeitos normais. E no caso de neonatos e lactentes, em que a amplitude de resposta é relativamente baixa e o ruído interno (EEG) é geralmente alto, esse fator pode influir ainda mais (John et al, 2004).

O uso das RAEE, como técnica de triagem auditiva neonatal precisa ser melhor compreendido, principalmente no que se refere à utilização do tipo de estímulo, como o ruído branco, pois, os estudos presentes na literatura têm utilizado apenas o tom puro modulado em amplitude.

Cone-wesson et al (2002) avaliaram neonatos nascidos a termo e prematuros a fim de obter parâmetros na utilização do exame de RAEE na triagem auditiva neonatal. Os neonatos a termo foram incluídos no estudo após a avaliação dos exames de Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com estímulo de click e o exame de Emissões Otoacústicas Transientes (EOAT), com o resultado normal. Para o exame de RAEE foram avaliadas as frequências de 500 a 4000Hz com moduladoras entre 58 e 106Hz. Do grupo a termo, 90% encontraram respostas presentes para a intensidade de 69 dB NPS, sendo a percentagem de passa maior para 2000Hz (100%) e menor para 500Hz (84%). Para o grupo prematuro, a presença de resposta para 500Hz foi obtida apenas em 65% dos sujeitos avaliados. Os autores afirmam que mesmo diante da impossibilidade de afastar causas condutivas ou neurossensoriais para o índice de falha encontrado, no grupo de prematuros o percentual foi maior. Referem inclusive que isto se deveu provavelmente à alta frequência de modulação do estímulo, difícil de ser acompanhada por indivíduos com limitações neurológicas ou simplesmente pela imaturidade de funcionamento do sistema auditivo central.

Picton et al (2003) descreveram de forma abrangente os aspectos que envolvem a fisiologia e a técnica do exame de RAEE. Realizaram comparações entre os exames presentes na literatura realizados com crianças e adultos e recomendaram ainda está por ser sedimentada a aplicabilidade clínica do exame para determinar limiares eletrofisiológicos. Reforçaram que estudos com neonatos e lactentes se fazem necessários, uma vez que são escassos, e que, devem ser observadas novas formas de utilização da nova técnica como a triagem auditiva neonatal.

John et al (2004) estudaram diferentes tipos de estímulos para a avaliação por exame de RAEE num protocolo de triagem em lactentes. Foram comparadas as respostas com estímulo múltiplo para a estimulação tonal de 500 a 4000Hz, modulados somente em amplitude, modulados em amplitude e frequência (mista) e com modulação exponencial em amplitude. A porcentagem das respostas significantes foi de 64%, 79% e 84% para cada tipo de modulação testada, respectivamente, sendo a intensidade do estímulo de 55 dB NPS. As respostas de modulação mista e com modulação exponencial apresentaram maior amplitude facilitando a identificação das respostas.

Sávio et al (2006) analisaram os resultados obtidos pelo exame de RAEE numa triagem auditiva neonatal utilizando-se estímulos tonais nas frequências de 500 a 4000Hz e pelo PEATE com estímulo de clique ambos procedimentos utilizando uma intensidade fixa de 40 dB NA. Destacaram semelhanças entre os achados das duas técnicas, detectando uma sensibilidade de 100% e uma especificidade de 95% para o exame de RAEE, sugerindo vantagens para o seu uso, pela possibilidade de demonstrar a configuração da perda auditiva e por ser capaz de avaliar níveis de sensação baixos.

Sávio e Perez-Abalo (2008) realizam um levantamento a respeito do uso do exame de RAEE na triagem auditiva neonatal. Destacando a possibilidade do uso de outro tipo de estimulação além da tonal, o ruído de amplitude modulada. E que são necessários estudos sobre a aplicabilidade clínica da técnica para triagem, a fim de melhor definir protocolos de aquisição e avaliação para os neonatos e lactentes.

Ribeiro, Carvallo e Marcoux (2010) avaliaram limiares de lactentes nascidos a termo e pré-termo a fim de investigar o processo de maturação das respostas de estado estável e verificar possíveis ajustes no protocolo de testagem desta população. Foram observados limiares maiores para o grupo pré-termo, sendo em média 500Hz (49,11 DP=9,44), 1000Hz (26,38 DP =6,59), 2000Hz (26,74 DP=7,57) e 4000Hz (35,9 DP =8,23) do que para o grupo a

termo cujos limiares foram em média 500Hz (44,30 DP=9,88), 1000Hz (27,8 DP =6,79), 2000Hz (26,77 DP=6,09) e 4000Hz (32,87 DP =6,12). De forma que concluiu que os limiares encontrados foram elevados, principalmente em relação às frequências de 500 e 4000Hz, o que deve ser levado em consideração ao se estabelecer uma intensidade de corte na avaliação de lactentes.

Devido à variação nos parâmetros de aquisição e análise entre os estudos presentes na literatura há dificuldade no estabelecimento de protocolos padronizados para aquisição das respostas auditivas de estado estável na triagem auditiva. O presente estudo teve como objetivo geral verificar a eficácia do exame de RAEE como ferramenta de triagem auditiva neonatal, utilizando-se o ruído branco modulado em amplitude como estímulo. Para isso, serão analisados: (1) aspectos relativos às características da população, (2) os resultados dos exames de EOAT e RAEE, (3) a correlação entre os resultados dos exames de EOAT e RAEE, e (4) o tempo de realização do exame de RAEE, considerando-se o número de amostras obtidas.

MÉTODOS

Este estudo foi realizado no Laboratório de Neurofisiologia do Hospital das Clínicas. Neste Hospital, um programa de Triagem Auditiva Neonatal, que atende cerca de 1000 neonatos por ano (aproximadamente de 50% dos nascimentos deste Hospital).

Este programa conta com o preenchimento de um formulário acerca de fatores socioeconômicos e demográficos e indicadores de risco para perda auditiva, bem como conta com a realização dos exames de emissões otoacústicas (EOA) e pesquisa do reflexo cócleo-palpebral (RCP), realizados em uma sala da maternidade deste Hospital. Além dos exames citados, realizados no momento da Triagem Auditiva Neonatal (TAN), antes da alta hospitalar ou em um momento de re-teste, há casos de encaminhamento para exames de diagnóstico audiológico, através do exame do potencial evocado auditivo de tronco encefálico.

Participaram do estudo 30 neonatos e lactentes, com idade entre 0 e 6 meses, atendidos no programa de triagem auditiva neonatal do Hospital das Clínicas da UFPE (HC-UFPE). Foram realizadas as seguintes etapas: **PROCEDIMENTO 1:** As mães que tiveram filhos nascidos na maternidade do HC-UFPE e que realizaram a TAN foram convidadas a participar do projeto. Para todas as mães, foram abordados os aspectos éticos da pesquisa, através da leitura e explicação oral e escrita do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e sua assinatura por parte dos participantes. Após aceitação e antes da realização dos exames, o preenchimento do formulário ocorreu através de entrevistas com as mães e leitura dos prontuários dos neonatos; **PROCEDIMENTO 2:** Para os neonatos e lactentes cujas mães aceitaram participar da pesquisa, foi realizado o exame de EOAT e a pesquisa do RCP, como parte da TAN, e em seguida, o exame do RAEE, que foi devidamente agendado a partir da disponibilidade dos responsáveis pelos neonatos e lactentes. Para os exames de EOAT e RAEE, as orelhas foram analisadas separadamente, mesmo em caso de estimulação simultânea para o exame de RAEE. O exame de EOAT foi realizado com o equipamento

