UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

MARIA JAQUELINI DIAS DOS SANTOS

**Avaliação Audiológica Infantil:
a utilização da Audiometria com Reforço Visual
com estímulos de fala**

Bauru, 2016

MARIA JAQUELINI DIAS DOS SANTOS

**Avaliação Audiológica Infantil:
a utilização da Audiometria com Reforço Visual com estímulos de fala**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências, na área de concentração Processos e Distúrbios da Comunicação.

Orientador: Prof. Dr. Orozimbo Alves Costa

Co-orientadora: Profa. Dra. Kátia de Freitas Alvarenga

Versão corrigida

Bauru, 2016

Santos, Maria Jaqueline Dias dos

Sa59a Avaliação Audiológica Infantil: a utilização da Audiometria com Reforço Visual
com estímulos de fala / Maria Jaqueline Dias dos Santos. – Bauru, 2016.

167p. : il. ; 31cm

Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de
São Paulo

Orientador: Prof. Dr. Orozimbo Alves Costa

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação/tese, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

Nota: a versão original desta tese encontra-se disponível no Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Bauru – FOB/USP.

Comitê de Ética do HRAC-USP

Protocolo nº 417.574/2013

Data: 24/09/2013

Dedicatória

Dedico este trabalho a memória de minha Professora, Dra. Maria Cecília Bevilacqua, a qual escreveu juntamente comigo e com meu orientador o projeto de pesquisa que agora vos apresento.

Agradecimento especial

Ao Dr. Orozimbo Alves Costa

Inteligente, paciente, brilhante, alma nobre, cientista, inspirador!
Tantas outras qualidades que eu poderia enumerar agora e preencheriam várias páginas.
Gostaria, com muito prazer, escrevendo todos os momentos de intenso aprendizado que vivenciei com meu orientador nestes quatro anos de Doutorado!
O aprendizado não foi apenas na área profissional, mas foi também na área pessoal, me ensinando, discretamente, nas entrelinhas de nossas conversas, como lidar com os acontecimentos da vida!

Uma pessoa que exemplifica o que é ser profissional na área da Audiologia.
Uma pessoa tão forte e espetacular que eu me sinto extremamente privilegiada, mas, ao mesmo tempo, me trouxe a enorme responsabilidade de buscar, dentro de mim, muito mais do que eu imaginava ser capaz de realizar!
Sou grata por toda minha vida por ter trabalhado com o senhor!

“A alegria de fazer o bem é a única felicidade verdadeira”.
(Liev Tolstói)

Agradecimentos

À **Deus**, minha fonte de força e proteção que não me deixou desistir, que me dá capacidade psíquica para continuar a minha caminhada.

À minha família, **Maria de Lourdes Cruzeiro dos Santos, José Antonio Dias dos Santos, Maria Angela Dias dos Santos Minatel**. Sem vocês não sou nada. Minha razão de ser quem eu sou!

Aos meus familiares, **Maria Lúcia Cruzeiro Lini, Marcos José Lini, Stefania Lini, Bianca Lini, Fabio Minatel** e minha afilhada **Alice Maria Minatel**. Apoio constante, alegria nos pequenos detalhes.

À **Profa. Dra. Kátia de Freitas Alvarenga**, coorientadora deste trabalho. Responsável por eu ter feito a melhor escolha em minha vida: me dedicar à Audiologia e seguir com os estudos para buscar a vida acadêmica. Jamais esquecerei sua aula sobre a Fisiologia do Sistema Auditivo e sobre a Triagem Auditiva Neonatal na disciplina de Diagnóstico Audiológico Infantil durante minha graduação. Brilhante! Espetacular! A sua paixão pela Audiologia Infantil é inspiradora, a sua competência em ensinar com maestria será sempre o meu referencial. Espero que eu consiga transmitir meus conhecimentos tão bem como a senhora me transmitiu. Obrigado, para sempre!

À Fonoaudióloga **Ms. Amanda Giorgetto Rodrigues**, pelo auxílio na coleta de dados e por toda a sua competência comigo compartilhada! Não teria conseguido sem você!

Às Fonoaudiólogas do Programa de Residência Multiprofissional em Saúde Auditiva do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo (HRAC-USP), as quais me auxiliaram no recrutamento dos pacientes do grupo experimental:

Amanda Silveira, Raquel Moço, Letícia Oliveira.

Às Fonoaudiólogas do setor de diagnóstico do Centro de Pesquisas Auditológicas do HRAC-USP, **Ms. Elisabete Honda Yamaguti, Dra. Eliene Silva Araújo e Ms. Karina Brosco**, por todas as palavras de incentivo e auxílio no recrutamento dos pacientes da pesquisa.

Às funcionárias do CPA-HRAC/USP, **Rosana Gonzaga, Bruna, Adabiana Araújo e Cláudia Souza**. Obrigada pelo carinho!

Ao **Prof. Dr. Manoel Henrique Salgado**, Professor do Depto. de Engenharia de Produção da UNESP-Bauru, por realizar a análise estatística desta pesquisa, e pela paciência e pelo tempo despendido comigo.

À Profa. **Dra. Ana Cláudia Almeida Moreira Verdu**, professora do Depto. de Psicologia da UNESP – Bauru, pelas orientações recebidas e literaturas indicadas sobre a teoria do condicionamento operante.

À **Profa. Dra. Maria Helena Leite Hunziker**, professora da disciplina de Análise Biocomportamental, a qual cursei no Instituto de Psicologia da USP – São Paulo, e que me ajudou a entender mais sobre avaliação comportamental, uma área fantástica de estudo.

À **FAPESP**, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo apoio financeiro para desenvolvimento desta pesquisa, sob nº do Processo 2012/24810-9.

À **Profa. Dra. Deborah Viviane Ferrari** e à **Profa. Dra. Dionísia Aparecida Cusin Lamônica**, duas de minhas fontes de inspiração como profissional e ser humano.

À **Dra. Marina Morettin Zupelari** e **Ms. Priscila Carvalho Cruz**, minhas amigas, pelo apoio e auxílio na última fase de entrega do Doutorado.

Às minhas parceiras **Patrícia Domingues Campos, Janine Ramos, Raquel Fontaneli**, pelo apoio e pelas palavras positivas.

Às minhas amigas de coração e de muito trabalho na Fonoaudiologia: **Fernanda Zucki Mathias, Camila Aiello, Tatiane Totta**.

À minhas amigas **Luana Rossi Oliveira, Letícia Maria Martins Araújo, Marcela Rosolen Stefanini Placca**. Amo vocês!

À **Lais de Souza**, secretária da Alfa Instituto de Comunicação e Audição (Bauru-SP), e futura Psicóloga de sucesso, pelo apoio, pela parceria e pela amizade.

A todos os **participantes** desta pesquisa e a seus familiares.

À coordenação do **Berçário Leite & Amor** do Campus USP-Bauru e à **Escola Criarte**, por terem possibilitado o contato com os pais e responsáveis das crianças que participaram do meu estudo.

Ao **Centro de Pesquisas Auditivas do HRAC-USP**, um local em que pude aprender e crescer profissionalmente, um local que sempre me lembrarei com muito carinho.

A todos os meus **professores** da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, levo um pouco de cada um comigo.

“Many people will be surprised to learn that, although habituation is termed ‘the simplest form of learning’ and is well studied behaviorally, remarkably little is known about the neural mechanisms underlying habituation. Researchers who work on this form of learning believe that because habituation allows animals to filter out irrelevant stimuli and focus selectively on important stimuli, it is a prerequisite for other forms of learning”.

(Rankin et al. 2009)

RESUMO

Algumas teorias propõem que a percepção auditiva para sons complexos, como a fala e sons simples, ocorre de maneira distinta. Teorias sobre a existência de uma rota especial para decodificação da fala, com distinções desde a detecção do espectro acústico, a despolarização não linear das fibras do nervo auditivo, até a localização de neurônios especializados para interpretar sons de fala a nível cortical. Seria possível esta habilidade específica de percepção de fala um fator que modificaria as respostas de crianças entre 6 a 24 meses durante uma avaliação comportamental? Para avaliação audiológica nesta faixa etária, a Audiometria com Reforço Visual (VRA) é o exame indicado para obter níveis mínimos de audição (NMA). Diversos estudos apresentam as indicações da técnica do VRA para obter respostas confiáveis do sistema auditivo. Diante destas perguntas, determinou-se realizar um estudo comparativo do VRA com dois estímulos: *warble* nas frequências de 0.5, 1, 2 e 4kHz, e estímulos de fala, os seis sons de Ling /a/, /i/, /u/, /s/, /j/, /m/. Os dois exames foram aplicados em crianças com e sem deficiência auditiva, com os objetivos de determinar os NMA, o tempo de teste, número de sessões e os comportamentos observados durante a avaliação. Além da investigação quantitativa, foi elaborado um guia de orientações para realização do VRA. Foram avaliadas 123 crianças, as quais 57 foram incluídas na pesquisa, os principais motivos de exclusão foram: timpanogramas alterados, deficiências múltiplas, atraso motor e desordem do espectro da neuropatia auditiva. Participaram do grupo controle (GC) 33 crianças sem deficiência auditiva, idade média de 12 meses, e 24 com deficiência auditiva do grupo experimental (GE), idade média de 18 meses. No total foram obtidos 718 NMA considerando as 57 crianças e os 10 estímulos avaliados. Para o GC a média do VRA-warble foi de 17,05 dBNA e para o VRA-Ling de 13,60 dBNA; no GE as médias foram respectivamente, 95,51 dBNA e 85,88 dBNA, ou seja, estatisticamente os valores obtidos com os sons de Ling foram menores do que os obtidos com o estímulo warble. Os tempos médios para obtenção de pelo menos um NMA ou todos os NMA com o Ling e warble, não se diferiram na comparação intra grupos, assim como o número de sessões realizadas. No entanto, observou-se na comparação entre grupos, que o número de sessões,

o número de NMA obtidos e o tempo de teste na realização do VRA-warble, foram maiores no GE. Outros comportamentos foram observados durante o decorrer do VRA: atenção, reflexo de orientação, imitação do estímulo auditivo, apontar para o fone, olhar para avaliadora/mãe. Considerando os resultados obtidos: o protocolo de teste utilizado mostrou-se eficaz para obtenção dos NMA nos dois grupos estudados; os sons de Ling podem ser utilizados na avaliação audiológica infantil de forma a complementar os achados com os estímulos de frequência específica. Porém, uma vez que os sons de Ling possuem uma ampla faixa de frequência, outros estudos que correlacionem os NMA para os sons de Ling nas diferentes configurações audiométricas são necessários.

