

## Utilização do Sistema Sonar (bandinha digital) na avaliação auditiva comportamental de lactentes\*\*\*

### Sonar System- digital sounds of instruments for behavior hearing tests with infants

Helenice Yemi Nakamura\*

María Cecília Marconi Pinheiro Lima\*\*

Vanda Maria Gimenes Gonçalves\*\*\*

\*Fonoaudióloga. Doutoranda em Ciências Médicas na Área de Neurologia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas. Docente dos Cursos de Fonoaudiologia da Universidade Estadual de Campinas e Universidade Metodista de Piracicaba. Endereço para correspondência: R. Dr. Ruberlei Boaretto da Silva, 366 - Campinas - SP - CEP 13083-705 (nakamur@fcm.unicamp.br).

\*\*Fonoaudióloga. Doutora em Ciências Médicas na Área de Neurologia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas. Docente dos Cursos de Fonoaudiologia do Centro de Estudos e Pesquisas em Reabilitação Professor Doutor Gabriel Porto - Faculdade de Ciências Médicas e da Universidade Estadual de Campinas.

\*\*\*Neurologista. Livre-Docente do Departamento de Neurologia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas. Professora Titular do Departamento de Neurologia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.

\*\*\*\*Trabalho Realizado no Centro de Pesquisa e Reabilitação Professor Doutor Gabriel Porto da Universidade Estadual de Campinas.

Artigo de Pesquisa

Artigo Submetido a Avaliação por Pares

Conflito de Interesse: não

Recebido em 02.08.2004.  
Revisado em 10.10.2004; 28.03.2005;  
17.05.2005; 30.05.2005; 10.10.2005;  
12.01.2006; 13.03.2006.  
Aceito para Publicação em 14.03.2006

Referenciar este material como:

NAKAMURA, H. Y.; LIMA, M. C. M. P.; GONÇALVES, V. M. G. Utilização do Sistema Sonar (bandinha digital) na avaliação auditiva comportamental de lactentes. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, Barueri (SP), v. 18, n. 1, p. 57-68, jan.-abr. 2006.

#### Abstract

Background: the use of musical instruments, in the clinical practice, for the behavioral assessment of hearing has a limited possibility to control loudness, and does not restrict the test situation to a determined frequency. A new method of testing infants is through the Sonar System. This program can be used for the behavioral hearing assessment of infants, with the possibility of choosing the frequency range and loudness in which the test will be carried out. The Sonar System is different from other behavioral assessment methods once it offers instruments with standardized sounds and is limited to certain frequency ranges; all controlled by the examiner. With this method, one can offer more precise assessments and researches with better methodological control, once the presented sound will not suffer interferences of the examiner. Aim: to use the Sonar System - digital band - to follow up the development of hearing in infants, born at term, from one to six months of age. Method: an average of 30 infants was monthly evaluated. For the assessment the following recordings of instruments were presented: clapper, ganzá, coco and drum. These recordings were respectively set at the frequencies of 3000, 1500, 700 and 500 Hz. All infants went through evoked otoacoustic emissions screening. Results: Statistical analysis revealed significant responses in all of the tested frequencies. Results indicated statistically significant differences in all of the tested frequencies for the second trimester, but not for the first one. Conclusion: the use of the Sonar System (digital band) is recommended for the behavioral hearing assessment of this age group. Since this is a new technique to assess behavioral hearing, the use of the Sonar System should be expanded to other populations and in other social contexts in order to allow and facilitate the assessment, diagnosis and intervention of infants and small children.

**Key Words:** Hearing; Hearing Tests; Deafness; Behavioral Audiometry.

#### Resumo

Tema: a tradicional utilização de instrumentos musicais, para avaliação do comportamento auditivo oferece pouca possibilidade no controle de intensidade, além da impossibilidade de limitar a frequência teste, na prática clínica. Um novo método de avaliação infantil surge com o Sistema Sonar, que pode ser utilizado na avaliação auditiva comportamental de lactente, com a possibilidade de escolha da faixa de frequência e intensidade em que o teste será realizado. A utilização do Sistema Sonar diferencia-se de outros métodos de avaliação comportamental, pelo uso de um instrumento com sons padronizados e limitados em faixas de frequências, controlados pelo avaliador. Com este método, podem-se propor avaliações mais confiáveis e pesquisas com maior rigor científico, pois a qualidade do som não sofrerá interferências do examinador e alteração de suas características. Objetivo: utilizar o Sistema Sonar (bandinha digital) para acompanhar o desenvolvimento da função auditiva de lactentes nascidos a termo, de um a seis meses de idade. Método: Foram avaliados, mensalmente, uma média de 30 lactentes. Para avaliação, foram apresentados a gravação dos instrumentos chocalho, ganzá, coco e tambor centralizados nas frequências de 3000, 1500, 700 e 500 Hz, respectivamente. Todos passaram na triagem das emissões otoacústicas evocadas. Resultados: Na análise dos dados observa-se a presença de respostas de estatisticamente significantes nas frequências testadas. Os resultados apresentaram diferença e estatisticamente significativa, em todas as frequências, no segundo trimestre, o que não aconteceu no primeiro trimestre. Conclusão: a utilização do Sistema Sonar (bandinha digital) é recomendada para avaliar esta faixa etária. Por se tratar de uma nova técnica de avaliação auditiva comportamental a utilização do Sonar deve se expandir com outras populações e em outros contextos sociais, e dessa maneira, possibilitar a avaliação de lactentes e de crianças pequenas de forma a facilitar o diagnóstico e a intervenção.

**Palavras-Chave:** Audição; Testes Auditivos; Surdez; Comportamento Auditivo.

## Introdução

Um novo método de avaliação infantil surgiu pela iniciativa de duas fonoaudiólogas e um engenheiro elétrico, o Sistema Sonar – bandinha digital (Lima et al., 2001a). O instrumento foi elaborado para complementar e atualizar a avaliação do comportamento auditivo infantil e de alguma forma objetivar o que se observa quando se avalia criança e opta-se pela utilização de instrumentos musicais (Nakamura, 2005).

No momento em que novas tecnologias são absorvidas nos serviços prestados ao neonato, com a implantação dos programas de triagem neonatal, há uma demanda de lactentes que necessitará de um acompanhamento em idade cada vez menor.