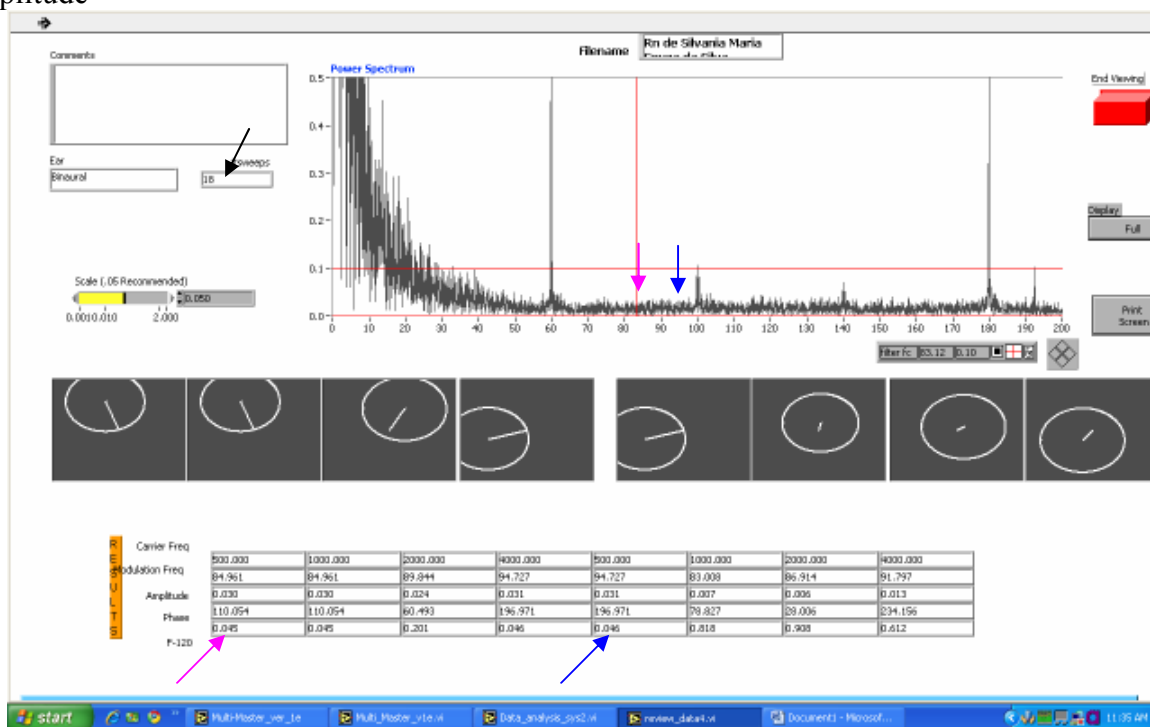
marca Madsen, modelo Capella. Para o procedimento, foi utilizado o programa *Quickscreen*, com modo não-linear de apresentação do clique, com duração de 80 μ s e faixa de frequência de 400 a 6000 Hz. A intensidade do estímulo não ultrapassou 80 dB peNPS. Foi considerado 'passa' o exame de EOAT que consistiu em: reprodutibilidade em pelo menos três bandas consecutivas de 70% e relação sinal/ruído igual ou superior a 6 dB, em pelo menos três bandas consecutivas, em ambas as orelhas.

O exame de RAEE foi realizado com um sistema de aquisição e análise (MASTER - Multiple Auditory **S**teady-State **R**esponse), desenvolvido no Laboratório do Dr. Terry Picton, Rotman Research Institute, Baycrest Centre, North York, Canadá (Lins; Picton, 1995; Lins et al, 1996; John; Picton, 2000; John; Dimitrijevic; Picton, 2003) . Para preparação da pele, foi utilizado álcool a 70% e esfoliação com pasta abrasiva. Em seguida, foi realizada a colocação dos eletrodos, nas seguintes posições: eletrodo ativo anterior a fontanela bregmática, eletrodo de referência no mastóide direito (M2) e eletrodo terra no mastóide esquerdo (M1). Como estímulo foi utilizado ruído branco modulado em amplitude (modulação exponencial – AM^2) nas frequências de 84,96 Hz (orelha direita) e 94,72 Hz (orelha esquerda), apresentados simultaneamente. Os estímulos foram apresentados até as respostas em ambas as orelhas serem significantes ou um máximo de 48 varreduras serem promediadas (cerca de 12 minutos). Os estímulos foram apresentados sequencialmente nas intensidades de 40, 50, 60 e 70 dB NPS.

Foi considerada presença de resposta a identificação do pico espectral (na frequência de modulação), referente à resposta ao estímulo portador (ruído branco), com amplitude estaticamente superior ao ruído de fundo, no gráfico do FFT. A significância foi calculada através dos testes estatísticos T^2 e F (Lins et al, 1995), realizados pelo próprio programa MASTER. O p crítico considerado foi de 0.05. As respostas do exame de RAEE foram consideradas presentes quando os testes estatísticos identificavam uma amplitude da resposta

superior ao ruído (Figura 1). As respostas foram consideradas ausentes quando isto não ocorreu até um máximo de 48 varreduras.

Figura 1- Resultado de um exame de RAEE, realizado com ruído branco modulado em amplitude



- Valor de p
- Pico espectral referente à resposta do estímulo portador, com amplitude superior ao ruído, da orelha esquerda
- Valores de p
- Pico espectral referente à resposta do estímulo portador, com amplitude superior ao ruído, da orelha esquerda
- Número de amostras utilizadas para promediação

A análise dos dados foi realizada através de técnicas de estatística descritiva e inferencial, utilizando-se o programa Microsoft Excel 2002. A estatística descritiva envolveu a obtenção de distribuições absolutas e percentuais, também como média, desvio padrão, coeficiente de variação, para caracterização da população, em relação às variáveis idade e presença de indicador de risco para perda auditiva. Foram realizados testes estatísticos para avaliar a correlação entre os resultados ‘passa’ e ‘falha’ dos exames de EOAT e a presença e ausência de respostas do exame de RAEE. A partir da observação da concordância entre as

técnicas se pôde sugerir uma intensidade de estimulação de ponto de corte, ‘passa’/’falha’, a ser utilizado como triagem auditiva em neonatos e lactentes, utilizando-se o exame de RAEE.

Os dados foram coletados após aprovação do projeto no Comitê de Ética em Pesquisa, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, sob o número de protocolo 256/08. Todas as mães que aceitaram participar da pesquisa assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), antes de qualquer ação realizada. Foram explicados todos objetivos e entregues aos participantes os resultados dos exames. Quando necessário, houve encaminhamentos e orientações relativas ao diagnóstico da perda auditiva.

RESULTADOS

Os resultados serão apresentados de forma a: (1) caracterizar a população do estudo, (2) apresentar os resultados dos exames de EOAT e RAEE, (3) apresentar os resultados da concordância entre o ‘passa’/‘falha’ para o exame de EOAT e presença de respostas/ausência de respostas desses exames, e (4) analisar o tempo de realização teste do exame de RAEE, considerando-se o número de amostras obtidas para se verificar a presença de resposta, através da análise da significância realizada pelo MASTER.

Foram avaliados 30 neonatos e lactentes, com idade média de 27, 4 dias e desvio padrão de 58,5 dias. Dentre eles, foram encontrados indicadores de risco para perda auditiva, descritos pelo JCIH (2007), de maior frequência em 50% (n=15), distribuídos da seguinte forma: (a) história familiar de perda auditiva (13,4% - n=4), (b) permanência em unidade de tratamento intensivo, por um período superior a 5 dias (16,7% - n=5) e, (c) uso de ventilação mecânica por um período superior a 5 dias (20% - n=6). Houve também uma alta frequência de baixo peso (33,5% - n=10) e prematuridade (30% - n = 9), que por si só não se caracterizam como indicadores de risco, mas podem estar relacionados aos indicadores atualmente descritos.

Os resultados dos exames de EOAT foram analisados segundo os índices de ‘passa’ e ‘falha’. Observou-se que houve um alto índice de ‘falha’ (10% - n = 3), considerando-se as recomendações do JCIH (2007).