Palavras-chave: Audição. Criança. Níveis mínimos de audição. Audiometria com reforço visual. Reflexo de orientação. Avaliação comportamental.

ABSTRACT

Pediatric Hearing Evaluation: Visual Reinforcement Audiometry with speech sounds

Some theories postulate the auditory perception to complex sounds and simple sounds, occur differently. Theories about the existence of a special route for decoding speech, with distinctions from the detection of the acoustic spectrum, nonlinear depolarization of the auditory nerve fibers to the location of specialized neurons to interpret speech sounds at the cortical level. Is it possible this specific skill of speech perception a factor that would change the responses of children aged 6 to 24 months during a behavioral assessment? For audiological evaluation in this age group, with Visual Reinforcement Audiometry (VRA) is the test to obtain minimum response levels (MRL) or thresholds. Faced with these questions, determined to carry out a comparative study of the VRA with two stimuli: warble tones in the frequencies of 0.5, 1, 2 and 4 kHz, and speech stimuli, the six Ling sounds /a/, /i/, /u/, /s/, /ʃ/, /m/. Both tests were applied in children with and without hearing impairment with the objective of determining the NMA, test time, number of sessions and the behavior observed during the assessment. In addition to quantitative research, we designed a guide guidelines for conducting the VRA. 123 children were evaluated, of which 57 were included in the survey, the main reasons for exclusion were changed tympanograms, multiple disabilities, delayed motor and auditory neuropathy spectrum disorder. Participated in the control group (CG) 33 children without hearing impairment, mean age 12 months, and 24 with hearing loss in the experimental group (GE), average age of 18 months. In total 718 were obtained NMA considering the 57 children and 10 evaluated stimuli. For the GC average of VRA-warble was 17.05 dBHL and for VRA-Ling of 13.60 dB HL; GE in the averages were respectively 95.51 and 85.88 dBHL dBNA, ie, statistically the values obtained with the sounds of Ling were lower than those obtained with the warble stimulus. The average time to achieve at least one or all of the NMA NMA with Ling and warble, did not differ compared intra groups, as well as the number of sessions. However, it was noted in comparison between groups, the number of sessions, the number of NMA obtained and the

and the test time in achieving VRA-warble were higher in the EG. Other behaviors were observed during the course of the VRA: attention, orientation reflex, imitation of auditory stimuli, point to the phone, look appraiser / mother. Considering the results obtained: the test protocol used was effective for obtaining the NMA in both groups; Ling sounds can be used in the audiological evaluation of children to complement the findings with specific frequency stimuli. However, since Ling sounds have a wide range of frequencies, other studies correlating to NMA Ling sounds in different audiometric configurations are needed.

Keywords: Hearing. Child. Minimum response levels. Visual reinforcement audiometry. Orienting reflex. Behavioural evaluation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 -	Ambiente de realização do VRA, RV: posição do reforço visual; CL: posição do campo livre; F1: Fonoaudióloga avaliadora; F2: Fonoaudióloga assistente; D: distância mínima de 50 centímetros.	81
Figura 2 –	Três tipos de reforço visual utilizados durante as avaliações, brinquedos com mecanismos eletrônicos que se movimentam ao serem acionados.	82
Figura 3 –	Fluxograma 1 de realização do VRA (baseado em Widen <i>et al.</i> , 2000, 2005).	86
Figura 4 –	Fluxograma de atendimentos grupo controle (GC).	94
Figura 5 –	Fluxograma dos atendimentos do grupo experimental (GE).	94

GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Boxplot representando as médias obtidas no VRA-warble e VRA-Ling do grupo controle.	98
Gráfico 2 –	Boxplot representando as médias obtidas no VRA-warble e VRA-Ling do grupo experimental.	99

QUADROS

Quadro 1 -	Análise das características do estudo sobre VRA com fones de inserção de Day <i>et al.</i> , 2000.	62
Quadro 2 -	Análise das características do estudo sobre VRA com fones de inserção de Widen <i>et al.</i> , 2000.	63
Quadro 3 -	Análise das características dos estudos sobre VRA com fones de inserção de Parry <i>et al.</i> , 2003.	64
Quadro 4 -	Análise das características do estudo sobre VRA com fones de inserção de Widen <i>et al.</i> , 2005.	65
Quadro 5 -	Análise das características do estudo sobre VRA em campo livre com informações sobre o nível mínimo de audição de Vieira e Azevedo, 2007.	66
Quadro 6 -	Análise das características dos estudos sobre VRA em campo livre com informações sobre o nível mínimo de audição com a população brasileira, de Lemos <i>et al.</i> , 2007.	66
Quadro 7 -	Frequências correspondentes aos Sons de Ling.	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Caracterização do grupo controle GC (N=33).	91
Tabela 2 –	Caracterização do grupo experimental GE (N=24).	92
Tabela 3 –	Número de níveis mínimos de audição obtidos por estímulo sonoro de teste, warble e sons de Ling, nos dois grupos do estudo.	95
Tabela 4 –	Análise descritiva dos NMA obtidos no grupo controle (GC) com os estímulos de teste warble (kHz) e os sons de Ling.	96
Tabela 5 –	Análise descritiva dos NMA obtidos no grupo controle (GE) com os estímulos de teste warble (kHz) e os sons de Ling. Erro! Indicador não definido.	
Tabela 6 –	Comparação entre os valores médios dos NMA obtidos no VRA-W e VRA-Ling no grupo experimental e controle.	98
Tabela 7 –	Mínimo, máximo, desvio padrão e tempo médio de realização de cada VRA nos participantes do grupo controle (GC).	100
Tabela 8 –	Mínimo, máximo, desvio padrão e tempo médio de realização de cada VRA nos participantes do grupo experimental (GE).	100
Tabela 9 –	Mínimo, máximo, desvio padrão do número médio de sessões para realização do VRA-Ling e VRA-warble nos participantes do grupo controle (GC).	100
Tabela 10 –	Mínimo, máximo, desvio padrão do número médio de sessões para realização do VRA-Ling e VRA-warble nos participantes do grupo experimental (GE). Erro! Indicador não definido.	
Tabela 11 –	Comparação dos valores médios do tempo, número de níveis mínimos de audição e número de sessões realizadas em ambos os VRAs.	101
Tabela 12 –	Principais comportamentos observados após apresentação do estímulo sonoro inicial na primeira sessão de teste do VRA.	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASI:	aparelho de amplificação sonora individual
dBNA:	decíbel nível de audição
EOE-dp:	emissões otoacústicas evocadas por estímulo produto de distorção
EOE-t:	emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente
GC:	grupo controle
GE:	grupo experimental
IRDA:	indicadores de risco para deficiência auditiva
NMA:	nível mínimo de audição
PEATE:	potenciais evocados auditivos de tronco encefálico
RO:	reflexo de orientação
RV:	reforço visual
TAN:	Triagem Auditiva Neonatal
VRA:	Audiometria com Reforço Visual
VRA-L:	Audiometria com Reforço Visual com os sons de Ling
VRA-W:	Audiometria com Reforço Visual com estímulos warble
NBN:	Narrow Band Noise
IC:	Implante Coclear
TSDDII:	Teste de Screening do Desenvolvimento Denver II
ATE:	item em atenção no TSDDII
ATR:	item em atraso no TSDDII
AV:	item em avanço no TSDDII
DE:	item dentro do esperado para idade no TSDDII
kHz:	kilo Hertz
CL:	campo livre
FM:	sistema de frequência modulada
F1:	Avaliadora responsável por manipular o audiômetro e sistema de Reforço visual
F2:	Avaliadora responsável pela técnica de distração

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	33
2 REVISÃO DE LITERATURA	37
2.1 O PAPEL DA AUDIOMETRIA COM REFORÇO VISUAL NA AVALIAÇÃO AUDIOLÓGICA INFANTIL.....	39
2.2 O QUE É A AUDIOMETRIA COM REFORÇO VISUAL?	42
2.3 CARACTERÍSTICAS DA AUDIOMETRIA COM REFORÇO VISUAL:	42
2.3.1 Ambiente de teste	42
2.3.2 Transdutores	44
2.3.3 O Reforço visual	48
2.3.4 O Condicionamento e a resposta	52
2.3.5 Análise e caracterização de protocolos do VRA	61
2.3.6 Estímulos auditivos: sons simples e complexos	68
3 PROPOSIÇÃO	72
4 MÉTODO.....	76
4.1 CASUÍSTICA.....	78
4.2 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS.....	80
4.3 EQUIPAMENTOS E CALIBRAÇÃO	81
4.4 PROCEDIMENTOS.....	83
4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	89
5 RESULTADOS.....	90
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA CASUÍSTICA.....	92
5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS ACHADOS NO VRA-WARBLE E VRA-LING.....	93
5.2.1 Nível mínimo de audição – NMA	93
5.2.2 Tempo de teste, número de NMA obtidos e número de sessões realizadas	100
5.2.3 Análise qualitativa dos comportamentos observados no VRA.....	102
6 DISCUSSÃO	106
7 CONCLUSÕES	126
REFERÊNCIAS.....	129
GLOSSÁRIO.....	138
ANEXOS	143
ANEXO A – Parecer de Aprovação do Projeto no Comitê de Ética em Pesquisa do HRAC-USP.	145
ANEXO B – Carta Convite de Divulgação da Pesquisa nas Creches e Berçários.....	147
ANEXO C – Guia de Orientação para Realização do VRA - Resultados dos Estudos da Respectiva Tese de Doutorado.....	148
ANEXO D - Ficha de Coleta de Dados	168

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A Audiometria com Reforço Visual é indicada para obter os valores dos níveis mínimos de audição de crianças entre 6 a 30 meses de idade aproximadamente. As características da Audiometria com Reforço Visual estão baseadas na tríade da teoria comportamentalista propostas, primeiramente, por Pavlov, e tendo como segundo maior expoente Skinner.