A associação de vários métodos de avaliação parece ser ainda a melhor forma de se investigar alterações auditivas no lactente, não havendo predomínio de eficácia de uma técnica sobre a outra (Colorado Infant Hearing Advisory Committee CIHAC, 2000; Schubert, 2000; Widen e O'Grady, 2002; Azevedo, 2004; Northern e Downs, 2005).

Gravel e Hood (2001), sugeriram a inclusão de novos procedimentos na bateria de testes realizados em lactentes muito pequenos e apontaram como requisito a eficiência do teste empregado e a adequação dos custos. Considera-se que a utilização do Sistema Sonar (bandinha digital) com lactentes é um método eficiente e de baixo custo e que pode ser incorporado na bateria das avaliações desta população oferecendo melhor conhecimento das condições auditivas da criança, e dessa maneira nortear encaminhamentos e/ou habilitação.

Os testes de avaliação auditiva comportamentais, utilizando a audiometria com reforço visual, têm sido apontados como padrão ouro no acompanhamento de lactentes (Norton et al., 2000; Conne-Wesson et al., 2000).

O conhecimento das características (frequência e intensidade) do estímulo sonoro utilizado na avaliação audiológica e o desenvolvimento da função auditiva são primordiais para entender e relacionar as reações do lactente frente a apresentação do estímulo.

Na avaliação do comportamento auditivo por meio de som instrumental, é de suma importância distinguir as faixas de frequências que estão (ou não) sendo estimuladas. Vários estudos em nosso meio apontam para a necessidade de minimamente conhecer as características espectrais dos sons dos instrumentos utilizados em avaliação auditiva

comportamental (Northern e Downs, 2005; Chirelli et al., 2002; Azevedo et al., 1995).

Apesar dos sons instrumentais serem de baixo custo, de simples aplicação e fáceis na manipulação por avaliadores experientes, existe a dificuldade de reproduzi-los sempre da mesma forma. O fonoaudiólogo, toda vez que for manipulá-los, deve manter a mesma força muscular para não alterar a intensidade do som e a mesma distância entre o som e a orelha da criança.

Chirelli et al. (2002) realizaram um estudo com o objetivo de discutir as informações dadas na percussão de 16 instrumentos musicais quanto ao espectro de frequência e intensidade dos sons gerados. Com relação à primeira característica, cada instrumento apresentou seu próprio espectro e picos de maior energia concentrados em determinadas frequências. Ao avaliar a qualidade do som de um instrumento, utiliza-se somente a distribuição desta energia em função da frequência. Além disso, a largura de banda utilizada nos filtros, geralmente de 3dB, propiciou grande variabilidade (entre 15,6% e 76,8%) de energia. Os autores mostraram que sons de instrumentos com concentrações de espectro de energia característicos apresentaram, quase sempre, componentes importantes fora da região dominante do espectro de potência.

A utilização da designação “sons grosseiros” mostra que os pesquisadores têm consciência que existe predomínio da composição espectral dos sons para esta ou aquela faixa, mas não podem garantir que a resposta seja efetivamente da faixa dominante ou de outra faixa de frequência em que, eventualmente, a criança apresente resposta mais adequada.

Além das limitações em frequência, verifica-se na prática diária que a utilização dos instrumentos oferece pouca possibilidade no controle de intensidade. Normalmente, são definidos como instrumentos com sons fortes, médios ou fracos. É virtualmente impossível que o examinador mantenha exatamente o mesmo ritmo e intensidade, durante cada apresentação do som.

Considerando as dificuldades em manter as características acústicas relacionadas, justifica-se a utilização neste trabalho, de uma avaliação com sons complexos limitados em bandas de frequências e normalizados em amplitude. Os sons do Sistema Sonar (bandinha digital - Lima et al., 2001a) foram obtidos de fontes naturais gerados em computador, e gravados em *compact disk* (CD).

A obtenção de sons complexos filtrados e normalizados foi realizada em várias etapas: gravação de sinais, seleção dos segmentos, seleção dos sinais, seleção e projetos dos filtros, filtragem, recorte de quadro, normalização, aferição e aceitação do sinal. O processamento dos sinais foi realizado em computador digital, utilizando padrão de qualidade CD.

Dos 16 instrumentos inicialmente gravados foram selecionados oito. São apresentados na Tabela 1 os instrumentos utilizados, as freqüências centrais, assim como a cadência em pulsos por segundo (pps).

TABELA 1. Instrumentos, freqüências centrais e cadências de percussão (fonte: Lima et al., 2001a).

Instrumento	Freqüência (Hz)	Cadência (pps)
tambor	500	3,0
coco	700	3,5
afochê	1.000	4,0
ganzá	1.500	5,0
castanhola	2.000	6,0
chocalho	3.000	9,0
reco-reco	4.000	5,0
caxixi	8.000	9,0

A utilização do Sistema Sonar (bandinha digital), na avaliação do comportamento auditivo diferencia-se de outros métodos de avaliação comportamental, pois, ao fazer uso de um instrumento com sons padronizados e limitados em faixas de freqüências, o avaliador sabe de antemão qual intensidade de som está oferecendo e em que freqüência o som se encontra. Com este método, pode-se propor avaliações mais confiáveis e pesquisas com maior rigor científico, pois a qualidade do som não sofrerá interferências do examinador e alteração de suas características.

Este trabalho faz parte do Programa de Detecção de Alterações Neuromotoras e Sensoriais em Lactentes de Termo com Peso Adequado e Baixo Peso ao Nascimento, que teve início em 2000, desenvolvido pelo Grupo Interdisciplinar de Avaliação do Desenvolvimento Infantil (GIADI), registrado no diretório dos grupos de pesquisa do CNPq. Atualmente, a formação do GIADI é de nove pesquisadores das áreas de Assistência Social, Fisioterapia, Fonoaudiologia, Neurologia Infantil, Pediatria, Psicologia e Terapia Ocupacional.

A abordagem em equipe interdisciplinar, na qual profissionais de diferentes disciplinas trazem seus conhecimentos para compor estratégias de avaliação, possibilitam trabalhos de relevância na abordagem do desenvolvimento do lactente (Gagliardo, 2003; Lima et al., 2004).