Os resultados dos exames de RAEE estão descritos na Tabela 1. Observa-se que na intensidade de 40 dB NPS foram observadas presenças de respostas em 83,3% (n=25), na intensidade de 50 dB NPS foram observadas presenças de respostas em 90% (n=27), na intensidade de 60 dB NPS foram observadas presenças de respostas em 93,3% (n=28) e na intensidade de 70 dB NPS foram observadas presenças de respostas em 100% (n=30). O que reflete que à medida que aumentou a intensidade, aumentou o índice de presença de respostas

para o exame de RAEE, entretanto, apenas a intensidade de 50 dB NPS confirmou os resultados do exame de EOAT (Tabela 2), o que reflete que o uso de intensidades do estímulo maiores fez aumentar o índice de presença de respostas porque provavelmente foram sendo atingidos os limiares dos indivíduos que tiveram resultado de ‘falha’ na triagem pelo exame de EOAT que está presente apenas em indivíduos com níveis de audição de até 35 dB NA.

Tabela 1 – Distribuição dos resultados do exame de RAEE

Intensidade do estímulo	Ausência de respostas no exame de RAEE	Presença de respostas no exame de RAEE	Total de participantes
40 dB NPS	5 (16,7%)	25 (83,3%)	30 (100%)
50 dB NPS	3 (10%)	27 (90%)	30 (100%)
60 dB NPS	2 (6,7%)	28 (93,3%)	30 (100%)
70 dB NPS	0 (0%)	30 (100%)	30 (100%)

A Tabela 2 apresenta os valores de verdadeiro positivo, verdadeiro negativo, falso positivo e falso negativo na análise da concordância entre os resultados dos exames de EOAT e RAEE, para as intensidades testadas, por participantes.

Tabela 2 – Distribuição dos valores de ‘falha’ para EOAT e ausência de respostas para o exame de RAEE, ‘passa’ para EOAT e presença de resposta para o exame de RAEE, ‘passa’ para o exame de EOAT e ausência de respostas para o exame de RAEE e ‘falha’ para o exame de EOAT e presença de respostas para o exame de RAEE, para as intensidades testadas, por participantes

Intensidade do estímulo	‘falha’ EOAT e ausência de respostas RAEE	‘passa’ EOAT e presença de respostas no RAEE	‘passa’ EOAT e ausência de respostas no RAEE	‘falha’ EOAT e presença de respostas no RAEE	TOTAL (N=30)
40 dB NPS	3	25	2	0	30
50 dB NPS	3	27	0	0	30
60 dB NPS	2	27	0	1	30
70 dB NPS	0	27	0	3	30

Observa-se que somente na intensidade de 50 dB NPS, houve 100% de correlação dos resultados dos exames de EOAT e no exame de RAEE, para o intervalo de confiança de 95% (Tabela 3), ou seja, os mesmos participantes que obtiveram ‘passa’ no exame de EOAT, obtiveram presença de respostas no exame de RAEE (n=27) e os mesmos participantes que

obtiveram ‘falha’ no exame de EOAT, obtiveram ausência de respostas no exame de RAEE (n=3).

Tabela 3 – Valores de correlação entre ‘falha’ nas EOAT e ausência de respostas no exame de RAEE e ‘passa’ na EOAT e presença de respostas no exame de RAEE, para as intensidades testadas.

Intensidade do estímulo (dB NPS)	(Correlação de Passa)	(Correlação de Falha)
40 dB	1	0.93
50 dB	1	1
60 dB	0.67	1
70 dB	0	1

Desta forma por confirmar os achados do exame de EOAT perfeitamente, a intensidade de 50 dB NPS seria a intensidade do ponto de corte para o exame de RAEE, a ser utilizado em triagem auditiva neonatal.

A análise do tempo de realização do teste em minutos foi feita multiplicando-se o número de varreduras por 16 (tempo de cada amostra em segundos) e dividindo-se por 60 (Tabela 4).

Tabela 4 – Média (desvio padrão) do tempo (em minutos) de realização do exame, para cada intensidade do estímulo

Intensidade do estímulo (dB NPS)	Tempo de realização do exame (minutos)
40 dB NPS	4.4 (4.0)
50 dB NPS	5.0 (4.0)
60 dB NPS	0.5 (0.7)
70 dB NPS	0.4 (0.6)

Nesta Tabela, observou-se, que o tempo de realização do exame de RAEE foi curto, destacando-se por uma técnica rápida. À medida que se aumentou a intensidade do estímulo do exame de RAEE, as respostas apareceram com tempos mais curtos e com menores números de amostras. Entretanto, o aumento da intensidade causou um maior número de falso-negativos (ver Tabela 2).

DISCUSSÃO

De acordo com os resultados apresentados, observou-se que a população do estudo caracterizou-se por 30 neonatos e lactentes. Destes, apenas 15 apresentaram indicadores de risco para perda auditiva, sendo os indicadores com maior frequência história familiar de perda auditiva, permanência em unidade de tratamento intensivo num período superior a 5 dias e uso de ventilação mecânica por um período superior a 5 dias. Além desses, o baixo peso e prematuridade foram também descritos. Apesar de não serem atualmente considerados indicadores de risco, podem estar associados à possibilidade de ‘falha’, indicando falso-positivos no resultado das EOAT, por apresentarem vários fatores que podem interferir na colocação da sonda e, conseqüentemente, fazer com que o resultados do exame de EOAT seja ‘falha’ mesmo em indivíduos com um sistema auditivo sem alterações (Griz et al, 2007).

A hereditariedade é um indicador de risco freqüente (Scaziotta, 2007; Tiensoli et al, 2007; Sadri; Thornton; Kennedy, 2007; Ugur et al, 2009), mas que pode inicialmente ter EOA presentes, pois, muitas vezes, relaciona-se com perdas auditivas de aparecimento tardio (Morton; Nance, 2006; Schimmenti et al, 2008; Shanske, 2008; Robertson et al, 2009).

A permanência em Unidade de Tratamento Intensivo por mais de cinco dias está em muitos estudos relacionada ao resultado de ‘falha’ no exame de EOAT (Suppiej et al, 2007; Holster et al, 2009; Yu et al, 2010). Entretanto, há estudos que referem que a presença deste indicador não influencia o resultado do exame de EOAT (Berg et al, 2005; John; Balraj; Kurien, 2009). Muitas vezes este indicador de risco está relacionado a outros, como uso de medicamentos ototóxicos e uso de ventilação mecânica.

O uso de suporte ventilatório por um período superior a 5 dias é referido em alguns estudos como favorecedor de um índice de ‘falha’ nas EOAT (Martines et al, 2007; Dantas et al, 2009). Entretanto, há publicações que não apontam esse indicador como sendo relacionado aos resultados das EOAT (Gkoritsa et al, 2007; Tang et al, 2009).

No presente estudo, os resultados do exame de EOAT demonstraram um índice de ‘falha’ de 10% (n=3). Esse resultado pode ser justificado pela presença de indicadores de risco. O JCIH (2007) afirma que a presença de indicadores de risco contribui para um aumento no índice de ‘falha’. Outro aspecto que pode justificar o índice de ‘falha’ no exame de EOAT é o fato da população estudada ter apresentado uma grande frequência de neonatos e lactentes prematuros e com baixo peso.

O neonato ou lactente prematuro e de baixo peso geralmente apresenta vários fatores que interferem na colocação da sonda e conseqüentemente, nos resultados do exame de EOAT (Griz et al, 2007; Ciorba et al, 2007; Garcia; Azevedo; Testa, 2009; Hatzopoulos et al, 2009), tais como, tamanho do conduto auditivo externo, sua ressonância, presença de vérnix nas primeiras 48 horas e ruído no canal auditivo externo (Khandekar et al, 2006; Hergils, 2007; Olusanaya; Wirz; Luxon, 2008; Santos et al, 2009; Sanford et al, 2009), aumentando a possibilidade de falso-positivos (Garcia; Isaac; Oliveira et al, 2002; Pereira et al, 2007) e diminuindo sua especificidade.

Entretanto, mesmo considerando a possibilidade de presença de alterações condutivas para os três casos de ‘falha’ no exame de EOAT, esses resultados foram confirmados pelo exame de RAEE, que, teoricamente, não são influenciados por tais alterações. Dessa forma, apesar do exame de EOAT ser considerada uma técnica padrão-ouro para triagem auditiva neonatal (JCIH, 2000; 2007), apresenta limitações.