A tríade do condicionamento operante, composta por estímulo–resposta–reforço, é a base para a realização do teste. A partir de um estímulo auditivo, podendo ser fala ou tom puro, este produzirá um determinado comportamento na criança que é considerado como uma resposta à presença do som; na Audiometria com Reforço Visual: o reflexo de orientação, ou seja, a resposta condicionada de virar a cabeça para o lado é a resposta esperada para que o teste se inicie. Uma resposta condicionada significa a utilização de um reforço positivo para que a primeira resposta espontânea observada seja reforçada para que ocorra o aumento deste comportamento e, conseqüentemente, seja possível a obtenção de respostas confiáveis.

O procedimento quantifica a audição de crianças tendo como ponto de partida a observação do reflexo de orientação espontâneo, comportamento que está relacionado com mecanismos básicos de aprendizagem. Este reflexo pode ser observado no feto a partir do último trimestre de gestação, bem como a habituação ao estímulo sonoro. Somente este fato já justifica a importância destes dois comportamentos, o reflexo de orientação e a habituação para o desenvolvimento do sistema auditivo, conseqüentemente, à aprendizagem. O que eleva a Audiometria com Reforço Visual como uma importante avaliação, uma vez que é possível obter informações quantitativas, os níveis mínimos de audição; e observar informações qualitativas, os comportamentos auditivos observados durante o teste.

Os primeiros estudos sobre a Audiometria com Reforço Visual utilizaram sons complexos para avaliar a audição de crianças pequenas, e observou-se que estímulos com maior número de frequências resultavam em respostas mais rápidas e melhor condicionamento ao teste. Sons complexos apresentam amplo espectro de frequências, o que resulta em um maior número de fibras auditivas ativadas, estimulando uma maior região do córtex auditivo.

Classificada como um procedimento de avaliação comportamental que exige dos avaliadores experiência quanto à observação de comportamentos auditivos e conhecimento em relação ao desenvolvimento global infantil. Determinar o VRA como metodologia do estudo significou também rever os protocolos de realização do teste e, conseqüentemente, com o decorrer da pesquisa, foi analisada a viabilidade do protocolo de condicionamento e de teste utilizado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O PAPEL DA AUDIOMETRIA COM REFORÇO VISUAL NA AVALIAÇÃO AUDIOLÓGICA INFANTIL

Pode-se afirmar que este seja um dos momentos em que a Audiometria com Reforço Visual (VRA) se destaca mais uma vez no cenário do diagnóstico audiológico, pois é o procedimento indicado para acompanhar crianças oriundas dos Programas de Triagem Auditiva Neonatal (TAN), e estes, por sua vez, são programas que crescem a cada ano pelo Brasil. O VRA está presente como procedimento audiológico indicado nas Diretrizes de Atenção da TAN do Ministério da Saúde publicadas em 2012 (BRASIL – Ministério da Saúde, 2012), e em documentos científicos nacionais e internacionais que comprovam a sua importância e eficácia na avaliação dos níveis mínimos de audição de crianças (WIDEN, 2000; ASHA, 2004; WIDEN *et al.*, 2005; LEMOS *et al.*, 2007; VIEIRA & AZEVEDO, 2007; DAY *et al.*, 2008; MADELL, 2008; VERSOLATTO-CAVANAUGH *et al.*, 2009; BALDWIN *et al.*, 2010).

As crianças com indicadores de risco para deficiência auditiva (IRDA) e aquelas que falharam na triagem auditiva devem ser avaliadas novamente, pelo menos, uma vez até completarem um ano de idade, e o VRA é o procedimento indicado para obter os níveis mínimos de audição (NMA) de crianças a partir dos seis meses de idade, e quando pré-termo a idade corrigida deve ser considerada. O VRA é a avaliação mais importante no diagnóstico audiológico e a primeira a ser realizada segundo o princípio *cross-check* (BALDWIN *et al.*, 2010).

Pelo princípio do *cross-check* proposto primeiramente, por Jerger & Hayes (1976), a avaliação comportamental da audição é o primeiro procedimento a ser realizado, seguido da realização da timpanometria. Se os resultados destes dois exames não são correspondentes, é realizada a avaliação por meio dos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE).

Baldwin *et al.* (2010) estudou a validade de três hipóteses baseadas nos princípios propostos por Jerger & Hayes (1976), porém, com a substituição do PEATE pelo teste de funcionalidade de células ciliadas externas, as Emissões

Otoacústicas Evocadas por estímulo transiente (EOE-t) e/ou produto de distorção (EOE-dp). O VRA era o primeiro exame a ser realizado com a criança, seguido pelas EOE-t/dp, e terceiro: a Timpanometria. O protocolo testou três hipóteses:

- ✓ hipótese 1: quando os NMA estiverem dentro dos limites de normalidade, as EOE estarão presentes;
- ✓ hipótese 2: quando os NMA estiverem dentro dos limites de normalidade com EOE ausentes, os timpanogramas estarão alterados;
- ✓ hipótese 3: quando os NMA estiverem elevados com presença de EOE, o nível de confiança do teste estará com a classificação “razoável”, o que significa que a confiabilidade nos resultados do VRA é baixa e deve ser repetida.

Com uma amostra de 993 crianças, todas as hipóteses foram confirmadas. Na análise estatística, foram observadas correlações nas frequências de 1000Hz, 2000Hz e 4000Hz quando analisado NMA e presença ou ausência das EOE-t/dp. A probabilidade das três hipóteses ocorrerem foi maior quando analisados os dados nas frequências de 1000 e 2000Hz.

Uma interessante análise está na Hipótese 3, a qual concluiu que, na presença de EOE com NMA elevados, o que deve ser reavaliado é o desempenho da criança no VRA. Ou seja, quando os dados do VRA, EOE ou timpanometria não correspondiam, a maioria dos julgamentos dos avaliadores quanto ao VRA era “razoável” ou “não foi possível realizar”. Mas o que pode levar à realização de um teste com nível de confiabilidade baixo, julgado como “razoável” ou inferior classificação? (BALDWIN et al., 2010).

Esta é a pergunta que permeia a prática clínica, e é responsável por determinar o VRA como um dos testes mais complexos de serem realizados. Uma vez que existem fatores inerentes à logística do teste, a experiência do avaliador, e, principalmente, fatores ligados ao desenvolvimento infantil e ao perfil da criança.

Para realizar o VRA, é necessário um sistema de reforço visual, uma cabina ou sala acústica, um audiômetro, sistema de campo livre e/ou fones, preferencialmente fones de inserção, e vibrador ósseo. Além de seguir um protocolo criterioso, que consiste em realizar o VRA com base em evidências científicas, e em união à experiência do avaliador ter o conhecimento do que vai ocorrer

antecipadamente, ou seja, para cada ação da avaliadora, que, nesta, exista um propósito concreto, evitando interrupções ou dispersões durante o VRA.

Para iniciar os estudos sobre o VRA, é preciso conhecer as características do que é o condicionamento operante. Além da tríade estímulo–resposta–reforço, características formadoras da teoria, condicionar uma resposta envolve uma série de elementos que integram a teoria para que o condicionamento seja efetivo.

Estes elementos são fatores relacionados ao tipo de estímulo, tempo e intervalo de apresentação do estímulo, inserção de estímulos controle para checagem do condicionamento, eliciamento de determinadas respostas, como definir resposta, quando e por quanto tempo utilizar o reforço.

Devido à complexidade do procedimento, diversas perguntas são levantadas. Enumerando-as, por exemplo: “Por quanto tempo o estímulo sonoro é apresentado?” “Por quanto tempo o reforço visual deve ser acionado?”, “O primeiro estímulo a ser acionado é o auditivo, o visual ou eles são apresentados juntos?”, “Somente a virada de cabeça deve ser aceita como resposta?”, “E se a criança não possui controle cervical?” “E se a criança não responder?”, “Quantas respostas são esperadas até a criança condicionar?”, “Quando tenho certeza de que a criança condicionou?”, “E se a criança cansar antes de obter o audiograma completo?”, “Quando o teste termina?”, “Com qual estímulo sonoro eu inicio o teste?” (...). Pois são estas algumas das perguntas que a respectiva pesquisa deseja investigar.

A investigação de tais perguntas norteadoras da respectiva pesquisa, seguirá o princípio de que é necessário conhecer as características que compõem o VRA, seguir um protocolo criterioso para que as atitudes tomadas durante o teste sejam permeadas por um constante objetivo: determinar os níveis mínimos de audição da criança por meio de um comportamento condicionado, e entender por que este comportamento condicionado é a denominado como a resposta esperada no VRA.

2.2 O QUE É A AUDIOMETRIA COM REFORÇO VISUAL?

2.3 CARACTERÍSTICAS DA AUDIOMETRIA COM REFORÇO VISUAL:

2.3.1 Ambiente de teste

Organizar o ambiente de teste é primordial para favorecer a atenção ideal e observar fielmente o comportamento que será condicionado como resposta: a virada de cabeça para o lado, ou seja, o reflexo de orientação. A criança deve estar sentada confortavelmente, para que ela se movimente o mínimo possível, se possível, o ideal seria a criança sentar em um cadeirão e não no colo de seus pais, evitando que os pais ofereçam dicas quando o estímulo auditivo for apresentado. Mas muitas crianças podem preferir ficar no colo de seus pais, se isso ocorrer, as orientações de como os pais devem proceder durante o teste devem ser dadas com atenção.

Segundo protocolos internacionais, o VRA é realizado idealmente, em uma sala dupla acusticamente tratada com dois avaliadores (WIDEN *et al.*, 2000; ASHA, 2004; DAY *et al.*, 2008; MADELL, 2008; WIDEN *et al.*, 2005), porém é possível realizar o VRA em uma cabina acústica com um avaliador apenas. Ambas devem ser grandes o suficiente para alojar os equipamentos do reforço visual e caixa acústica, a criança, a mãe, e, quando necessário, o segundo avaliador (GRAVEL; TRAQUINA, 1992).

Estudos brasileiros que avaliaram crianças menores de dois anos de idade, por meio do VRA, utilizaram uma sala acusticamente tratada (VERSOLATTO-CAVANAUGH *et al.*, 2009) e cabina acústica (VIEIRA; AZEVEDO, 2005; LEMOS *et al.*, 2007).