A forma dos procedimentos adotada foi criada à medida que os lactentes cresciam e está permeada de contribuições/co-ações de outros componentes do GIADI.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi observar o desenvolvimento da função auditiva em lactentes nascidos a termo, utilizando-se o Sistema Sonar (bandinha digital).

## Método

Tratou-se de um estudo analítico, prospectivo, desenvolvido no Laboratório de Estudos do Desenvolvimento Infantil I (LEDI-I) do Centro de Estudos e Pesquisas em Reabilitação “Prof. Dr. Gabriel Porto” (CEPRE), em colaboração com os Departamentos de Pediatria e Neurologia da Faculdade de Ciências Médicas (FCM – UNICAMP). As salas de avaliação eram acusticamente tratadas, obtidas com recurso FAPESP (Processo n. 96/11 422, projeto infraestrutura), com nível do ruído ambiental controlado e inferior a 45dB NPS, conforme recomendação para avaliação audiológica em campo livre. O presente trabalho foi aprovado no Comitê de Ética da FCM – UNICAMP sob o nº 17/2000.

Os neonatos foram selecionados nas primeiras 24 horas de vida, no Serviço de Neonatologia do Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher (CAISM-UNICAMP), cumprindo os seguintes critérios de inclusão: recém-nascido de termo, com peso maior que 2000g, não gemelar e em perfeito estado de saúde. Foram excluídos neonatos com malformações, infecções congênicas ou síndromes genéticas diagnosticados ao nascimento, os que estiveram internados na unidade de terapia intensiva, e os que apresentaram algum indicador de risco para surdez (*Joint Committee on Infant Hearing-JCIH*, sd; Azevedo, 1996). Após a seleção dos sujeitos, era agendada a data da primeira avaliação, mais ou menos sete dias da data de aniversário, acompanhados mensalmente, durante o primeiro semestre de vida.

No período de maio de 2000 a setembro de 2002, no alojamento conjunto do CAISM-UNICAMP, foram convidadas pela equipe de Serviço Social, 55 famílias para participarem do Programa de Detecção de Alterações Neuromotoras e Sensoriais

em Lactentes de Termo com Peso Adequado e Baixo Peso ao Nascimento. Destas, 42 (76%) famílias compareceram a pelo menos umas das avaliações do comportamento auditivo, cujos pais ou responsáveis legais assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da FCM.

Nos retornos mensais, todos os lactentes passaram pela inspeção do meato acústico externo (MAE), meatoscopia, realizada anteriormente a avaliação audiológica, com a triagem com emissões otoacústicas evocadas (ILO Ecocheck), a fim de descartar possíveis alterações que impossibilitassem ou comprometessem o resultado dos exames.

Foram apresentados sons de instrumentos sonoros que fazem parte do Sistema Sonar (bandinha digital) (Tabela 2).

Os estímulos sonoros foram apresentados a 20 cm do pavilhão auricular alternadamente nas orelhas direita e esquerda, utilizando um *compact disc player* (AIWA XP-3) na intensidade fixa de 85db NPS para os lactentes de um a quatro meses. A partir do quinto mês, a intensidade fixada foi de 75db NPS.

A verificação de mesma saída para as duas caixas acústicas, foi aferida com um medidor de nível de pressão sonora Brüel & Kjauer (type 2232) na escala (A) fast, com saídas em dB NPS no volume apresentado no CD (Tabela 3).

Os estímulos foram apresentados em caixas acústicas para computador, (Multi-Media amplifier speaker system, Upson) posicionadas nas laterais suspensas. A partir do quarto mês, as caixas foram colocadas em suporte especialmente projetado e construído para o trabalho. A partir do sétimo mês, as caixas acústicas foram posicionadas na diagonal, acima e abaixo do pavilhão auricular (distância de 20cm), formando um ângulo de 135° com a orelha testada (Figura 1).

Os lactentes estavam em estado de alerta acordado (estado IV) (Brazelton, 1984), ou seja, com o olhar bem vivo, receptivo a estímulos externos, atividade motora moderada.

Os lactentes de um até três meses foram posicionados em decúbito dorsal, com atitude simétrica, ou seja, cabeça apoiada em uma cunha (altura de 7cm, largura de 35cm e comprimento de 17cm) com elevação de 15 graus para que tivessem apoio cervical e movimentação espontânea de cabeça sem limitação de movimentos, denominada posição um (P1), como pode ser observado na Figura 2.

A partir do quarto mês os lactentes foram avaliados sentados no colo da mãe, seguros

TABELA 2. Frequência central dos instrumentos utilizados no procedimento proposto (fonte: Lima et al., 2001a).

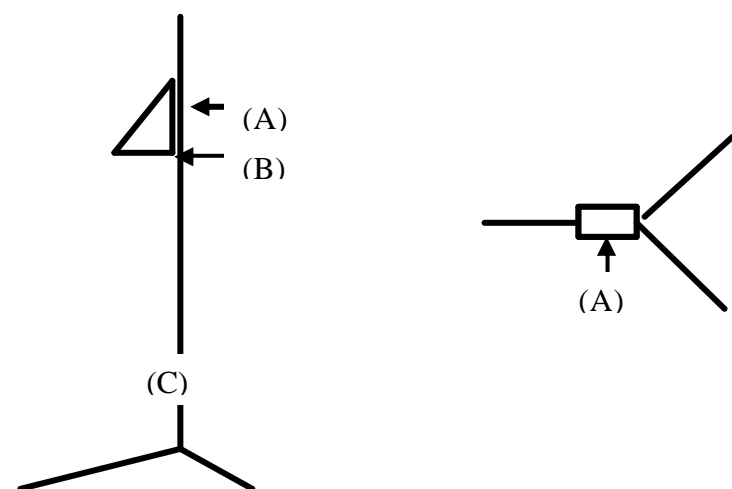
Frequência (Hz)	Instrumento
500	tambor
700	coco
1.500	ganzá
3.000	chocalho

TABELA 3. Medidas de volume em NPS.

Volume	Intensidade de saída (dB A)	
	Medida	Aproximação
10	89,0	90
9	88	90
8	86,6	85
7	84,4	85
6	80,2	80
5	76,8	75
4	73,5	75
3	70,0	70
2	60,0	60
1	50,0	50

Distância de 1m do microfone a 1m de altura do chão. Recomenda-se a verificação de mesma intensidade de som nas caixas acústicas antes da utilização do equipamento para avaliação audiológica.