No presente estudo, o exame de RAEE foi realizado nas intensidades de 40, 50, 60 e 70 dB NPS, por ainda não estar definida uma intensidade que possa ser utilizada como ponto de corte em programas triagem auditiva neonatal. Para cada intensidade, foi verificada a presença de resposta, tendo sido observado que, à medida que aumentou a intensidade, aumentou a presença dessas respostas. Como a análise do exame de RAEE se baseia na

identificação do pico espectral (amplitude da resposta), quanto maior a intensidade, mais facilmente se deu a identificação da resposta.

Os achados do exame de RAEE descritos para população com mesma faixa etária do presente estudo (Cone-Wesson et al, 2002; Rance; Rickards, 2002; Sávio et al, 2001) demonstram que alterações na amplitude de suas respostas (alterações do pico espectral) podem ser influenciadas pelo desenvolvimento maturacional. Por exemplo, a amplitude das respostas do exame de RAEE aumenta nas primeiras semanas de vida (Lins et al, 1996; John et al, 2004).

Entretanto, não foi encontrado nenhum estudo que tenha descrito alterações da amplitude, relacionadas à mudança na intensidade. Dessa forma, a intensidade que possa ser utilizada como ponto de corte, para a identificação da presença ou ausência de resposta, em programas de triagem auditiva neonatal, ainda não foi estabelecida. O que foi encontrado na literatura foram tentativas de estabelecimento da intensidade de ponto de corte, tomando-se com base estudos realizado com o exame de potencial evocado auditivo, utilizado como instrumento de triagem auditiva neonatal (Cone-Wesson et al, 2002; Picton et al, 2003; John et al, 2004; Sávio; Perez –Abalo, 2008; Ribeiro; Carvallo; Marcoux, 2010), sem relacionar a uma faixa etária específica.

Tais estudos têm sugerido 40 dB NPS (John et al, 2004; Sávio et al, 2001) ou 50 dB NPS (Lins et al, 1996, Picton et al, 2003; Rance; Tomlin; Rickards, 2006). Apesar das divergências quanto ao nível de intensidade do estímulo o critério de presença de respostas, para os estudos presentes na literatura, é a identificação do pico espectral em pelo menos 2 das frequências testadas o parâmetro que considera respostas presentes.

Os resultados desse estudo sugerem que, utilizando-se o ruído branco como estímulo no exame de RAEE, com fins de triagem auditiva neonatal, a única intensidade que confirmou, com 100% de correlação, os achados do exame de EOAT foi 50 dB NPS. A

relação de proximidade entre presença e ausência de respostas para o exame de RAEE e passa e falha do exame de EOAT para esta intensidade, provavelmente se justifica pelo fato de a emissão se encontrar presente em limiares de até 35 dBNA, o que bate com o limiar de ponto de corte de 50 dB NPS, o que para o estímulo de ruído branco modulado em amplitude que seria cerca de (30 a 35 dB NA). Vale ressaltar que ainda não há fator de correção de estímulos complexos como o ruído de amplitude modulada para nível de audição, o fator utilizado (15 a 20 dB) foi sugerido a partir de contato com o Dr. Terrence Picton, responsável pelo desenvolvimento da técnica de estado estável.

Estudos realizados com o exame da RAEE, utilizando tons puros modulados, como estímulo, sugerem que 50 dB NPS seja utilizada como intensidade de ponto de corte para definição de ‘passa’/‘falha’ em programas de triagem auditiva neonatal (Picton et al, 2003, John, Dimitrevic, Picton, 2003; John et al, 2004).

Neste estudo, a intensidade de 40 dB NPS gerou um maior número de falso-positivos, quando comparada à intensidade de 50 dB NPS. As intensidades de 60 e 70 dB NPS também favoreceram um aumento no número de falso-negativos. Dessa forma, os resultados apontam para que 50 dB NPS seja a intensidade estabelecida como ponto de corte ‘passa’/‘falha’, em programas de triagem auditiva neonatal, quando se utiliza o exame de RAEE como técnica de triagem.

Picton e John (2004) afirmam, entretanto, que diferenças entre os parâmetros de aquisição e avaliação entre os estudos dificultam a sua comparação. Essa afirmação não somente justifica a falta de estudos com parâmetros semelhantes, que possam ser utilizados para comparar a intensidade ideal utilizada como ponto de corte, mas também refere que não há uma padronização, em particular, quanto ao número de amostras na promediação e, conseqüentemente, quanto ao tempo de realização dos exames.

Como os exames utilizados em programas de triagem auditiva neonatal devem ser, dentre outros fatores, rápidos, o tempo do exame torna-se um parâmetro a ser analisado. Um dos parâmetros que se relaciona com o tempo de realização dos exames é a quantidade de amostras necessárias para se obter uma resposta.

No presente estudo, observou-se que à medida que a intensidade do estímulo aumentou, diminuiu a quantidade do número de amostras para se obter as respostas. Quanto menor o número de amostras para se obter a resposta, menor é o tempo do exame (cada amostra tem uma duração de 16 segundos, de forma que para achar o tempo de teste do exame de RAEE multiplica-se o número de amostras pela duração de cada amostra).

Entretanto, essa relação – aumento de intensidade e diminuição da amostra e diminuição do tempo de realização do exame – contribuiu para um maior número de falsos negativos. Mais uma vez, 50 dB NPS apresentou-se como a intensidade ideal a ser aplicada como ponto de corte, pois além do exame apresentar 100% de correlação com os resultados apresentados pelo exame de EOAT, utilizando-a na estimulação, o tempo de realização do exame nesta intensidade foi de 5,04 min (DP = 4,38).

Luts et al (2004) realizaram um estudo utilizando o exame de RAEE como técnica de triagem auditiva neonatal, com tom puro modulado em amplitude como estímulo, com crianças entre 3 e 14 meses. Seus resultados demonstraram que o tempo de realização do exame, para se obter uma resposta, é cerca de 10 minutos, para cada tom modulado utilizado. Nos casos da utilização do exame de RAEE em neonatos, que apresentam maior ruído de fundo no EEG, o tempo aumenta ainda mais (Rance; Tomlin, 2006), limitando a utilização deste exame com o tom puro modulado em amplitude.

Essa afirmação é corroborada por outros autores (John; Dimitrijevic; Picton, 2003; John et al., 2004). Eles ressaltam a importância da realização do exame do RAEE com o estímulo de banda larga, como o ruído, para triagem auditiva neonatal. O estímulo de ruído

branco gera respostas de maior amplitude, sendo determinadas mais rapidamente. Além disso, John, Dimitrijevic e Picton (2003) ressaltam que a realização do exame das RAEE, utilizando ruído com estímulo, em triagem auditiva neonatal, leva dois terços do tempo de realização da estimulação tonal, destacando-se, portanto, por sua rapidez. Esse é mais um aspecto que reforça a sua eficácia em programas de triagem auditiva.

Ainda quando se compara o tempo de realização do exame de EOAT com o tempo de realização do exame de RAEE, observa-se que o primeiro dura entre 3 e 5 minutos (Segre, 2003; Martins et al, 2007; Barros et al, 2007) e os resultados deste estudo indicaram que o exame de RAEE dura cerca de 5 minutos.

Sabe-se, entretanto, que o estímulo do tipo banda larga possui algumas limitações, entre elas, o fato de ser um estímulo que somente realiza uma varredura na cóclea e não detecta alterações em regiões específicas (Picton et al, 2005; Swanepoel; Hugo, Roode, 2004; Savio; Perez-Abalo, 2008).

Estudos com a utilização do exame de RAEE têm sido realizados de forma a descrever os achados em populações de neonatos, divergências entre os estudos dificultam a padronização quanto aos parâmetros de aquisição e análise, dificultando a comparação entre os resultados. De forma que a normatização para o exame de RAEE ainda não está estabelecida.

CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que o exame de RAEE por ruído branco modulado em amplitude pode ser utilizado eficientemente para triagem auditiva em bebês. A população do presente estudo consistiu-se, em parte, por neonatos e lactentes com presença de indicadores de risco para perda auditiva e fatores como prematuridade e baixo peso, que podem influenciar na avaliação audiológica para esta faixa etária, não somente pelo fato de uma alteração auditiva, em si, mas também por questões relacionadas às alterações condutivas, o que pode justificar o índice de falha encontrado.