Na maioria das vezes, existe a necessidade da presença de um segundo Fonoaudiólogo que realizará a técnica de distração, mantendo a atenção fixa da criança e a posição da cabeça da criança para frente e na linha média entre as duas caixas acústicas. Esta posição da cabeça deve ser mantida especialmente quando

realizado o VRA em campo livre, ou seja, o posicionamento da cabeça da criança deve ser a mesma que a posição em que a calibração foi realizada (WALKER; DYLAN; BYRNE, 1984; MAGNUSSON; BÖRJESSON; AXELSSON, 1997, DAY *et al.*, 2008).

A utilização da sala dupla acusticamente tratada é observada em diversos estudos internacionais (WILSON; THOMPSON, 1984; CULPEPPER; THOMPSON, 1994; MAGNUSSON; BÖRJESSON; AXELSSON, 1997; ASHA, 2000; WIDEN *et al.* 2000; DAY *et al.* 2003; WIDEN *et al.*, 2005; DAY *et al.*, 2008; MADELL, 2008). Neste ambiente, é necessário um sistema de comunicação entre as duas avaliadoras, e a vantagem é que existe uma avaliadora especialmente para atrair e manter a atenção da criança por um determinado tempo até que a criança se mantenha na posição adequada para apresentação dos sons.

A organização do ambiente de realização também apresenta particularidades que afetam o andamento e as respostas do VRA, que são a posição das caixas acústicas e a posição do reforço visual.

Na proposta original do VRA de Lidén e Kankunen (1969), a posição das caixas acústicas era de 15 centímetros (cm) de cada orelha da criança. Para os autores, nesta posição, era possível utilizar o efeito sombra da cabeça (*head-shadow effect*), para separar os NMA de cada orelha sem a utilização do mascaramento.

Magnusson, Börjesson e Axelsson (1997) analisaram o desempenho de crianças no VRA, considerando qual a melhor posição das caixas acústicas quanto aos aspectos acústicos e práticos. O efeito sombra da cabeça e como os movimentos de cabeça afetam as medições no VRA foram obtidos em dois ambientes distintos: a caixa acústica posicionada a 15 cm das orelhas da criança, a 90º azimute; e a caixa acústica posicionada a uma distância de 70 cm a 60º azimute.

Os autores encontraram que movimentos de cabeça quando a caixa acústica está a 70 cm de distância não são suficientes para afetar os níveis de pressão sonora que incidem na orelha, mas, na posição de 15 cm de distância, pequenos movimentos de cabeça podem interferir mais significativamente. Quanto ao efeito sombra de cabeça, utilizar a posição da caixa acústica a 15 cm realmente favorece o aumento da atenuação interaural. Os valores encontrados variaram de 10 dB para frequências graves a 25 dB para as frequências agudas, no entanto, estes valores não são válidos para obter NMA por especificidade de orelha, sendo o mais indicado

o fone de inserção. Outra desvantagem de utilizar caixas sonoras muito próximas é a maior distração da criança com o reforço visual, ou a criança pode se assustar (MAGNUSSON; BÖRJESSON; AXELSSON, 1997).

Mesmo antes de Magnusson, Börjesson e Axelsson, 1997, outros autores já utilizavam as caixas acústicas e reforço visual a uma distância maior da orelha da criança:

- Moore, Thompsom e Thompsom, (1975); Moore, Wilson e Thompsom (1977): aproximadamente 1,5 m e ângulo de 45º azimute;
- Moore, Thompsom e Folsom (1992): 1,3 m e ângulo de 45º;
- Talbott (1987): aproximadamente 80 cm a 1 m e ângulo de 90º.

Com o avanço nos métodos de avaliação, a utilização do fone de inserção foi inserida no VRA, para resolver os principais fatores negativos de avaliar crianças em campo livre: a influência dos movimentos de cabeça quanto à intensidade incidente na orelha da criança e a especificidade de orelhas, sendo o fone de inserção o mais sensível para detectar alterações auditivas unilaterais (WILSON; THOMPSON, 1984; MACSPORRAN; BAMFORD, 1993; DAY *et al.*, 2000; WIDEN *et al.*, 2000; PARRY *et al.*, 2003; SHAW; NIKOLOPOUOS, 2004; DAY *et al.*, 2008).

2.3.2 Transdutores

Para o diagnóstico audiológico infantil, o transdutor a ser utilizado é o fone de inserção (BSA, 2014; ASHA, 2015). Há vantagens e desvantagens na utilização do fone ou em campo (NOZZA; WILSON, 1984; GRAVEL & TRAQUINA, 1992; BAMFORD & McSPORRAN, 1993; MADELL, 1998; DAY *et al.*, 2000; WIDEN *et al.*, 2000; PARRY *et al.*, 2003; VIEIRA; AZEVEDO, 2007; MADELL, 2008). As vantagens do fone de inserção são: possibilidade de obter NMA de orelhas separadas; possuem maior atenuação interaural, maior atenuação do som do ambiente, reduz o risco de colabamento do conduto auditivo externo, possui uma relação próxima de apresentação do som como nos aparelhos de amplificação sonora (AASI), e a

possibilidade de apresentar os sons via molde auricular da criança quando já usuária de AASI (CLEMIS, 1986; WIDEN; KEENER, 2003; MADELL, 2008).

As desvantagens são a baixa aceitação da criança em utilizar o fone (WIDEN *et al.*, 2000), possibilidade de interferir na relação operante entre sinal e reforço, uma vez que pode ser mais difícil para criança relacionar eventos sonoros e visuais quando a imagem perceptual da fonte sonora é intracranial (PRIMUS, 1992). Já a utilização do VRA em campo livre é mais aceita pela criança, e favorece que a relação de consequência entre sinal auditivo e reforço visual ocorra mais facilmente, no entanto, as desvantagens consistem na obtenção de dados bilaterais, sem especificidade de orelhas e é mais influenciada pelas características físico-acústicas de propagação do som (WALKER; DYLAN; BYRNE, 1984; MAGNUSSON; BÖRJESSON; AXELSSON, 1997; DAY *et al.*, 2008).

Os primeiros estudos do VRA com fones foram realizados por Wilson e Thompson (1984), que apresentaram a experiência da utilização de uma espécie de tiara para manter os fones TDH-39 presos na cabeça da criança. Vinte crianças de 6 a 8 meses de idade foram avaliadas com fones supraaurais e em campo livre, para fone, foram obtidos valores médios de 35 dB, e, para campo livre 28.5 dB, comparando com os limiares de adultos, estes foram 10 dB melhores do que os das crianças. Neste estudo, as principais dificuldades relatadas foram a manutenção dos fones na criança, a impossibilidade de utilizá-los em crianças muito pequenas de cinco a oito meses de idade, devido a seu tamanho. Mas, em resumo, os autores mostraram que é possível utilizar fones (supraaurais/circunaurais) no VRA de crianças. Outros estudos que pesquisaram o uso do fone TDH-39 foram Nozza e Wilson (1984) e Nozza (1995).

Porém, estes estudos citados acima objetivaram a investigação de outras características do VRA, e não trazem informações sobre os NMA obtidos por orelhas separadas e especificidade de frequência, bem como apresentam metodologias diferentes das utilizadas na rotina clínica.

Com o avanço dos métodos diagnósticos na Audiologia, o fone de inserção começou a ser estudado e incorporado no VRA desde 1993 (BAMFORD; MacSPORRAN, 1993; DAY *et al.*, 2000; WIDEN *et al.*, 2000; PARRY *et al.*, 2003; WIDEN *et al.*, 2005; DAY *et al.*, 2008; BALDWIN *et al.*, 2010; KARZON *et al.*, 2010). A principal característica que interfere na realização do VRA de orelhas separadas é a menor tolerância de crianças em aceitar o fone de inserção,

especialmente entre oito e 12 meses de idade, umas das razões que contribuem para as pausas durante a avaliação e/ou a realização do teste em mais de uma sessão. Mas, apesar destas dificuldades, se a avaliação ocorrer em duas sessões, é possível obter, pelo menos, NMA para três frequências em cada orelha (THOMPSON; THOMPSON; McCALL, 1992; WIDEN *et al.*, 2000; DAY *et al.*, 2000; PARRY *et al.*, 2003; WIDEN *et al.*, 2005).

Já crianças entre 12 meses a 24 meses de idade são mais tolerantes para utilizar o fone de inserção, porém, nesta faixa etária, a habituação ao procedimento é mais rápido do que em crianças pequenas (GRAVEL & TRAQUINA, 1992; PRIMUS, 1992; WIDEN *et al.*, 2000).

A respeito da aceitação e tolerância da criança com fones, os fones de inserção são menores, mas levam mais tempo para serem colocados na criança, cerca de 70 segundos (DAY *et al.*, 2000), do que os fones circumaurais, que são maiores, e levam apenas alguns segundos para serem colocados (MADELL, 2008). No entanto, estas características de tempo de colocação do fone e tolerância, não são triviais para o VRA, uma vez que as crianças costumam retirar os fones durante a avaliação, necessitando de uma pausa no teste para recolocação (DAY *et al.*, 2000).

Sabo *et al.* (2003) elegeram a utilização do VRA em campo livre para crianças de 6 a 35 meses de idade, com o intuito de otimizar as chances de obter NMA de quatro frequências em apenas uma sessão de avaliação. É importante citar que, neste estudo, o objetivo foi descrever os NMA de acordo com a idade, e a presença e ausência de otite média.

O estudo de Gravel e Traquina (1992) apresentou que, em 39% das crianças entre 21 e 24 meses de idade, foi necessária a avaliação em campo livre ou não foi possível avaliá-las pela não cooperação na colocação dos fones de inserção. Estes fatores intrínsecos de cada criança e que são distintos de acordo com a idade devem ser considerados pelo avaliador, como a atenção e cooperação no teste. Em relação à avaliação de crianças que apresentam suspeita de perda auditiva, o avaliador deve equilibrar as razões que implicam a obtenção dos NMA de orelhas separadas, com fones, com as razões que indicam a obtenção de limiares da melhor orelha em campo livre.

Quando tratamos de diagnóstico audiológico, a obtenção de NMA de orelhas separadas é mandatória. No entanto, como discutido acima, existem fatores que

devem ser analisados para decidir qual transdutor realizar o teste, como, por exemplo: história médica da criança, história prévia de outras avaliações audiológicas, estado físico da criança, e atual atenção e cooperação no momento da avaliação (GRAVEL; TRAQUINA, 1992).