FIGURA 1. Esquema do suporte do Sistema Sonar (Nakamura, 2005).



A: suporte para a caixa de som; B: borboleta para prender o suporte (que possibilita a modificação de altura); C: cano metálico.

FIGURA 2. Lactente na posição P1.



FIGURA 3. Lactente na posição P2.



pelo quadril, denominada posição dois (P2), como demonstrado na Figura 3.

Para os lactentes até três meses de idade, foram apresentados estímulos com duração de até 20 segundos e a partir de três meses foram apresentados estímulos de até 10 segundos. A distância de apresentação do estímulo foi de 20cm do pavilhão auricular do lactentes (Ruggieri-Marone et al., 2002; Costa et al., 2003).

O estímulo auditivo somente foi liberado quando o lactente estava com a cabeça na linha média, independente de idade ou posicionamento. Nos três primeiros meses, o posicionamento da cabeça do lactente foi por meio de manobra manual realizada pelo examinador. A partir do quarto mês o examinador utilizou-se de uma bola vermelha, com furos, suspensa por um fio, para posicionar a cabeça do lactente na linha média.

Para este trabalho considerou-se resposta ao Sistema Sonar a primeira modificação do comportamento observada após a apresentação do estímulo em até dois segundos após a apresentação. Em todas as avaliações estavam presentes no mínimo, dois examinadores que deveriam concordar sobre a resposta observada.

Como na literatura pesquisada as respostas de atenção ao som não contemplaram os achados obtidos após a estimulação com o Sistema Sonar, desenvolveu-se uma classificação que abrange observações divididas em movimentos corporais globais, movimentos faciais, vocalização e choro (Nakamura et al., 2002).

#### Classificação da resposta de atenção (RA)

- . movimentos corporais globais (aumento ou diminuição de movimentos, susto, dança);
- . movimentos faciais (franzir de testa; arregalar os olhos - abrir rima palpebral; elevar sobrancelhas; parada ou início de sucção, sorriso, olhar na direção da examinadora);
- . vocalização e choro (início ou parada de vocalização, início ou parada de choro).

#### Resposta de procura da fonte sonora (PF)

- . Movimentação da cabeça na lateral após a apresentação do estímulo sonoro nos primeiros três meses. Buscar a direção da fonte, olha ao redor sem localizá-la corretamente.

#### Resposta de localização (LOC)

- . voltar a cabeça para a fonte sonora.

Todas as avaliações foram filmadas com uma filmadora Panasonic (Omni Movie VHS HQ AFX 6 CCD).

Para análise descritiva dos resultados mês a mês, foi utilizado o cálculo de percentagens. Para análise longitudinal dos lactentes que compareceram a todas as avaliações trimestrais, a fim de comparar proporções pareadas, utilizou-se o teste exato de Cochran. O nível de significância adotado foi de 5%. Para os procedimentos estatísticos, foi utilizado o pacote "System for Windows" (Statistical Analysis System - SAS), versão 8.2.

## Resultados

No primeiro mês foram avaliados 22 lactentes, 13 (59%) do sexo feminino e 9 (41%) do sexo masculino. Todos os lactentes passaram na triagem com emissões otoacústicas evocadas. A distribuição das respostas observadas no primeiro mês está apresentada na Tabela 4.

A resposta mais encontrada foi a de atenção (RA) que variou de 86 a 100%, em ambas as orelhas. Houve o aparecimento da resposta de procura da fonte (PF) de 4,5 a 14% e a ausência de resposta (AR) ocorreu na frequência de 700Hz, na orelha direita, em um caso (4,5%).

No segundo mês foram avaliados 31 lactentes, 22 (71%) do sexo feminino e 9 (29%) do sexo masculino. A distribuição das respostas

observadas no segundo mês estão apresentadas na Tabela 5.

A resposta mais encontrada foi a de atenção (RA), variou de 87 a 97%, procura da fonte (PF) de 3 a 13% e ausência de resposta menor que 5% na frequência de 3000Hz.

No terceiro mês foram avaliados 32 lactentes, 20 (62,5%) do sexo feminino e 12 (37,5%) do sexo masculino. As respostas observadas no terceiro mês estão apresentadas na Tabela 6.

A resposta mais encontrada foi a de atenção (RA) em ambas as orelhas, na frequência de 700 Hz, do lado direito (100%). A resposta de procura da fonte (PF) encontrada de 3 a 22% e ausência de resposta (AR) menor que 5% na frequência de 3000Hz.

No quarto mês foram avaliados 34 lactentes, 22 (65%) do sexo feminino e 12 (35%) do sexo masculino. As frequências de respostas observadas no quarto mês estão apresentadas na Tabela 7.

A resposta mais encontrada foi a de atenção (RA) na frequência de 3000Hz do lado esquerdo (82%). Houve o aparecimento da procura da fonte sonora (PF) que variou de 3 a 15% e da resposta de localização lateral (LOC) com variação de 9 a 20%. A ausência de resposta (AR) ficou abaixo dos 10%.

No quinto mês foram avaliados 32 lactentes, 21 (66%) do sexo feminino e 11 (34%) do sexo masculino. As frequências de respostas observadas no quinto mês estão apresentadas na Tabela 8.

TABELA 4. Tipos de respostas dos lactentes no primeiro mês, por frequência em números absolutos e percentuais.

Respostas	Frequências (Hz)								
	3000Hz		1500Hz		700Hz		500Hz		
	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE	
RA	N	21	21	20	20	20	22	19	21
	%	(95)	(95)	(91)	(91)	(91)	(100)	(86)	(95)
PF	N	01	01	02	02	01	-	03	01
	%	(4,5)	(4,5)	(9)	(9)	(4,5)		(14)	(4,5)
AR	N	-	-	-	-	01	-	-	-
	%					(4,5)			
TOTAL		22	22	22	22	22	22	22	22

Legenda: OD: orelha direita; OE: orelha esquerda; RA: resposta de atenção; PF: procura de fonte sonora; AR: ausência de resposta.

TABELA 5. Tipos de respostas dos lactentes no segundo mês, por frequência em números absolutos e percentuais.