Neste estudo, foi verificado que existe correlação estatística entre os resultados de ‘passa’ e ‘falha’ para o exame de EOAT e presença e ausência de respostas para o exame de RAEE com ruído de amplitude modulada, para a intensidade de ponto de corte de 50 dB NPS. Dessa forma, esses resultados sugerem a possibilidade da utilização do exame de RAEE como instrumento de triagem auditiva neonatal, utilizando-se a intensidade de 50 dB NPS, como intensidade ideal de ponto de corte, uma vez que esse exame se demonstrou uma ferramenta rápida, objetiva, sensível, específica e, portanto, eficaz.

Este estudo apresentou algumas limitações, tais como, a dificuldade no acompanhamento dos neonatos e lactentes que obtiveram ‘falha’ na triagem auditiva, no exame de EOAT e no exame de RAEE. Mesmo tendo sido orientadas sobre a importância do acompanhamento, os responsáveis pelos lactentes, não retornaram para os exames de diagnóstico audiológico no dia marcado.

Apesar da utilização do exame de RAEE ser mais bem estabelecida como ferramenta de diagnóstico, pois tem demonstrado capacidade de quantificar adequadamente perdas auditivas sensorineurais, nos primeiros meses de vida, seu uso, com estímulo de ruído de amplitude modulada, para triagem auditiva neonatal, ainda está por ser determinado.

Outros estudos precisam ser realizados com uma população maior e com grupos que tenham diagnóstico audiológico determinado, a fim de garantir que os resultados de correlação entre os resultados de EOAT e da técnica, encontrados nesse estudo, sejam confirmados.

Ainda, por se tratar de uma técnica inovadora alguns aspectos ainda devem ser elucidados.

Como sugestão para novas pesquisas:

- Avaliar as respostas com utilização de diferentes tipos de ruído como estímulo, nos protocolos triagem auditiva neonatal;
- Avaliar diferentes intensidades com populações maiores, a fim de melhor definir a intensidade do ponto de corte para a triagem auditiva neonatal, com o ruído de amplitude modulada;
- Caracterizar as RAEE, com ruído de amplitude modulada, de acordo com a faixa etária, número da amostra, tempo de gravação, intensidade utilizada;

REFERÊNCIAS

- Barros SMS, Frota S, Atherino CCT, Osterne F. (2007). The efficiency of otoacoustic emissions and pure-tone audiometry in the detection of temporary auditory changes after exposure of high sound pressure levels. *Rev Bras Otorrinolar* 73:592-598.
- Berg AL, Spitzer JB, Towers HM, Bartosiewicz C, Diamond BE. (2005). Newborn hearing screening in NICU: Profile of failed auditory brainstem response/passed otoacoustic emission. *Pediat* 116:933-938.
- Ciorba A, Hatzopoulos S, Camurri L, Negossi L, Rossi M, Cosso D, Petruccelli J, Martini A. (2007). Neonatal newborn hearing screening four years experience at Ferrara University Hospital. *Otorhinolaryngol Ital* 27(1): 10–16.
- Clemens CJ, Davis SA, Bailey AR. (2000). The false-positive in neonatal hearing screening. *Pediat* 106(1).
- Comitê Brasileiro sobre Perdas Auditivas na Infância (CBPAI). 1ª Recomendação – período neonatal. Correios da SBP jan/mar. 2001; ano 7.
- Cone-wesson B, Dowel RC, Tomlin D, Rance G, Ming WJ.(2002). The auditory steady-state response: comparisons with the auditory brainstem response. *Am Acad Audiol* 13: 173-187.
- Dantas MBS, Anjos AL, Camboim ED, Pimentel MCR.(2009). Results of a neonatal hearing screening program in Maceió. *Braz J Otorhinolaryngol* 75(1):58-63.
- Garcia MV, Azevedo MF, Testa JR.(2009). Accoustic immitance measures in infants with 226 and 1000Hz probes: correlation with otoacoustic emissions and otoscopy examination. *Braz J Otorhinolaryngol* 75(1):80-9.
- Garcia CFD, Isaac ML, Oliveira JAA. (2002). Emissão otoacústica evocada transitória: instrumento para detecção precoce de alterações auditivas em recém-nascidos a termo e prétermo. *Rev Bras Otorrinolaringol* 68:344-52.
- Gkoritsa E, Korres S, Psarommatis, Tsakanikos M, Apostolopoulos N, Ferekidis E.(2007). Maturation of the auditory system: transient otoacoustic emissions as an index of inner ear maturation. *I J Audiol* 46:271-276.
- Griz S, Cabral M, Azevedo G, Ventura L. (2007). Audiologic results in patients with moebius sequence. *I J Pediat Otorrinolaryng*. 71:1457-1463.
- Hatzopoulos S, Petruccelli J, Ciorba A, Martini A. (2009).Optimizing Otoacoustic emissions protocol for a UHNS program. *Audiol Neurotol* 14:7-16.
- Herglis L. (2007). Analysis of measurements of the first Swedish universal neonatal hearing screening program. *I J Audiol* 46:680-686.
- Holster I, Hoeve L, Wieringa M, Willis-Lorrier, Gier H. (2009). Evaluation of Hearing Loss after Failed Neonatal Hearing Screening. *The Journal of Pediatrics*, 155:646-650.

John M, Balraj A, Kurien M. (2009). Neonatal screening for hearing loss: pilot study from a tertiary care centre. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg* 61:23-26.

John MS, Brown DK, Muir DJ, Picton TW. (2004). Recording auditory steady state responses in young infants. *Ear Hear* 25: 539-553.

John MS, Dimitrijevic A, Picton TW. (2003). Efficient stimuli for evoking auditory steady-state responses. *Ear Hear* 24: 406-423

Joint Committee on Infant Hearing Year 2000 position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Pediatrics* 2000;106:798-817.

Joint Committee on Infant Hearing Year 2007 Position Statement: Principles and Guidelines for Early Hearing Detection and Intervention Programs. *Pediatrics* 120: 897-922.

Khandekar R, Khabori M, Jaffer MA, Gupta R. (2006). Neonatal screening for hearing impairment—The Oman experience. *I J Pediatr Otorhinolaryngol* 70:663-670.

Lins OG, Picton TW. (1995). Auditory steady-state responses to multiple simultaneous stimuli. *Electroenc Clin Neurophys* 96:420-432.

Lins OG, Picton T W, Boucher BL, Durieux-Smith A, Champagne SC, Moran LM, Perez-Abalo MC, Martin V, Savio G. (1996). Frequency specific audiometry using steady state responses. *Ear Hear* 17: 81-96.

Lins OG. Audiometria Fisiológica Tonal utilizando Respostas de Estado Estável Auditivas do Tronco Cerebral. 2002. 77f. Tese (Doutorado em Neurologia e Neurociências)- Universidade Federal de São Paulo, São Paulo. 2002.

Luts H, Desloovere C, Kumar A, Vandermeersch E, Wouters J. (2004) Objective assessment of frequency-specific hearing thresholds in babies. *I J Pediatr Otorhinolaryngol* 68:915-926.

Luts H, Desloovere C, Wouters J. (2006) Clinical application of dichotic multiple-stimulus auditory steady-state responses in high-risk newborns and young children. *Audiol Neurotol* 11(1):24-37.

Martines F, Porello M, Ferrara M, Martines M, Martines E. (2007). Newborn hearing screening project using transient evoked otoacoustic emissions: Western Sicily experience *I J Pediatr Otorhinolar* 71:107-112.

Martins CHF, Vassoler TMF, Bergonse GFR, Alvarenga KF, Costa OA. (2007). Emissões otoacústicas e potencial evocado auditivo de tronco encefálico em trabalhadores expostos a ruído e ao chumbo. *Téc Otorrinolaring* 25:293-298.

Morton CC, Nance EW. (2006). Newborn hearing screening: a silent evolution. *New Eng J Med* 354: 2151-2164.