Day *et al.* (2000) exemplificam duas situações para serem consideradas na decisão entre a utilização do fone de inserção ou campo livre:

... Se uma criança que já possui um audiograma completo em campo livre antes de colocar um tubo de ventilação e que retorna para nova avaliação após aproximadamente 4 semanas da cirurgia, o avaliador deve optar por realizar o VRA com fones de inserção primeiro. Mas por outro lado, a criança que foi avaliada pelo Otorrinolaringologista e experienciou o desconforto de retirar cera, por exemplo, pode estar ansiosa e provavelmente recusará os fones de inserção. Neste caso, o avaliador pode escolher o VRA em campo livre para obtenção de NMA em pelo menos três frequências, uma baixa, média e alta, do que já tentar utilizar o fone de inserção nesta criança (DAY *et al.*, 2000, p. 331, tradução nossa).

Day *et al.* (2000) compilaram os resultados de sua pesquisa, a qual analisou o uso do fone de inserção e do campo livre, em relação à idade média das crianças avaliadas, e ao número médio de NMA obtidos em uma sessão. Participaram do estudo, 41 crianças sem perda auditiva, entre 5 e 2 anos de idade, 22 crianças foram avaliadas em campo livre e 19 com fones de inserção. Nas crianças com menos de 27 semanas, foi obtida uma média de 0.4 NMA em uma sessão com fone de inserção; esta mesma idade utilizando campo livre, foram obtidos 1.3 NMA; no grupo de crianças com idade até 31 semanas, o número médio de NMA obtidos foi o mesmo número obtido no grupo de crianças com até 27 semanas em campo livre; com as crianças com menos de 31 semanas, foi obtido 2.7 NMA em uma sessão em campo livre.

Os autores concluíram que conhecer, pelo menos, dois NMA em frequências distintas e de orelhas separadas pode ser o suficiente, em alguns casos, para correlacionar com os dados de outros exames como o PEATE, e iniciar o *cross-check* para o diagnóstico audiológico. Porém, os autores, destacam a necessidade de outras sessões de avaliação por meio do VRA para obtenção das demais informações do audiograma. Além de já planejar a continuidade das avaliações de crianças abaixo de 6 meses, que, de acordo com o número de NMA obtidos em uma sessão, seriam necessárias mais 4 sessões para obtenção do audiograma completo

com informações de, pelo menos, três frequências com fone de inserção (DAY *et al.*, 2000).

Há uma crítica sobre o protocolo rígido utilizado na pesquisa de Day *et al.* (2000) dos próprios autores, tendo em vista que as avaliações foram desenvolvidas com o intuito de obter evidências científicas, portanto, sem possibilidade de alterações no protocolo, isto pode ter influenciado o número médio de NMA obtidos. Um possível fator negativo no protocolo era a necessidade dos autores colocarem os dois fones de inserção para iniciar o teste, e não apenas um por vez, o que é mais comum de observar na prática clínica.

O estudo de Parry *et al.* (2003) teve como objetivo obter os NMA para crianças ouvintes com fone de inserção, para isto, foram avaliadas 46 crianças entre 33 e 50 semanas de idade (8 a 12 meses). Das 46 crianças, 31 completaram o teste em uma sessão apenas, e, para as demais 15 crianças, foram necessárias duas avaliações em dias diferentes. Os NMA obtidos por frequência específica foram: 500Hz – 16.4 dBNA; 1000Hz – 13.3 dBNA; 2000Hz – 7.1 dBNA; 4000Hz – 6.4 dBNA. Sugeridos pelos autores como valores para serem utilizados como fatores de correção. O tempo médio de avaliação das crianças que conseguiram realizar o VRA com fone de inserção em uma sessão apenas não foi relatado, no entanto, a maioria das crianças com 12 meses conseguiu completar o VRA nas duas orelhas em um dia.

2.3.3 O Reforço visual

A efetividade do condicionamento operante está centralizada no poder do reforço, em estabelecer e manter respostas consistentes (MOORE; THOMPSON; THOMPSON, 1977; THOMPSON; FOLSOM, 1984, 1985; PRIMUS, 1988, 1992). E, além da responsabilidade do reforço, o tipo de resposta comportamental frente à estimulação auditiva, localização ou detecção, também influencia o sucesso do condicionamento e, por conseguinte, o sucesso do teste em si (PRIMUS, 1988, 1992; CULPEPPER; THOMPSON, 1994).

A localização sonora é a janela de estudo das habilidades auditivas (WILSON; THOMPSON, 1984). A capacidade de localizar sons lateralmente é a primeira

habilidade auditiva desenvolvida na criança, inicia-se entre 3º a 5º mês, a curva de evolução da habilidade de localização auditiva é em forma de “U”, pois, entre o 6º e 8º mês de vida, há um declínio na função de localização auditiva, que volta a estar mais ativa com 9 meses de idade em diante (MUIR; CLIFFON; CLARKSON, 1989).

No entanto, não é a localização auditiva que observamos no VRA. Para um determinado estímulo sonoro, ocorre o reflexo de orientação que confirma para o avaliador que a criança detectou o som (PRIMUS, 1992).

A localização auditiva como resposta na avaliação audiológica infantil foi proposta no trabalho pioneiro de Suzuki & Ogiba (1961), o qual foi, posteriormente, estudado e atualizado nos moldes da atual metodologia do VRA (LIDÉN; KANKUNNEN, 1969; THOMPSON; FOLSOM, 1984; WIDEN *et al.*, 2005). A técnica apresentada foi denominada *Conditioned Orientation Reflex (COR)*, que avaliaria a audição da criança por meio de uma Audiometria condicionada. A criança era exposta a apresentações do estímulo auditivo tanto na orelha direita como na orelha esquerda, desta maneira, além de detectar o som apresentado, a criança deveria localizar a fonte sonora corretamente, para que ela recebesse o reforço visual. Crianças com menos de um ano de idade, não conseguiram completar o teste, crianças acima de 3 anos se dispersaram depois de duas frequências testadas, e o grupo de crianças entre 1 e 2 anos foi o que obteve melhor desempenho na realização completa das quatro frequências pesquisadas em campo livre (500Hz, 1KHz, 2KHz, 4KHz).

Lidén & Kankkunen (1969) utilizaram o nome *Visual Reinforcement Audiometry (VRA)*, no Português, Audiometria com Reforço Visual (VRA) para apresentar uma modificação na técnica proposta por Suzuki & Ogiba (1961), e foram os primeiros a utilizar o termo VRA. A principal modificação relaciona-se a como apresentar os estímulos auditivos e quais os comportamentos esperados como resposta para que o reforço visual seja apresentado para criança. A apresentação do som para criança ocorre sistematicamente em apenas um lado, ou seja, se o estímulo auditivo apresentado foi na orelha direita, então, o reforço visual será dado também do lado testado. Não sendo necessário que a criança localize qual lado o estímulo auditivo foi apresentado, apenas é necessário que a criança detecte o som avaliado, apresente o reflexo de orientação, e seja condicionado para receber o reforço visual.

Após a publicação por Lidén & Kankkunen (1969), o VRA foi estudada em suas variáveis por diversos estudos, especialmente por Wilson e Thompson (1984), tendo como objetivo pesquisar a melhor forma de realizar e compor fisicamente o teste, analisar quais seriam as respostas aceitas para que o NMA de crianças fosse determinado com eficácia e sensibilidade (MOORE; THOMPSON & THOMPSON, 1975; MOORE; WILSON & THOMPSON, 1977; NOZZA & WILSON, 1984; THOMPSON & FOLSOM, 1985; TALBOT, 1987; PRIMUS, 1988; GRAVEL & TRAQUINA, 1992; THOMPSON; THOMPSON & McCALL, 1992; MOORE; THOMPSON & FOLSOM, 1992; PRIMUS, 1992; DAY *et al.*, 2000; WIDEN *et al.*, 2000; WIDEN; O'GRADY, 2002; SCHMIDA; PETERSON & THARPE, 2003; PARRY *et al.*, 2003; SABO *et al.*, 2003; SHAW & NIKOLOPOULOS, 2004; DELAROCHE, THIEBAUT & DAUMAN, 2004; WIDEN *et al.*, 2005; LEMOS *et al.*, 2007; VIEIRA & AZEVEDO, 2007; VERSOLATTO-CAVANAUGH *et al.*, 2009; BALDWIN *et al.*, 2010; KARZON *et al.*, 2010).

Primus (1992) realizou uma pesquisa interessante na qual ele comprova que a resposta de virada de cabeça observada no VRA, não significa habilidade de localização auditiva, mas sim significa que a criança apresentou um comportamento de orientação ao som, ou melhor, o reflexo de orientação. O autor realizou o VRA de acordo com variações na localização do reforço visual. No total, participaram 30 crianças com audição normal, com idade média de 30 meses, separadas em quatro grupos diferentes: G1- o reforço visual (RV) posicionado no mesmo lado da caixa de som; G2 – RV posicionado ao lado oposto da caixa de som; G3- RV acima da cabeça da criança. Nesta pesquisa, o estímulo auditivo e visual foram apresentados simultaneamente para o condicionamento da criança. Sucesso no condicionamento utilizando o reforço visual localizado adjacente à fonte sonora, seguida pela posição de teste do G3, acima da cabeça das crianças, e menor sucesso quando o reforço visual foi posicionado no lado oposto à fonte sonora. O que indica que a posição do RV adjacente ao local de emissão do som facilita para criança a relação ação e consequência, respectivamente, estímulo auditivo e o reforço visual. Porém, o condicionamento não depende da localização auditiva, uma vez que o condicionamento das crianças com o reforço visual posicionado acima da cabeça foi possível.

Além da posição do reforço visual no VRA, quais as características presentes no Reforço Visual que agregam força e sensibilidade ao VRA? Elenca-se a principal

variável: a atratividade do reforço visual, seguido pelo tempo de exposição do reforço visual para criança (MOORE, THOMPSON & THOMPSON, 1975; PRIMUS, 1988; PRIMUS, 1992; MOORE, THOMPSON & McCALL, 1992)

Primus (1988) apresentou que a utilização de reforço visual complexo, que seriam brinquedos que se movimentam e são iluminados, como um coelho que mexe as orelhas, ou um bebê que movimenta os braços, proporcionam maior número de respostas do que um reforço visual simples, como uma luz acesa apenas. No entanto, nas pesquisas de Lemos *et al.* (2007) e de Vieira e Azevedo (2007), foram utilizados o audiômetro pediátrico modelo PA5 e PA2, os quais possuem três luzes vermelhas como reforço visual para criança. Nestes dois estudos, as crianças foram avaliadas em campo livre, e este reforço visual se mostrou adequado para obtenção dos NMA.