Respostas		Frequências (Hz)							
		3000Hz		1500Hz		700Hz		500Hz	
		OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE
RA	N	28	30	30	30	28	29	30	27
	%	(90)	(97)	(97)	(97)	(90)	(94)	(97)	(87)
PF	N	02	-	01	01	03	02	01	04
	%	(7)		(3)	(3)	(10)	(6)	(3)	(13)
AR	N	01	01	-	-	-	-	-	-
	%	(3)	(3)						
TOTAL		31	31	31	31	31	31	31	31

Legenda: OD: orelha direita; OE: orelha esquerda; RA: resposta de atenção; PF: procura de fonte sonora; AR: ausência de resposta.

TABELA 6. Tipos de respostas dos lactentes no terceiro mês, por frequência em números absolutos e percentuais.

Respostas		Frequências (Hz)							
		3000Hz		1500Hz		700Hz		500Hz	
		OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE
RA	n	26	24	28	28	32	29	29	31
	%	(82)	(75)	(88)	(88)	(100)	(91)	(91)	(97)
PF	n	05	07	04	04	-	02	03	01
	%	(16)	(22)	(12)	(12)		(6)	(9)	(3)
AR	n	01	01	-	-	-	01	-	-
	%	(3)	(3)				(3)		
TOTAL		32	32	32	32	32	32	32	32

Legenda: OD: orelha direita; OE: orelha esquerda; RA: resposta de atenção; PF: procura da fonte sonora; AR: ausência de resposta.

TABELA 7. Tipos de respostas dos lactentes no quarto mês, por frequência em números absolutos e percentuais.

Respostas		Frequências (Hz)							
		3000Hz		1500Hz		700Hz		500Hz	
		OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE
RA	n	21	28	26	25	23	27	24	26
	%	(62)	(82)	(76)	(73)	(68)	(79)	(70)	(76)
PF	n	05	01	03	03	01	02	02	02
	%	(15)	(3)	(9)	(9)	(3)	(6)	(6)	(6)
LOC	n	07	03	05	05	07	04	06	05
	%	(20)	(9)	(15)	(15)	(20)	(12)	(18)	(15)
AR	n	01	02	-	01	03	01	02	01
	%	(3)	(6)		(3)	(9)	(3)	(6)	(3)
TOTAL		34	34	34	34	34	34	34	34

Legenda: OD: orelha direita; OE: orelha esquerda; RA: resposta de atenção; PF: procura da fonte sonora; AR: ausência de resposta.

TABELA 8. Tipos de respostas dos lactentes no quinto mês, por frequência em números absolutos e percentuais.

Respostas		Frequências (Hz)							
		3000Hz		1500Hz		700Hz		500Hz	
		OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE
RA	n	10	10	12	11	17	15	13	13
	%	(31)	(31)	(37)	(34)	(53)	(47)	(41)	(41)
PF	n	02	05	06	02	03	01	01	-
	%	(6)	(16)	(19)	(6)	(9)	(3)	(3)	
LOC	n	19	15	13	19	10	15	16	17
	%	(59)	(47)	(41)	(59)	(31)	(47)	(50)	(53)
AR	n	01	02	01		02	01	02	02
	%	(3)	(6)	(3)		(6)	(3)	(6)	(6)
TOTAL		32	32	32	32	32	32	32	32

Legenda: OD: orelha direita; OE: orelha esquerda; RA: resposta de atenção; PF: procura da fonte sonora; AR: ausência de resposta.

A resposta mais encontrada foi a de localização (LOC) na frequência de 3000Hz, orelha direita (59%) e na frequência de 1500Hz, orelha esquerda (59%). A segunda resposta mais encontrada foi a de atenção (RA) com 101 ocorrências, e a procura de fonte sonora (PF) com 20 ocorrências. A ausência de resposta foi menor que 10%.

No sexto mês foram avaliados 32 lactentes, 21 (66%) do sexo feminino e 11 (34%) do sexo masculino. As respostas observadas no sexto mês estão apresentadas na Tabela 9.

A resposta mais encontrada foi a de localização (LOC) na frequência de 1500Hz do lado direito (81%), a segunda resposta mais encontrada foi a de atenção (RA) na frequência de 3000Hz do lado direito (34%).

Na avaliação longitudinal dos lactentes que compareceram a todas as avaliações no primeiro trimestre, encontramos para a resposta de atenção na frequência de 500 Hz um valor maior de resposta no segundo mês. Entretanto a diferença não foi estatisticamente significativa (teste exato de Cochran).

Na análise do segundo trimestre das respostas de 21 lactentes, que compareceram a todas as avaliações, encontramos uma diferença estatisticamente significativa na resposta de atenção em todas as frequências (Tabela 10).

TABELA 9. Tipos de respostas dos lactentes no sexto mês, por frequência em números absolutos e percentuais.

Respostas		Frequências (Hz)							
		3000Hz		1500Hz		700Hz		500Hz	
		OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE
RA	n	11	09	05	09	09	07	07	10
	%	(34)	(28)	(16)	(28)	(28)	(22)	(22)	(31)
PF	n	01	-	01	-	-	-	-	-
	%	(3)		(3)					
LOC	n	20	23	26	23	23	25	25	22
	%	(63)	(72)	(81)	(72)	(72)	(78)	(78)	(69)
AR	n	-	-	-	-	-	-	-	-
	%								
TOTAL		32	32	32	32	32	32	32	32

Legenda: OD: orelha direita; OE: orelha esquerda; RA: resposta de atenção; PF: procura da fonte sonora; AR: ausência de resposta.



TABELA 10. Distribuição do P-valor da resposta de atenção de quatro a seis meses - Teste exato de *Cochran*.

Frequências	OD	OE
3000Hz	P=0,023	P<0,0001
1500Hz	P=0,004	P=0,005
700Hz	P=0,048	P=0,003
500Hz	P=0,004	P=0,010

Legenda: OD: orelha direita; OE: orelha esquerda.

### Discussão

As respostas apresentadas (atenção, procura de fonte e localização) para o Sistema Sonar (bandinha digital) na população estudada são similares as encontradas por outros autores (Azevedo, 1996; Nakamura, 1996; Costa et al., 2003; Northern e Downs, 2005).

Na análise dos resultados pode-se observar a presença de respostas estatisticamente significantes nas frequências testadas. O método empregado foi eficaz ao permitir observar com o aumento da idade, o aparecimento de respostas mais elaboradas após a apresentação do estímulo, conforme o esperado no lactente.