Olusanya B, Wirz S, Luxon L. (2008). Hospital-based universal newborn hearing screening for early detection of permanent congenital hearing loss in Lagos, Nigeria. *I J Pediatr Otorhinolaryngol* 72:991-1001.

Pereira PKS, Martins AS, Vieira MR, Azevedo MF. (2007). Programa de triagem auditiva neonatal: associação entre perda auditiva e fatores de risco. *Pró-fono Rev Atual Cient* 19:267-278.

Picton TW, John MS, Dimitrijevic A, Purcell DW.(2003). Human auditory steady-state responses. *International Journal of Audiology*, 42:177–219.

Rance G; Rickards F. (2002). Prediction of hearing threshold in infants using auditory steady-state evoked potentials. *Am Acad Audiol* 13:236-245.

Rance G, Tomlin D. (2006). Maturation of auditory steady-state responses. *Ear Hear* 27:20-29.

Ribeiro FM, Carvallo RM, Marcoux AM.(2010). Auditory steady state evoked responses for preterm and term neonates. *Audiol Neurotol* 15:97-110

Robertson CMT, Howarth TM, Bork DLR, Dinu IA. (2009). Permanent bilateral sensory and neural hearing loss for children after neonatal intensive care because of extreme prematurity—a thirty ear study. *Pediat* 123: 797-807.

Sadri M, Thornton RD, Kennedy CR. (2007). Effects of maturation on parameters used for pass/fail criteria in neonatal hearing screening programmes using evoked otoacoustic emissions. *Audiol Neurotol* 12: 226-233

Sanford CA, Keefe DH, Liu YW, Fitzpatrick D, McCreery RW, Lewis DE, Gorga MP. (2009). Sound conduction effects on distortion product otoacoustic emission screening outcomes in newborn infants: test performance of wideband acoustic transfer functions at 1KHz tympanometry. *Ear Hear* 30: 635-652.

Santos AF, Durante AS, Almeida K, Taguchi CK, Grecco MC.(2009). Características das emissões otoacústicas em lactentes expostos à medicação ototóxica. *Rev Soc Brás Fonoaudiol* 14:521-527.

Sávio G, Perez – Abalo MC, Gaya J, Hernandez O, Mijares E. (2006) Test Accuracy and prognostic validity of multiple auditory steady state responses for targeted hearing screening. *Int J Audiol* 45: 109-120.

Savio G, Perez-Abalo MC.(2008). Auditory Steady-state Responses and Hearing Screening. In: Rance G , org. *Auditory Steady-State Responses. Generation, Recording and Clinical Application*. Plural Publishing, p. 185-200.

Scaziotta MACM. Programa de triagem auditiva em crianças de risco em um service de saúde auditiva em São Paulo. 2007. 90f. Dissertação (Mestrado em Fonoaudiologia) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo.

Schimmenti L A, Martinez A, Telatar M, Lai CH, Shapiro N, Fox M, Warman B, McCarra M, Crandall B, Sininger Y, Grody WW, Palmer CGS. (2008). Infant hearing loss and connexin test in a diverse population. *Genet Med* 10:517-524.

Segre AMC. (2003).Prevalência da perda auditiva em recém-nascidos de muito baixo peso. *Jorn Pediatr* 79:103-104.

Shanske S, Coku J, Lu J, Ganesh J, Krishna S, Tanji K, Bonilla E, Naini AB, Michio H, Salvatore DM. (2008). The G13513A Mutation in the *ND5* Gene of Mitochondrial DNA as a Common Cause of MELAS or Leigh Syndrome. *Arch Neurol* 65:368-372.

Souza MSL. Guia para redação e apresentação de teses. Editora Coopmed, 2ª Ed, 2002

Suppiej A, Rizzardi E, Zanardo V, Franzoi M, Ermani M, Orzan E.(2007). Reliability of hearing screening in high-risk neonates: Comparative study of otoacoustic emissions automated and conventional auditory brainstem responses.*Clin Neurophysiol* 118:869-876.

Swanepoel DW, Hugo R, Hoode R. (2004). Auditory steady-state responses for children with severe to profound hearing loss. *Otolaryngol head neck surg* 130: 531-535.

Tang BG, Feldman HM, Padden C, Israeli N, Stein MT.(2009). Delayed recognition of profound hearing loss in a 7 year old girl with a neurological condition. *J Develop Behav Pediat* 30:327-330.

Tiensoli LO, Goulart LMHF, Resende LM, Colosimo EA. (2007) Triagem auditiva em hospital público de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil: Deficiência auditiva e seus fatores de risco em neonatos e lactentes.*Cad S Pub* 23:1431-1441.

Ugur A, Kemaloglu Y, Ugur M, Gunduz B, Saridogan C, Yesilkaya E, Bideci A, Cinaz P, Goksu N. (2009). Otoacoustic emissions and effects of contralateral white noise stimulation on transient evoked otoacoustic emissions in diabetic children.*I J Pediat Otorhinolaryngol* 73:555-559.

Yu JKY, Ng IHY, Kam ACS, Wong TKC, Wong ECM, Tong MCF, Yu HC, Yu KM. (2010).The Universal Neonatal Hearing Screening (UNHS) program in Hong Kong: the outcome of combined otoacoustic emissions and automated auditory brainstem response screening protocol. *HK J Pediatr* 15:2-11.

7. DISCUSSÃO GERAL

São raros os estudos sobre a aplicabilidade do estado estável no protocolo de triagem. Até o presente momento, observam-se apenas estudos clínicos com o estímulo tonal (RANCE; TOMLIN, 2006; SAVIO ET AL, 2001; RANCE ET AL, 2005; LUTS ET AL, 2004 E PICTON ET AL, 2005). Não há protocolo definido sobre a utilização das respostas auditivas de estado estável em triagem auditiva neonatal.

Alguns autores recomendam o uso das RAEE para este fim (PICTON ET AL, 2005, PICTON;JOHN; DIMITRIJEVIC, 2003). O foco do presente estudo foi o uso do estímulo de ruído branco, que é apenas citado na literatura (PICTON;JOHN;DIMITRIJEVIC, 2003; SAVIO;PEREZ-ABALO, 2008), entretanto não havia estudos a respeito de seu uso clínico em triagem (JOHN ET AL, 2004).

Há estudos que o referem como estímulo ideal para a aplicabilidade em triagem por aspectos como: sua rapidez por levar cerca de dois terços do tempo de testagem do estímulo tonal, por alcançar a significância mais rapidamente (JOHN;PICTON;DIMITRIJEVIC, 2003), gerar uma amplitude de resposta maior, já que o ruído interno em neonatos é maior (JOHN ET AL, 2004).

Há inclusive autores que discutem a respeito do uso de diferentes tipos de ruído de estimulação (banda larga e banda estreita). Referem inclusive, que o ruído de banda larga apresenta a maior amplitude de resposta sendo de mais fácil detecção (JOHN;PICTON;DIMITRIJEVIC, 2003).

A dificuldade de se estabelecer protocolos de triagem com o uso das RAEE se deve à escassez de estudos que descrevam melhor as características das respostas de acordo com a faixa etária da população testada, além das divergências em relação aos parâmetros de aquisição e avaliação entre os estudos. Os estudos já publicados com o uso de estímulo tonal sugerem que há fatores relacionados ao desenvolvimento do sistema auditivo que vem a influenciar na amplitude das respostas.

E estas mudanças ocorreriam principalmente no período neonatal. (LINS ET AL, 1996; JOHN et al, 2004. E o ponto em que as respostas dos lactentes atingem a idade adulta ainda não está determinado (SÁVIO ET AL, 2001). O que dificulta o estabelecimento de valores de ponto de corte na avaliação desta população.

As publicações existentes sugerem intensidades de 40dBNPS (JOHN ET AL 2004; SÁVIO ET AL, 2001) e de 50dBNPS (LINS et al, 1996, PICTON et al, 2003; RANCE; TOMLIN; RICKARDS, 2006). No caso do presente estudo a intensidade em que as respostas

auditivas de estado estável com estímulo de ruído de amplitude modulada (RAAERAM) apresentaram melhor eficiência como exame de triagem foi 50dBNPS.