Moore, Thompson e Thompson (1975) investigaram as respostas comportamentais de crianças com até 12 meses de idade, em função do tipo de reforço visual utilizado. Os autores concluíram que um reforço visual complexo, composto por várias informações visuais, é mais efetivo para condicionar a criança, do que um reforço visual simples ou o reforço social, e a idade da criança influencia no nível de interesse. Crianças mais novas precisam de brinquedos com informações mais claras e mais expressivas, porém não pode ser um estímulo visual simples, o que acarreta na visualização completa pela criança em poucas apresentações, e ela perde o interesse mais fácil. Crianças acima de 12 meses de idade perdem o interesse pelo estímulo reforçador mais rápido, devido ao processo de inibição e habituação do RO ser mais rápido quanto maior é a idade da criança (SOKOLOV, 1963; THOMPSON; THOMPSON; McCALL, 1992).

Thompson, Thompson, McCall (1992) analisaram estratégias para aumentar e propiciar melhores respostas comportamentais durante o VRA em crianças de um a dois anos de idade. Os autores discutem que a maioria das crianças se sente cansada, e perde o interesse e atenção após um tempo de realização do VRA, desta maneira, eles avaliaram as crianças considerando o tipo de reforço visual, a idade e a organização da sessão de teste. Quanto ao reforço visual, trocá-lo após uma pausa na avaliação, especialmente quando a habituação ocorria, mostrou ser uma ação que proporcionou mais respostas na segunda sessão de avaliação. Aproximadamente mais 7 respostas na idade de 6 a 8 meses, e mais 15 respostas na idade de 9 a 12 meses de idade.

Culpepper e Thompson (1994) encontraram que reforços visuais de curta duração, entre 2 a 3 segundos proporcionavam menores chances da criança se habituar, quando comparado com um reforço visual que era ativado por mais de 4 segundos, tempo, muitas vezes, suficiente para a criança observar totalmente o brinquedo iluminado e perder o interesse nesse. E estes resultados foram influenciados pela idade da criança, uma vez que crianças mais velhas, mesmo com a apresentação do reforço visual de 4 segundos, não olhavam o reforço visual por 4 segundos, mas apenas viravam a cabeça em direção ao reforço visual como um comportamento de confirmação de que o reforço visual seria acionado, ocorrendo a habituação mais rapidamente nestas crianças com idade aproximada de dois anos.

2.3.4 O Condicionamento e a resposta

Recém-nascidos já apresentam movimentos de olhos e aumento do padrão de respiração quando ocorre um som no ambiente. No primeiro mês de vida, as crianças podem virar rudimentarmente a cabeça para o lado, nos próximos 2º e 3º meses de vida sua capacidade de responder para os sons com movimentos de cabeça estará rebaixada, e, no 4º mês em diante, o bebê já conseguirá localizar os sons (MUIR; FIELD, 1979; NORTHERN; DOWNS, 2002). Este rebaixamento na função auditiva nos 2º e 3º meses reflete o rompimento de um mecanismo de resposta inata. As respostas reflexas conduziram as ações do bebê do nascimento até, aproximadamente, as seis semanas de vida, a coordenação entre os esquemas motores e sensoriais iniciam-se por volta do 2º e 4º meses de idade, exatamente neste período as respostas reflexas do sistema auditivo estariam em transição devido ao amadurecimento das vias centrais.

No 2º e 4º meses, ocorre a coordenação entre os esquemas motores e sensoriais, para, posteriormente, com 4 a 6 meses de idade, a resposta de orientação para eventos sonoros externos estar estabelecida. Ou seja, o declínio da função de orientação ao som contrasta com o desenvolvimento progressivo de outras funções, que podem ser destacadas, a função motora: capacidade de controlar tronco e pescoço, e conseguir virar a cabeça para o lado, e a função

cognitiva: entender que há consequências após um determinado som é a capacidade da criança de correlacionar um evento a outro (COWAN, 1978).

Como se observa, o desenvolvimento da criança não é dividido, as funções evoluem de acordo com um grupo de interações e reações, as quais estimulam mecanismos de aprendizagem diferentes, refletindo no aumento de redes neurais para realização de novos atos motores e sensoriais. Exemplificado em nossa temática de pesquisa, pela capacidade da criança em compreender que um evento sonoro pode estar relacionado com outro evento, o reforço visual, esta compreensão significa uma interação entre três sistemas: motor, cognitivo e auditivo.

A interação entre estes três sistemas é essencial para que uma criança esteja apta a realizar o condicionamento do RO no VRA e, conseqüentemente, serem obtidos os NMA. E, do mesmo modo que é possível eliciar respostas comportamentais para um som, é evidente que os sistemas também podem vir a se habituar ao estímulo e as respostas diminuir até a sua completa extinção. O que é considerado um fator negativo para o desempenho da criança no VRA, no entanto, a habituação é considerada um mecanismo natural do sistema auditivo e que reflete um sistema auditivo desenvolvido (SOKOLOV, 1963; COWAN, 1978).

Um estudo realizado com 60 crianças pré-termas aplicou o VRA em três grupos divididos pela idade: grupo A - 4 a 5 meses composto por 25 crianças; grupo B – 6 a 7 meses composto por 18 crianças; e grupo C – 8 a 9 meses de idade composto por 17 crianças, considerando idade corrigida. No grupo A, 18 crianças não conseguiram realizar o VRA, quanto que, no grupo B, apenas quatro não conseguiram fazer, e, no grupo C, todas conseguiram realizar o VRA. No entanto, no grupo A, cinco crianças apresentaram bom desempenho, sendo possível obter os NMA com o estímulo utilizado (ruído complexo) (MOORE; THOMPSON; FOLSON, 1992).

A qualidade das respostas observadas nestas cinco crianças do grupo A foi analisada como uma resposta reflexa e não um comportamento de orientação ao som propriamente dito. Duas das cinco crianças que apresentaram este tipo de resposta reflexa não sofreram habituação do estímulo mesmo após 60 estímulos apresentados. O que confirma que realmente a resposta no VRA destas crianças não era um comportamento condicionado, mas sim apenas um reflexo primitivo ainda, e, desta maneira, não sofria habituação. Ambas as crianças apresentavam seis e sete meses de idade cronológica, e, de acordo com as escalas de

desenvolvimento de Bayley (BAYLEY, 1993), apresentavam atrasos no desenvolvimento sensorial e motor (MOORE; THOMPSON; FOLSON, 1992), mais um dado que confirma a ligação entre imaturidade do sistema auditivo e ausência de habituação do RO.

As respostas do estudo de Moore, Thompson e Folson (1992) são interessantes para analisar as teorias da habituação do reflexo de orientação do som. A capacidade de habituação frente a um estímulo redundante é um aspecto que, quando presente, indica o funcionamento e desenvolvimento do sistema auditivo normal (SOKOLOV, 1963; MUIR; FIELD, 1979). E é exatamente este componente do RO, a habituação, que interfere na avaliação audiológica em conseguir um audiograma completo de uma criança até dois anos de idade.

O comportamento de orientação lateral quando um som ocorre, virando a cabeça para lado do som, é denominado reflexo de orientação (RO), este comportamento é denominado como uma resposta local do Sistema Nervoso Central frente a um estímulo auditivo. Existem duas respostas que o Sistema Nervoso Central (SNC) manifesta perante a percepção de um estímulo sonoro. Uma delas seria uma resposta global, caracterizada por mudanças gerais do organismo, como aumento da tensão muscular, mudança no padrão de respiração e movimento dos olhos (HIRSCH, 1952; JUNKER, 1972); e uma das respostas locais do SNC é a virada de cabeça para o lado da fonte sonora como um comportamento reflexo (JUNKER, 1972). A presença do RO é um indicador do desenvolvimento normal do sistema auditivo, excetuando-se os casos de crianças que possuem deficiências múltiplas (Junker, 1972).

O reflexo de orientação (RO) faz parte de um dos campos de estudo mais complexos e interessantes a respeito das funções superiores do sistema nervoso, e é um comportamento presente em todos os animais (SOKOLOV, 1963).

O primeiro estudioso a iniciar pesquisas nesta área de reflexos condicionados, foi o filósofo russo Iván Mijáilovich Séchenov. E impulsionou outros estudiosos, como o mais conhecido publicamente, Pavlov, o qual descreveu o RO:

É o reflexo que ocorre como resposta imediata, em humanos e animais, diante de pequenas mudanças no ambiente que os cerca, quando ocorre uma pequena mudança, imediatamente ocorre a orientação e ativação apropriada do órgão-receptor em acordo com a qualidade perceptiva da mudança que ocorreu, fazendo com que ocorra a investigação completa desta mudança. O significado deste reflexo é obvio. Se o animal não estiver

precavido por este reflexo, sua vida estará em risco a todo momento. No homem este reflexo tem sido desenvolvido em suas mais altas proporções, por meio da curiosidade, que é o principal método científico através do qual esperamos um dia chegar a uma verdadeira orientação do conhecimento do mundo que nos cerca (SOKOLOV, 1963, p. 545, tradução nossa).

Os estudos de Pavlov iniciaram diversos questionamentos a respeito do RO no condicionamento de comportamentos, bem como no poder do RO em ativar e desativar mecanismos cerebrais, que, por sua vez, refletem nos comportamentos humanos, e, portanto, estes mecanismos seriam parte do processo neuronal do RO.

O RO não é um simples reflexo, as vias neurais que participam deste comportamento compreendem a ativação de neurônios corticais específicos e de regiões como a formação reticular e tálamo. Existem dois tipos de neurônios corticais específicos para recepção e ativação do RO, dois tipos de neurônios, localizados na segunda e quarta camadas das projeções primárias sensoriais, que são responsáveis por analisar os elementos morfológicos do estímulo, e propiciar a integração e diferenciação do estímulo, são neurônios que possuem axônios curtos, que não se estendem para além de suas projeções dendríticas (SOKOLOV, 1963).