A resposta de atenção apareceu desde o primeiro mês, teve um aumento entre o segundo e terceiro meses e tendeu a diminuir a partir do quarto/quinto mês. Esses resultados também foram observados por Azevedo et al., (1995).

A procura da fonte sonora apareceu nos primeiros três meses sendo maior no segundo mês; o início desta resposta no primeiro mês foi referida por Costa et al., (2003) como resposta de voltar a cabeça em direção a fonte sonora. Azevedo et al., (1995) refere a observação da resposta de procura da fonte sonora entre o terceiro e sexto mês.

A localização lateral observada em todas as frequências a partir do quarto mês coincidiu com os achados de Azevedo et al., (1995).

No segundo trimestre, com a aplicação do teste de *Cochran*, encontrou-se uma diferença estatisticamente significativa na comparação do 4º, 5º e 6º mês em relação à resposta de atenção, independente da frequência em teste e da orelha ( $p<0,05$ ).

Para a resposta de localização, também ocorreu uma diferença estatisticamente significativa, independente de orelha e frequência teste ( $p<0,05$ ).

Pode-se observar que com o aumento da idade houve a diminuição da resposta de atenção e um aumento da resposta de localização a partir do quarto mês, passo-se de uma resposta menos elaborada para uma resposta mais elaborada.

Da integridade de muitos sistemas depende a aquisição e desenvolvimento da linguagem oral, incluindo o sistema auditivo, o processamento auditivo, o desenvolvimento cognitivo, a função motora (articulação, praxia), a visão e o processamento central da informação visual (Lima et al., 2001b).

A exposição do lactente aos estímulos auditivos durante os primeiros meses de vida terá relevância no processo de aquisição da linguagem oral. Na área de avaliação audiológica de recém-nascidos e lactentes há uma grande preocupação na utilização de técnicas que reúnam eficiência, rapidez e confiabilidade nos dados obtidos para saber-se da real situação auditiva de tão pequeno paciente.

A detecção de alterações auditivas e a intervenção iniciada até os seis meses de idade garantem à criança o desenvolvimento da compreensão e da expressão da linguagem, bem como o seu desenvolvimento social, comparável ao das crianças ouvintes da mesma faixa etária (Yoshinaga-Itano et al., 1998; Johnson, 2002).

Dessa maneira, deve-se orientar nossa prática na busca de maneiras rápidas e confiáveis de triagem neonatal de forma universal e garantir o diagnóstico no primeiro semestre de vida.

Lewis et al., (2002) referiram que a implantação de serviços de triagem auditiva neonatal (TAN) no Brasil era realizada em 16 estados num total de 75 hospitais. Segundo dados do Grupo de Apoio a Triagem Neonatal Universal (GATANU), em 2005, a TAN estava sendo realizada em 225 lugares no país, em 21 estados, com avaliações predominantemente por emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente – EOAET (62%), em uma população de alto e baixo risco (2004). Em 2000, num total de 32 estados aproximadamente 1000 hospitais nos Estados Unidos referiram triagem auditiva em 90% dos neonatos (Harrison et al., 2003).

O Comitê Brasileiro de Perda Auditiva na Infância (CBPAI, 2000) recomendou a implantação da triagem auditiva neonatal universal (TANU) com testes eletrofisiológicos. Na impossibilidade da realização de testes eletrofisiológicos, existe a possibilidade da realização da observação comportamental associada ao protocolo de

indicadores de risco para a surdez, e o acompanhamento audiológico para as crianças (CBPAI, 2000; Machado et al., 2000). No estado do Colorado em 2000 foi publicado um guia com algumas orientações sobre a triagem e acompanhamento auditivo, assim como a intervenção, em que sugere-se a utilização da audiometria de observação comportamental no diagnóstico audiológico (CIHAC, 2000).

No município de Campinas, no dia 28 de dezembro de 2000 foi sancionada a lei nº 10759, regulamentada em 16 de fevereiro de 2004, que dispõe sobre a obrigatoriedade da realização de exames que detectem a surdez ou alterações correlatas nas maternidades e hospitais da cidade. As técnicas de avaliação auditiva podem ser objetivas ou subjetivas conforme o texto da lei.

A realização de triagem auditiva neonatal (TAN) ou triagem auditiva neonatal universal (TANU) deve ser observada como parte inicial de um processo de avaliação auditiva que contará com outros exames para diagnóstico e acompanhamento do lactente, realizados pelo fonoaudiólogo (Durante et al., 2004).

Quanto a utilização de testes subjetivos para a triagem auditiva neonatal, considera-se que hoje existem exames que avaliam a integridade auditiva de forma objetiva bem mais apropriados, como as emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente ou por produto de distorção e o potencial evocado auditivo do tronco encefálico. Entretanto, avaliações do comportamento auditivo devem constar do acompanhamento audiológico de lactentes, e no comparativo dos resultados dos exames objetivos (Conne-Wesson et al., 2000; Walch, et al., 2000; Widen et al., 2003; Azevedo, 2004; Northern e Downs, 2005).

A avaliação do comportamento auditivo destaca-se pela facilidade de realização e baixo custo; no entanto, requer do examinador experiência e habilidade de observação (Mota et al., 2000; Walch et al., 2000; GATANU, sd), além do

conhecimento sobre o processo de desenvolvimento infantil (Northern e Downs, 2005).

A detecção da deficiência auditiva deve ser uma observação pertinente a todos os profissionais da área de saúde e uma preocupação de Saúde Pública (Harrison et al., 2003), pensando na melhoria/manutenção da qualidade de vida de nossa população infantil (Nakamura et al., 2000; Taurozzi et al., 2003) e a promoção da saúde auditiva (Russo, 2000; MS, 2002).

O seguimento dos casos é a parte mais difícil de um programa, mas, sem dúvida, o aspecto mais importante para o seu sucesso (Azevedo et. al, 1995; Azevedo, 1996), para os lactentes e seus familiares (Weber e Diefendorf, 2001; Kenna, 2003). A sistematização do acompanhamento de lactentes contribui para a prevenção, diagnóstico e intervenção precoce (MS, 2002; ASHA, 2004).