Ainda não há definição quanto ao número máximo de amostras. Alguns estudos referem 64 (RANCE;TOMLIN, 2006; SÁVIO ET AL, 2001), outros 48 (PICTON ET AL, 2005; LINS, 2002). Entretanto, estudos recentes (LUTS ET AL, 2004; RANCE;TOMLIN, 2006) afirmam que o aumento na promediação, pode permitir a detecção de respostas a níveis de sensação baixos, em meio ao ruído de fundo do EEG, que é geralmente alto em neonatos, o que facilitaria a detecção de respostas para esta faixa etária.No presente estudo, foi utilizado um protocolo de um máximo de 48 amostras,de forma a garantir a rapidez na execução da técnica, não havendo prejuízo nas respostas por este fato.

Na comparação com a técnica padrão ouro (EOAT) as respostas auditivas de estado estável demonstraram eficiência como técnica de triagem, ao detectar os mesmos indivíduos acusados pelas EOAT como passa (N=27) e falha (N=3). De forma que executou seu papel com perfeição.

Vale ressaltar que apesar de serem o padrão-ouro na triagem auditiva, as EOAT tem suas limitações, mascaram perdas em frequências específicas e não avaliam alterações retrococleares (Durante et al, 2005) e suas respostas são influenciadas por alguns fatores como impedimentos de orelha média e presença de indicadores de risco para perda auditiva (Tiensoli et al, 2007). Estes fatores aumentam o índice de falso positivo da técnica diminuindo sua especificidade.

As RAEERBMA, por utilizarem ruído branco, também tem suas restrições não são capazes de avaliar perdas em frequências específicas. Entretanto, avaliam alterações até a via auditiva (Colículo inferior e leminisco lateral) e não são influenciadas por alterações condutivas(SWANEOEL;HUGO, ROODE, 2004; SAVIO; PEREZ-ABALO, 2008).. Não há estudos que avaliem a influencia da presença de indicadores de risco no resultado das RAEE. No presente estudo observou-se uma alta frequência de prematuridade e baixo peso, por se tratar de uma população de alto risco, o que provavelmente justificou o alto índice de falha 10% (N=3), pois de acordo com o JCIH (2007) num programa de triagem o índice de falha deveria ser de no máximo 4%. Entretanto, seria necessário avaliar uma população de maior número a fim de observar se a presença de indicadores de risco contribui para o aumento no índice de falha para a avaliação por RAEE.

A aplicabilidade das RAEERBMA em triagem auditiva ainda está para ser estudada e melhor definida. No presente estudo, a nova técnica confirmou os achados da técnica padrão ouro perfeitamente.Demonstrando-se, portanto, passíveis de aplicação numa triagem auditiva

neonatal. Entretanto, estudos devem ser realizados com populações de maior número a fim de melhor reforçar estes achados.

8. CONCLUSÃO GERAL

Não há estudos clínicos sobre o uso do exame de RAEE com ruído Branco. No presente estudo esta nova técnica demonstrou-se sensível e específica (para a intensidade de ponto de corte de 50dBNPS), além de rápida, requisitos de uma técnica de triagem auditiva neonatal.

O presente estudo se tratou de algo inovador e como tal suscita o interesse por investigações complementares a fim de elucidar questões ainda não esclarecidas, desta forma sugerimos:

- Avaliar intensidades variadas de testagem com números populacionais maiores, a fim de adquirir mais informações para definição do ponto de corte ideal para triagem RAEE;
- Avaliar parâmetros específicos da população neonatal que venham a interferir na avaliação por RAEE para esta faixa etária;
- Avaliar a amplitude das respostas de RAEE por faixa etária, de forma a melhor caracterizar os achados para cada idade;
- Avaliar a possibilidade de desenvolvimento de outros protocolos de testagem para esta nova técnica definindo intensidade de ponto de corte, nº de Sweeps a ser utilizado, testagem por orelha ou simultânea.
- Avaliar a possibilidade do uso do RAEE de frequência na triagem auditiva neonatal.

9. REFERÊNCIAS

BARROS, S.M.S. et al. The efficiency of otoacoustic emissions and pure-tone audiometry in the detection of temporary auditory changes after exposure of high sound pressure levels. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, São Paulo, v. 73, n. 5, p. 592-598, 2007.

COUTO, C.M.; CARVALLO, R.M.M. The effect external and middle ears have in otoacoustic emissions. **Revista Jornal Brasileiro de Otorrinolaringologia**, São Paulo, v. 75, n. 1, p. 15-23, 2009.

JOHN, M.S.; DIMITRIJEVIC, A.; PICTON, T.W. Efficient stimuli for evoking auditory steady-state responses. **Revista Ear and Hearing**, v. 24, n.5 , p.406-423, 2003.

JOHN, M.S. et al. Recording auditory steady-state responses in young infants. **Revista Ear and Hearing**, v. 25, n.6, p. 539-553, 2004.

JOHN, M.S.; PICTON, T.W. MASTER: A windows program for recording multiple auditory steady state responses. **Revista Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v.61, n. 2, p. 125-150, 2000.

JOINT COMMITTEE ON INFANT HEARING - Year 2007 Position Statement:Principles and Guidelines for Early Hearing Detection and Intervention Programs. **Revista Pediatrics**, Califórnia, v.120, n. 4, p. 897-922, 2007.

KORRES, S. et al. Newborn hearing screening: Effectiveness, importance of high-risk factors and characteristics of infants in the neonatal intensive care unit and well-baby nursery. **Revista Otology and Neurotology**, v. 26, n. 6, p. 1186-1190, 2005.

LINS, O. G. Audiometria Fisiológica Tonal utilizando Respostas de Estado Estável Auditivas do Tronco Cerebral. 2002. 77f. Tese (Doutorado em Neurologia e Neurociências)- Universidade Federal de São Paulo, São Paulo. 2002.

LINS, O.G. et al. Frequency specific audiometry using steady state responses. **Revista Ear and Hearing**, v. 17, n. 2, p. 81-96, 1996.

LINS, O.G.; PICTON, T.W. Auditory steady-state responses to multiple simultaneous stimuli. **Revista Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, v.96, n. 5, p. 420-432, 1995.

MARTINS, C.H.F. et al. Emissões otoacústicas e potencial evocado auditivo de tronco encefálico em trabalhadores expostos a ruído e ao chumbo. **Revista Técnicas em Otorrinolaringologia**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 293-298, 2007.

NATIONAL CENTER FOR HEARING ASSESSMENT AND MANAGEMENT. What does a newborn hearing screening program cost?. Disponível em: <http://www.infanthearing.org/resources/cost/index.html>. Data de Acesso: 23/06/2005.

PEREIRA, P.K.S. et al. Programa de triagem auditiva neonatal: associação entre perda auditiva e fatores de risco. **Revista Pró-fono Revista de Atualização Científica**, Barueri (SP), v. 19, n. 3, p. 267-278, jul-set, 2007.

SANTOS, A.F. et al. Características das emissões otoacústicas em lactentes expostos à medicação ototóxica. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 521-527, 2009.

TIENSOLI, L.O. et al. Triagem auditiva em hospital público de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil: Deficiência auditiva e seus fatores de risco em neonatos e lactentes. **Revista Cadernos em Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.23, n. 6, p. 1431-1441, 2007.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título: Respostas Auditivas de Estado Estável por Ruído Branco de Amplitude Modulada em Triagem Auditiva.

Pesquisadores responsáveis: Dr. Otávio Lins

Fga. Danielle Pinto

Co-orientador: Profa. Dra. Silvana Maria Sobral Griz

Instituição responsável: Universidade Federal de Pernambuco

Este termo de consentimento pode conter alguns tópicos que você não entenda. Caso haja alguma dúvida pergunte à pessoa que está lhe entrevistando, para que você seja bem esclarecido (a) sobre tudo que está respondendo. Você irá receber uma cópia deste termo de consentimento para sua segurança.