É um segundo tipo de neurônio sensorial caracterizado por dendritos curtos e um axônio longo, possivelmente responsável por conduzir impulsos dos neurônios aferentes do tálamo para as áreas corticais de associação. Já os neurônios eferentes do RO compreendem as células piramidais Meinert responsáveis pelos movimentos de cabeça, e as células Cajal presentes nos centros oculomotores (SOKOLOV, 1963).

Em uma complexa e sistemática investigação, Sokolov (1963) apresenta os principais questionamentos que os neurofisiologistas estudaram, e, ainda, são estudados acerca desta temática:

1. a relação entre o RO na ativação de mecanismos gerais do sistema nervoso: mudanças intrínsecas nas ondas cerebrais, facilitação da aquisição de potenciais evocados; e ativação de potenciais pós-tetânicos;
2. a relação entre o RO com mudanças naturais ou artificiais nos potenciais constantes do córtex;
3. a organização do RO em nível neuronal;

4. a participação de memórias específicas que atuam nos mecanismos do RO (ativação e inibição).

Sokolov (1963) propõe um modelo específico neuronal para o RO, o qual não somente consiste em um comportamento motor, que é a virada de cabeça e dos olhos, mas, sim, compreende outros mecanismos fisiológicos associados. Incluindo mudanças no tônus e no poder de condutância da pele; nos registros eletroencefalográficos (EEG), e mudança na taxa dos batimentos cardíacos. E isso pode ser comprovado com as diversas reações que uma criança apresenta durante uma sessão de VRA.

Retornando ao estudo de Lidén e Kankkunen (1969), os autores aceitaram não apenas a virada da cabeça para confirmar se a criança realmente escutou o som, mas outras respostas foram observadas, especialmente, nas crianças mais novas com idades entre seis e oito meses, como a reação de atenção ao som e cessação dos movimentos. E quando há referência de que crianças mais novas não apresentaram o reflexo de orientação dentro de quatro segundos após a apresentação do estímulo, mas apresentaram cessação dos movimentos e atenção ao som, induz a conclusão de que o RO é um sistema funcional realmente complexo, o qual depende da ativação das vias periféricas e centrais do sistema nervoso, que, por sua vez, são influenciadas pela idade e pelo desenvolvimento da criança.

Sokolov (1963) explicou o mecanismo da habituação do reflexo de orientação considerando que existem duas vias de entrada e decodificação do estímulo auditivo. Uma das vias possui uma memória que permite uma comparação entre os sinais de entrada, quando existe uma diferença entre o sinal memorizado e o sinal de entrada, uma resposta de alerta, o reflexo de orientação ocorre. Quanto menores forem as diferenças espectrais dos sinais de entrada com os sinais memorizados, a inibição do RO inicia-se, ocorrendo a habituação para estímulos repetitivos.

A habituação, portanto, é algo que o avaliador deve esperar durante o VRA. Isto não é uma situação positiva na prática clínica, especialmente quando o número de respostas obtidas antes da habituação não é suficiente para traçar os valores no audiograma, e, portanto, outras sessões são necessárias. Porém, conhecer como se processa e qual a implicação da habituação para prática clínica faz com que o VRA seja guiado de forma mais criteriosa.

Se a habituação é um processo natural na criança, é importante saber após quanto tempo de estimulação, ou qual o número de estímulos, que a criança responde antes de se habituar ao som. Este é um dos fatores que determinam qual o número de estímulos auditivos necessários para condicionar a criança, ou seja, se o protocolo de condicionamento consiste em oferecer muitos estímulos de condicionamento, é possível que a criança se canse apenas no período de condicionamento, ou seja obtida apenas uma frequência no audiograma.

Além do número de estímulos controle utilizado, o processo de habituação também deve ser considerado na decisão de qual intensidade iniciar o teste. Dependendo do perfil do candidato, não é necessário iniciar com estímulos de forte intensidade, considerando a hipótese de alteração condutiva, alteração sensorineural de grau moderado a leve, ou se aplicado em crianças sem queixa auditiva (THOMPSON; FOLSOM, 1984).

O protocolo de Widen *et al.* (2010) definiu 30dBNA como intensidade inicial para pesquisa dos NMA de crianças identificadas com fatores de risco para deficiência auditiva em programas de triagem auditiva neonatal, as quais precisam de acompanhamento audiológico, pelo menos, uma vez em seu primeiro ano de vida.

Widen *et al.* (2000) propõem que o VRA se inicie com um estímulo de 30 dBNA com fones de inserção preferencialmente, ou campo livre. Se a criança virar naturalmente a cabeça para lado, ou seja, apresentar o reflexo de orientação ao som, o reforço visual é ativado, e outro estímulo de 30 dBNA é apresentado, se a criança apresentar duas respostas consecutivas, o protocolo de teste se inicia, o qual consiste na diminuição de 20 dBNA na intensidade a cada resposta, e o aumentos de 10 dBNA a cada ausência de resposta. Estímulos controles são inseridos de acordo com uma razão de 30 a 50%, ou seja, a cada dois estímulos de teste, um é controle. O estímulo controle é um intervalo de silêncio entre um estímulo e outro, para observar respostas falso-positivas, ou seja, quando a criança vira a cabeça em direção ao reforço visual sem a apresentação real do estímulo auditivo que está sendo avaliado.

Ao iniciar o teste com 30 dBNA, e a criança responder corretamente, ao abaixar a intensidade em menos 20 dBNA, chegaremos à pesquisa de 10 dBNA, se a criança não responder, aumenta-se 10dBNA, e a pesquisa do NMA ficará entre 10 e 20 dBNA, utilizando menos estímulos para chegar à pesquisa do NMA da criança.

Ao encontrar o NMA da primeira frequência avaliada, na pesquisa da próxima frequência, inicia-se com a intensidade encontrada na frequência anterior, e assim por diante.

Mas, se a criança não apresentar o reflexo de orientação naturalmente, aumenta-se a intensidade para 50 dBNA, se a criança virar a cabeça para o lado, o reforço visual é ativado, se a criança responder duas vezes consecutivamente, o protocolo de teste é iniciado. Se não ocorrer resposta naturalmente após duas apresentações com 50 dBNA, o protocolo de condicionamento é iniciado.

Os estímulos de condicionamento são estímulos auditivos de teste e o reforço visual pareados. Dois estímulos de condicionamento são apresentados, se a criança responder duas vezes consecutivamente, o estímulo de teste é apresentado sem pareamento e reforçado apenas se a criança responder, se a criança apresentar mais duas respostas consecutivas dos estímulos teste, o protocolo de teste se inicia, diminuindo 20 e aumentando 10 dBNA.

Se, mesmo após os dois estímulos de condicionamento pareados a 50 dBNA a criança não responder, eleva-se a intensidade para 70 dBNA e mais dois estímulos são apresentados. O protocolo de teste só se inicia se a criança responder duas vezes consecutivamente aos estímulos pareados e, depois, mais duas respostas com estímulos de teste.

Ao elevar a intensidade para 70 dBNA e a criança não responder, o avaliador deve avaliar como este achado pode ser explicado: seria um problema de condicionamento? Ou um problema auditivo? Widen *et al.* (2000) indica algumas atitudes que o avaliador pode escolher: aumento a intensidade; modifico o estímulo de teste para fala; mudo de orelha; realizo avaliação em campo livre, ou modifico meu reforço visual.

A pesquisa de Thompson, Thompson e McCall (1992) analisaram estratégias para aumentar o número de respostas no VRA, após a habituação, de crianças de 1 e 2 anos de idade, considerando o tipo de reforço visual. Foram formados três grupos: Grupo 1, composto por 18 crianças com um ano de idade, as quais recebiam reforço visual simples; Grupo 2, composto por 18 crianças de um ano de idade, as quais recebiam reforço visual simples e complexo de acordo com a randomização das apresentações, sendo 50% das vezes reforço simples e 50% reforço complexo; Grupo 3: composto por 18 crianças com audição normal, e receberam reforço visual da mesma maneira que o Grupo 2. O condicionamento da

criança era realizado com dois estímulos auditivos de 50 dBNA, por dois segundos, os quais eram precedidos pelo reforço visual após uma fração de segundo.

Após a apresentação destes dois estímulos de condicionamento, mais três estímulos auditivos eram apresentados, e, se a criança respondesse duas vezes dentre as três apresentações, ela era classificada como apta para realizar o VRA. Se a criança não cumprisse este critério, outros dois estímulos de condicionamento eram oferecidos seguidos dos estímulos de teste. Se a criança não apresentasse respostas após esta segunda tentativa, então, ela era classificada como inapta para participar do estudo. As crianças que cumpriram os critérios de condicionamento passaram para a fase 2 do estudo, a qual consistia em contabilizar qual o número de respostas antes da habituação ao estímulo de teste. Foi definido como habituação quando a criança não apresentava quatro respostas dentre cinco estímulos de teste consecutivos (THOMPSON; THOMPSON; McCALL, 1992)

O Grupo 1 apresentou uma média de 26.89 respostas antes da habituação na primeira sessão de teste, após a habituação, a avaliadora realizava uma pausa de 10 minutos para os pais distraírem a criança, e, depois, a sessão 2 se iniciava. Na sessão 2, o Grupo 1 apresentou mais 8.83 respostas. Além da pausa na avaliação, os autores pesquisaram a influência de utilizar dois tipos de reforço visual no VRA. No Grupo 2, com a utilização de dois reforços visuais, foram obtidas uma média de 33,72 respostas na sessão 1 antes de se habituarem, e uma média de 16,67 respostas na sessão 2. Indicando que a reativação do RO pós-habituação recebe influência quando o reforço visual é modificado após a primeira habituação para crianças de um ano de idade, o que não pode ser afirmado para crianças de dois anos de idade (THOMPSON, THOMPSON; McCALL, 1992).