Tão ou mais importante do que optar por triagens neonatais ou universais é garantir aos lactentes uma forma de diagnóstico frente à possibilidade de qualquer alteração auditiva (Murray, 2000; Nakamura, 2005).

Qualquer que seja o exame escolhido, este deve ser adequado ao serviço que irá utilizá-lo, levando-se em conta o custo do material, e a necessidade de pessoal especializado para a realização das avaliações. A experiência profissional aliada a testes simples, confiáveis e de baixo custo é a chave do bom desempenho em nosso meio (Nakamura, 1996).

Com a utilização do Sistema Sonar (bandinha digital) houve o controle das variáveis referentes à apresentação dos estímulos sonoros quanto a força de percussão, a manutenção da distância da fonte sonora, interferência do examinador (entrada no campo visual, pistas olfativas, etc). A falta deste controle pode interferir na resposta e comprometer os resultados da avaliação do comportamento auditivo. Portanto, esse instrumento mostra-se eficaz na avaliação de lactentes nessa faixa etária.

## Conclusão

O método empregado foi eficaz ao permitir observar, com o aumento da idade, o aparecimento de respostas mais elaboradas após a apresentação do estímulo sonoro.

A resposta de atenção foi observada a partir do primeiro mês, aumentou entre o segundo e terceiro mês e tendeu a diminuir a partir do quarto e quinto mês.

A resposta de procura da fonte sonora começou a ser observada entre o quarto e quinto mês.

Virar a cabeça em direção ao estímulo sonoro foi observado nos primeiros três meses sendo maior no segundo mês.

A localização lateral do som foi observada em todas as frequências a partir do quarto mês.

É importante salientar que foram observadas respostas aos estímulos sonoros estatisticamente significante nas frequências testadas.

Por se tratar de uma nova técnica de avaliação auditiva comportamental, a utilização do Sistema Sonar deva se expandir com outras populações e em outros contextos sociais, e dessa maneira, possibilitar a avaliação de lactentes e de crianças pequenas de forma a facilitar o diagnóstico e a intervenção (Nakamura, 2005).

## Referências Bibliográficas

- AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION. Guidelines for the audiologic assessment of children from birth to 5 years of age, 2004. 43p. Disponível em: <<http://www.asha.org>>. Acesso em: 19 ab. 2005.
- AZEVEDO, M. F. Programa de prevenção e identificação precoce dos distúrbios da audição. In: SCHOCHAT, E. *Atualidades em Fonoaudiologia*, v. II. São Paulo: Lovise, 1996. cap. 4, p. 75-105.
- AZEVEDO, M. F. Triagem auditiva neonatal. In: FERREIRA, L. P.; BEFI-LOPES, D. M.; LIMONGI, S. C. O. (Org.). *Tratado de Fonoaudiologia*. São Paulo: Roca, 2004. cap. 47, p. 604-616.
- AZEVEDO, M. F.; VILANOVA, L. C.; VIEIRA, R. M. *Desenvolvimento Auditivo de crianças normais e de alto risco*. São Paulo: Plexus, 1995. 222 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 1060, de 5 de junho de 2002. Política Nacional de Saúde da Pessoa Portadora de Deficiência, Brasília.
- BRAZELTON, T. B. The manual. In: BRAZELTON, T. B. *Neonatal Behavioral Assessment Scale*. 2. ed. Philadelphia: Spastics International medical Publications, 1984. p. 17-77.
- CHIRELLI, A. M.; SOARES, E.; ARAÚJO, F. C. R. S. Análise espectral psicoacústica de instrumentos não calibrados: uma contribuição para a avaliação audiológica comportamental. In: PANHOCA, I.; LACERDA, C. F. B. *Tempo de Fonoaudiologia*, v. III. Taubaté: Cabral, 2002. cap. 13, p. 221-237.
- COLORADO INFANT HEARING ADVISORY COMMITTEE. Guidelines for infant hearing screening, audiologic assessment, and intervention. Dec, 2000. Disponível em: <<http://www.colorado.edu/slhs/mdnc>>. Acesso em: 2 maio 2005.
- COMITÊ BRASILEIRO SOBRE PERDAS AUDITIVAS NA INFÂNCIA. Recomendação 01/99. *Jornal do Conselho Federal de Fonoaudiologia*, v. 5, p. 3-7, 2000.
- CONNE-WESSON, B.; VOHR, B. R.; FLETCHER, K. A.; NORTON, S. J.; GORGA, M. P. Identification of Neonatal Hearing Impairment: infants with hearing loss. *Ear Hear.*, v. 21, n. 5, p. 488-507, 2000.
- COSTA, S. A.; AZEVEDO, M. F.; FUKUDA, Y. Localização sonora em crianças: grau de movimentação da cabeça e latência da resposta. *Pró-Fono R. Atual. Cient.*, v. 15, n. 2, p. 169-180, maio-ago. 2003.
- DURANTE, A. S.; CARVALLO, R. M. M.; COSTA, M. T. Z.; CIANCIARULLO, M. A.; VOEGELS, R. L.; TAKAHASHI, G. M.; SOARES, A. V. N.; SPIR, E. G. Programa de Triagem Auditiva neonatal: modelo de Implementação. *Arq. Otorrinolaringol.*, v. 8, n. 1, p. 56-62, 2004.
- GAGLIARDO, H. G. R. G. Contribuições de Terapia Ocupacional para detecção de alterações visuais na Fonoaudiologia. *Saúde R.*, v. 5, n. 9, p. 89-94, 2003.
- GRUPO DE APOIO A TRIAGEM NEONATAL UNIVERSAL - Gatanu. s.d. Disponível em: <<http://www.gatanu.org.br>>. Acesso em: 14 maio 2005.
- GRAVEL, J. S.; HOOD, L. J. Avaliação audiológica infantil. In: MUSIEK, F. E.; RINTELMANN, W. F. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*. São Paulo: Manole, 2001. cap.10, p.301-322.
- HARRISON, M.; ROUSH, J.; WALLACE, J. Trends in age of identification in infants with hearing loss. *Ear Hear.*, v. 24, n. 1, p. 89-95, 2003.