O Sr.(a) esta sendo convidado(a) para participar de uma pesquisa que propiciará o acompanhamento da função auditiva das crianças que desejarem entrar no programa, seu filho terá a audição monitorada até o primeiro ano de vida para isso serão realizados os exames de emissões otoacústicas, para análise da função coclear, e o exame de Respostas Auditivas de Estado Estável, que permite avaliar a via auditiva e vem sendo até então a técnica que oferece maior acurácia na identificação de alterações auditivas na população neonatal. Esta técnica, entretanto, necessita que o bebê esteja em estado de sono para sua realização, de maneira que o choro e movimentos que venha a realizar possam interferir na realização e captação de respostas. O laboratório onde serão realizados os exames localiza-se no ambulatório de neurologia do Hospital das Clínicas.

Será realizada uma entrevista com os pais ou responsáveis, abordando questões sobre aspectos sócio-econômicos e demográficos, bem como, características pré e perinatais. Serão coletadas também informações do prontuário médico do seu bebê. Esta pesquisa objetiva estudar o uso das Respostas Auditivas de Estado Estável no programa de triagem auditiva neonatal da maternidade do Hospital das Clínicas da UFPE. Quando um bebê for identificado com alguma alteração, haverá o encaminhamento do mesmo para os profissionais da área médica de otorrinolaringologia e neurologia. E propiciará o acompanhamento da função auditiva do seu filho até 1 ano de idade.

A pesquisa poderá causar algum tipo de constrangimento às mães dos neonatos ao responder alguma pergunta do questionário. Para o neonato, apesar de não serem descritos riscos à sua saúde física ou mental, o mesmo pode sentir desconforto durante a realização do teste de emissão otoacústica e respostas auditivas de estado estável devido à necessidade de inserção de uma sonda no conduto auditivo externo durante sua realização. Esta pesquisa servirá para aprofundar o conhecimento sobre o uso de alternativas de avaliação auditiva em Programas de triagem, especialmente em países em desenvolvimento, para que os programas implementados sejam realmente efetivos em termos de diagnóstico o mais cedo possível e de custo para o sistema de saúde.

As informações obtidas a partir deste estudo serão rigorosamente confidenciais. Os resultados serão divulgados publicamente, entretanto, sua identidade e de quem mais esteja envolvido jamais serão reveladas.

A sua participação neste estudo é totalmente voluntária. Asseguro a você, voluntário, que sua autorização na pesquisa pode ser retirada em qualquer momento da mesma.

Em caso de haver dúvidas adicionais sobre a sua participação retire-as com o pesquisador. Não assine o termo se não concordar em participar, ou se as dúvidas não forem esclarecidas satisfatoriamente.

Li e entendi as informações precedentes, descritas neste estudo e, todas as minhas dúvidas foram respondidas satisfatoriamente. Dou livre o meu esclarecimento em participar deste estudo e não abro mão de nenhum direito legal que eu tenha.

Recife, ____/____/____.

Assinatura do voluntário

Pesquisador Responsável: Dr. Otávio Lins

Pesquisadora Responsável: Fga. Danielle Pinto

Testemunha

Testemunha

APÊNDICE B

PROTOCOLO DE COLETA – RESPOSTAS AUDITIVAS DE ESTADO ESTÁVEL POR Ruído Branco Modulado em Amplitude em Triagem Auditiva

Nome do Responsável _____

Data de realização do exame _____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____

Data de Nascimento: _____

Fatores de Risco JCIH (2007)

Hereditariedade () _____

Quimioterapia () _____

Inf. Pós-natais () _____

Inf. Perinatais (STORCH) () _____

Síndromes () _____

Má-formação de cabeça e pescoço () _____

Medicamentos ototóxicos () _____

UTI por mais de 5 dias (vent) () _____

Outros fatores de interesse:

Peso (BP <2500g () _____

Idade gestacional: Termo >37 semanas () Pré termo < 37 semanas ()

Resultado das EOA: () passa () falha

Data da realização do exame _____

Resultado das RAEE _____

Tempo de realização do exame _____

Data de realização do exame _____

Ruído Branco

BEHAVIOURAL *LEFT* *RIGHT*

threshold

Stimulus AM²

White Noise

pa1file: Otavio_wn.pa1

pa2 file

Otavio_wn.pa2

Nome do arquivo	Run #	Setting 1 or 2	# sweeps	dB SPL	LEFT	RIGHT
T .dat						
T .dat						
T .dat						
T .dat						

ANEXO A

Artigo Submetido SGP/ BJORL

Segunda-feira, 25 de Janeiro de 2010 2:23

De:

"sgp@rborl.org.br" <sgp@rborl.org.br>

[Adicionar remetente à lista de contatos](#)

Para:

danigp84@yahoo.com.br



Brazilian Journal of Otorhinolaryngology

Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico Facial
Avenida Indianópolis, 740 - Moema
CEP 04062-001 - São Paulo/SP - Brasil
Tel.: +55 (11) 5052.9515 - Email: revista@aborlccf.org.br

São Paulo, segunda-feira, 25 de janeiro de 2010

Ilmo(a) Sr.(a)

Prof(a), Dr(a) Danielle Gomes Pinto

Referente ao código de fluxo: **6895**

Classificação: **Artigo de Revisão**

Informamos que recebemos o manuscrito **RESPOSTAS AUDITIVAS DE ESTADO ESTÁVEL POR RUÍDO BRANCO MODULADO EM AMPLITUDE EM TRIAGEM AUDITIVA** será enviado para apreciação dos revisores para possível publicação/participação na(o) Brazilian Journal of Otorhinolaryngology. Por favor, para qualquer comunicação futura sobre o referido manuscrito cite o número de referência apresentado acima.

Obrigado por submeter seu trabalho a(o) Brazilian Journal of Otorhinolaryngology.

Atenciosamente,

João F. Mello Jr.

Editor

« « « Favor não responder esta mensagem pois ela foi gerada automaticamente pelo SGP » » »

ANEXO B

Agradecimento pela Submissão

Segunda-feira, 25 de Janeiro de 2010 0:48

De:

"Antonio Spina-França netto" <arq.neuropsiquiatria@terra.com.br>
[Adicionar remetente à lista de contatos](#)

Para:

"Danielle Gomes Pinto" <danigp84@yahoo.com.br>
Danielle Gomes Pinto,

Agradecemos a submissão do seu manuscrito "HEARING SCREENING USING STEADY STATE EVOKED POTENTIALS WITH WHITE NOISE STIMULI" a Arquivos de Neuro-Psiquiatria. Através da interface de administração do sistema, utilizado para a submissão, será possível acompanhar o progresso do documento dentro do processo editorial, bastando logar no sistema localizado em:

URL do Manuscrito:

<http://submission.scielo.br/index.php/anp/author/submission/25134>

Login: daniellepinto

Em caso de dúvida, envie suas questões para este email. Agradecemos mais uma vez considerar nossa revista como meio de transmitir ao público seu trabalho.

Antonio Spina-França netto
Arquivos de Neuro-Psiquiatria
Dr. Antonio Spina-França
Editor
Arquivos de Neuro-Psiquiatria
<http://submission.scielo.br/index.php/anp>

ANEXO C

**Andamento do projeto - CAAE -
0249.0.172.000-08**



Título do Projeto de Pesquisa

ESTUDO DO POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE ESTADO ESTÁVEL EM BEBÊS DO HC-UFPE

Situação	Data Inicial no CEP	Data Final no CEP	Data Inicial na CONEP	Data Final na CONEP
Aprovado no CEP	22/08/2008 15:24:44	22/10/2008 13:23:15		

Descrição	Data	Documento	Nº do Doc	Origem
1 - Envio da Folha de Rosto pela Internet	22/07/2008 10:25:57	Folha de Rosto	FR208329	Pesquisador
2 - Recebimento de Protocolo pelo CEP (Check-List)	22/08/2008 15:24:45	Folha de Rosto	0249.0.172.000-08	CEP
3 - Protocolo Aprovado no CEP	22/10/2008 13:23:15	Folha de Rosto	256/08	CEP