- JOINT COMMITTEE ON INFANT HEARING. 1994 Position Statement. s.d. Disponível em: <<http://www.jcih.org/posstatemts.htm>>. Acesso em: 14 maio 2005.
- JOHNSON, K. C. Audiologic assessment of children with suspect hearing loss. *Otolaryngol. Clin. N. Am.*, v. 35, p. 711-732, 2002.
- KENNA, M. A. Neonatal hearing screening. *Pediatric Clin. Am.*, v. 50, p. 301-313, 2003.
- LEWIS, D. R.; ALMEIDA, K.; CHAPCHAP, M. J. Newborn hearing screening in Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEWBORN HEARING SCREENING DIAGNOSIS AND INTERVENTION, 2. *Book and abstracts*, 2002. p. 37.
- LIMA, M. C. M. P.; ARAÚJO, A. M. L.; ARAÚJO, F. C. R. S. *Sistema Sonar: sons normalizados para a avaliação audiológica*. Carapicuíba: Pró-fono, 2001. 78 p.
- LIMA, M. C. M. P.; GAGLIARDO, H. G. R. G.; GONÇALVES, V. M. G. Desenvolvimento da função visual em lactentes ouvintes e surdos: importância para a aquisição da língua de sinais. *Dist. Comun.*, v. 12, n. 2, p. 239-255, 2001b.
- LIMA, M. C. M. P.; GAGLIARDO, H. G. R. G.; ARNAIS, M. A. O.; GONÇALVES, V. M. G. Observação do desenvolvimento de linguagem e funções auditiva e visual em lactentes. *R. Saúde Públ.*, v. 38, n. 1, p. 106-12, 2004.
- MACHADO, M. S.; OLIVEIRA, T. M. T.; CÓSEER, P. L. Triagem auditiva universal: projeto piloto no Hospital Universitário de Santa Maria (RS), Brasil. *Pró-Fono R. Atual. Cient.*, v. 14, n. 2, p. 199-204, maio-ago. 2000.
- MOTA, P. H.; NAKAMURA, H. Y.; PINTO, E. S. A questão do diagnóstico da surdez. *Saúde R.*, v. 4, n. 2, p. 69-75, 2000.
- MURRAY, J. S. Hearing screening in newborn. *Current Opinion Otolaryngol. Head Neck Surg.*, v. 8, n. 6, p. 488-507, 2000.
- NAKAMURA, H. Y. *Investigação do comportamento auditivo em recém-nascidos e lactentes*. 1996. Dissertação (Mestrado em Ciências Médicas na área de Neurologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- NAKAMURA, H. Y. *Uma Proposta de Avaliação Audiológica Comportamental em Lactentes utilizando o Sistema Sonar: Bandinha Digital*. 2005. 213 f. Tese (Doutorado em Ciências Médicas na área de Neurologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- NAKAMURA, H. Y.; LIMA, M. C. M. P.; GONÇALVES, V. M. G. Ambulatório de neurodiagnóstico da surdez: papel da equipe multidisciplinar. In: LACERDA, C. B. F.; NAKAMURA, H. Y.; LIMA, M. C. M. P. *Fonoaudiologia: surdez a abordagem bilíngüe*. São Paulo: Plexus, 2000. p. 103-113.
- NAKAMURA, H. Y.; ARAÚJO, F. C. R. S.; GONÇALVES, V. M. G.; SERVILHA, B. B.; ARAÚJO, A. M. L.; LIMA, M. C. M. P. Avaliação auditiva comportamental de lactentes de seis meses com o Sistema Sonar. *Arq. Neuro-Psiquiat.*, v. 60, supl. 1, p. 154, 2002.
- NORTHERN, J.; DOWNS, M. P. Avaliação Auditiva Comportamental. In: NORTHERN, J.; DOWNS, M. P. *Audição na infância*. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. p. 129-167.
- NORTON, S. J.; GORGA, M. P.; WIDEN, J. E.; FOLSOM, R. C.; SININGER, Y.; CONE-WEASSON, B.; VOHR, B. R.; FLECTHER, K. A. Identification of neonatal hearing impairment: a multicenter investigation. *Ear Hear.*, v. 21, n. 5, p. 348-356, 2000.
- RUGGIERI-MARONE, M.; LICHTIG, I.; MARONE, S. A. M. Recém-nascidos gerados por mães com alto risco gestacional: estudo das emissões otoacústicas produtos de distorção e do comportamento auditivo. *R. Bras. Otorrinolaringol.*, v. 68, n. 2, p. 230-237, mar.-ab. 2002.
- RUSSO, I. P. Overview of Audiology in Brazil: State of the Art. *Audiology*, v. 39, n. 4, p. 202-206, 2000.
- SCHUBERT, S. H. *Avaliação audiológica em crianças de 6 a 24 meses de idade utilizando a audiometria de reforço visual informatizada*. 2000. Dissertação (Mestrado) Pontifícia Universidade Católica, São Paulo.
- TAUROZZI, N.; MONICI, M. M.; GAUDELLI, R.; TRUZZI, M.; SIVELLI, C.; PIZZI, P.; CARIA, A. R. Le otoemissioni acustiche nello screening uditivo neonatale: nostra esperienza. *Otorrinolaringol.*, v. 53, n. 4, p. 159-164, 2003.
- YOSHINAGA-ITANO, C.; SEDEY, A. L.; COULTER, D. K.; MEHL, A. L. Language of early and later identified children with hearing loss. *Pediatrics*, v. 102, n. 5, p. 1161-1171, 1998.
- WALCH, C.; ANDERHUBER, W.; KOLE, W.; BERGHOLD, A. Bilateral sensorineural hearing disorders in children: etiology of deafness and evolution of hearing testes. *Inter. J. Pediatric Otorrinolaryngol.*, v. 53, n. 1, p. 31-38, 2000.
- WEBER, B. A.; DIEFENDORF, A. Triagem auditiva neonatal. In: MUSIEK, F. E.; RINTELMANN, W. F. *Perspectivas Atuais em Avaliação Auditiva*. Barueri: Manole, 2001. cap. 11, p. 323-341.
- WIDEN, J. E.; BULL, W. R.; FOLSON, R. C. Newborn hearing screening: what for provides of early intervention Services. *Infants Children*, v. 16, n. 3, p. 249-257, 2003.
- WIDEN, J. E.; O'GRADY, G. M. Using visual reinforcement audiometry in the assessment of hearing in infants. *The Hear. J.*, v. 55, n. 5, p. 28-32, nov. 2002.