Já no Grupo 3, com crianças de dois anos de idade, a média de respostas na primeira e segunda sessão foram, respectivamente, 14,61 e 2,28, mesmo utilizando dois tipos de reforços visuais. O que indica que a idade também é um fator que influencia o processo de habituação e, portanto, na quantidade e qualidade das respostas no VRA. Tendo em vista, que o número de respostas do Grupo 3 foi significativamente menor do que os demais grupos (THOMPSON; THOMPSON; McCALL, 1992). Este achado confirma que o VRA é um instrumento indicado para crianças até dois anos de idade, após essa idade, o processo de habituação torna-se mais rápido devido à maturação do sistema auditivo. Em contrapartida, para crianças com um ano de idade, o VRA apresenta-se com resultados confiáveis, o

que demonstra sua importância nas avaliações para diagnóstico audiológico (MOORE; WILSON; THOMPSON, 1977; WILSON; THOMPSON, 1984; THOMPSON; THOMPSON; McCALL, 1992; MOORE; THOMPSON; FOLSOM, 1992; WIDEN *et al.*, 2000)

Além do reforço visual, a influência da intensidade inicial de teste no condicionamento de crianças com um e dois anos de idade foi avaliada por meio de dois procedimentos de condicionamento distintos. O primeiro procedimento se iniciava com NA e cinco estímulos de condicionamento pareados com o estímulo visual, o NMA era determinado após três respostas dentre, no máximo, seis estímulos apresentados, e o segundo protocolo iniciava-se com a 30 dBNA sem pareamento com o estímulo visual, sendo esperada a virada de cabeça espontânea. Se ocorresse o RO espontâneo, mais dois estímulos eram dados como estímulos de checagem do condicionamento, se ocorressem duas respostas consecutivas, iniciava-se a pesquisa dos NMA (THOMPSON; FOLSOM, 1984).

Os dois procedimentos analisados por Thompson e Folsom (1984) não apresentaram diferenças quanto à eficácia de condicionar as crianças, ou quanto ao número de estímulos auditivos para obter NMA, e a porcentagem de respostas falso-positivas durante os estímulos controles. A diferença foi significativa quando comparados as idades das crianças e o número de estímulos para obtenção dos NMA. Crianças com dois anos de idade precisaram de um menor número de estímulos para determinação do NMA do que crianças com um ano de idade, independente do procedimento de condicionamento utilizado, porém as crianças mais velhas se habituaram mais rapidamente do que as mais novas

Diante destes resultados, os autores defenderam a utilização do procedimento de condicionamento que se inicia com a intensidade de 30 dBNA, pois requer poucos estímulos auditivos de condicionamento, uma vez que a população estudada no estudo mencionado era de crianças sem deficiência auditiva. Esta escolha está baseada nos princípios do RO mencionados acima, e especialmente relacionada com o processo de habituação do RO. Pois, se não há diferença no processo de condicionamento quanto às intensidades iniciais, mas há diferença na quantidade de estímulos repetidos e o desencadeamento da habituação, então, para crianças sem deficiência auditiva e acima de 12 meses de idade, o ideal é iniciar o VRA com intensidades próximas a 35-40 dBNA, que diminuem o número de

repetições do estímulo e, portanto, a habituação do sistema auditivo para um determinado estímulo é adiada.

Diante da habituação do RO da criança no VRA, Thompson, Thompson, McCall (1992) propuseram uma pausa de dez minutos para que o RO fosse retomado, bem como, a mudança do reforço visual na segunda sessão após a pausa na avaliação, o que realmente foi comprovado como um meio positivo durante a realização do VRA.

Em resumo, uma vez o comportamento de orientação ao som está condicionado, modificações no estímulo de teste não interferirão no desempenho da criança (WILSON; THOMPSON, 1984), mas, uma vez que a resposta entrar em habituação, então, qualquer modificação no espectro sonoro poderá reativar esta resposta, o reflexo de orientação (SOKOLOV, 1963).

2.3.5 Análise e caracterização de protocolos do VRA

Diversos estudos analisaram determinadas características sobre o VRA, como, por exemplo, a quantidade de respostas que ocorrem até obter os NMA, ou até ocorrer o processo de habituação (THOMPSON; THOMPSON; McCALL, 1992; VERSOLATTO-CAVANAUGH *et al.*, 2009); qual o melhor tipo de reforço visual (MOORE; THOMPSON; THOMPSON, 1975; MOORE; THOMPSON, 1977; PRIMUS, 1987, 1988; MAGNUSSON; CULPEPPER, 1997; KARZON, 2010); qual a melhor posição do reforço e da caixa acústica (MAGNUSSON; CULPEPPER, 1997); qual a melhor intensidade para iniciar o VRA (THOMPSON; FOLSOM, 1984; WIDEN *et al.*, 2000, 2005) e estímulos para iniciar o teste (SHAW; NIKOLOPOULOS, 2004). Estes estudos fortaleceram o VRA, uma vez que investigaram características-chave para obtenção dos NMA.

No entanto, dados sobre valores dos NMA obtidos por frequências específicas de orelhas separadas são mais valiosos para prática clínica, e foram explorados por alguns estudos (PARRY *et al.*, 2003, DAY *et al.*, 2000, WIDEN *et al.*, 2000, 2005; BALDWIN *et al.*, 2010).

Os protocolos de avaliação do VRA diferem-se em determinados pontos, especialmente quanto ao número de estímulos de condicionamento, intensidade

inicial de condicionamento, número de estímulos de teste e estímulos controle. De forma sucinta, os quadros de 1 a 4 apresentam um resumo dos artigos que pesquisaram os NMA com fones de inserção com especificidade de frequência. E os quadros 5 e 6 apresentam informações sobre os NMA obtidos em campo livre por dois estudos brasileiros.

Objetivo do estudo	Ambiente físico	Transdutor	Reforço Visual	Resposta esperada	Estímulo auditivo de condicionamento	Condicionamento	Estímulo auditivo de teste	O Teste	Dados sobre NMA	Conclusões pertinentes ao protocolo do VRA
Investigar a eficácia do VRA com o uso do fone de inserção e em campo livre	Sala acústica dupla; 2 avaliadores; caixas de som a 2 metros a 90° azimuth; comunicação entre as avaliadoras por meio de sistema FM.	Um grupo em Campo livre e outro com fone de inserção	Dois brinquedos de cada lado. Posicionados a 75° azimuth de cada lado e a 2 metros de distância	Reflexo de orientação (Virada de cabeça)	Sinal de 1000Hz warble a 80 dBNA	Entrevista + otoscopia. Sinal de 1000Hz warble a 80 dBNA sem parear com reforço visual por 4 segundos. Os estímulos de condicionamento foram apresentados 5 vezes, quando duas respostas consecutivas ocorressem apenas para o som, o condicionamento era efetivo e iniciava-se o teste por frequências específicas.	Estímulo warble nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000Hz.	Os estímulos warble por 4 segundos intercalados com estímulos controles. Se a criança apresentasse três respostas falso positivas, o lado de teste era trocado. Se ocorre resposta abaixo-se 20dB e, se não há resposta, sobe 10dB até alcançar o NMA. Pesquisa realizada até 15 dBNA. NMA determinado após duas respostas consecutivas dentre três estímulos apresentados. Ordem do teste 1, 4, 0.5, 2kHz em campo livre, e com fone de inserção, obtêm-se os NMA em 1 e 4 kHz, troca-se a orelha e testa-se 1 e 4 kHz; Quando a orelha era trocada, o estímulo de teste inicial era de 40dBNA acima do NMA obtido na frequência anterior.	No grupo avaliado com fone de inserção idade <27 semanas (sem) - menos de um NMA obtido; em campo para esta idade - 1 NMA obtido; para fone idade >31 sem 1.3 NMA obtidos e para campo idade >31 sem 2.7 respostas obtidas.	Tempo para adaptar o fone de inserção na criança: média de 70 segundos. > número de respostas em campo livre (13/22) do que para fone de inserção (5/19). Mas 9/19 crianças que aceitaram o fone apresentaram, pelo menos, um NMA. O que significa que um nº maior de sessões faz-se necessário para determinar todos os NMA da criança com fones.

Quadro 1 - Análise das características do estudo sobre VRA com fones de inserção de Day *et al.*, 2000.

Objetivo do estudo	Ambiente físico	Transdutor	Reforço Visual	Resposta esperada	Estímulo auditivo de condicionamento	Condicionamento	Estímulo auditivo de teste	O Teste	Dados sobre NMA	Conclusões do estudo pertinentes ao protocolo do VRA
Descrever o protocolo utilizado no VRA para acompanhamento de crianças da TAN com IRDA.	Sala acústica dupla; 2 avaliadores, comunicação via sistema FM;	Fone de inserção, ou campo.	Dois brinquedos de cada lado. Posicionado a 90° azimute. Para OD reforço acionado do LD, e para OE reforço acionado para o LE	Reflexo de orientação (Virada de cabeça)	Apresentações randomizadas: warble nas frequências de 1, 2, 4kHz e fala,	Estímulo auditivo pareado com o estímulo visual a 50 dBNA. Depois de 2 estímulos pareados, um 3º estímulo auditivo é dado sem parear com o visual, se a criança responder, inicia-se o teste. Se a criança não responder, testa-se 70dBNA. apresenta-se mais 2 estímulos controles pareados com visual, se responder os dois estímulos, inicia-se o teste. Se não responder: reavaliar.	Warble (1000, 2000, 4000) e fala	Randomização de frequências e orelhas. Estímulo inicial=30 dBNA. Se a criança virar a cabeça espontaneamente, o reforço é acionado. Mais um estímulo de 30 dBNA, e, se ocorrer resposta, reforce e inicie o teste diminuindo a intensidade. Ausência de resposta, utilizar 50 dBNA, se a criança responder - reforce, aguarde duas respostas consecutivas e inicie o teste. Estímulos controles conforme randomização. Inicia a pesquisa da segunda frequência na mesma intensidade determinada para frequência anterior, e assim por diante. Menos 20 dB, mais 10 dB.	Exame alterado quando dois NMA iguais ou maiores que 30dBNA ou um NMA igual ou maior que 40dBNA. Exame normal quando NMA iguais a 20dBNA ou com um NMA até 30dBNA e os demais 20dBNA.	Definições sobre a confiabilidade de um teste. Número de respostas falso-positivas. Se a criança apresentasse NMA até 20dBNA e timpanograma alterado, não precisava voltar para novo reteste, mas era encaminhada para ORL; Se a criança apresentasse NMA ≥ 20 dBNA + tímpano B - volta para reteste e ORL; Apenas 3 retornos, se, no 3º retorno, não fosse terminado o teste, o teste era determinado como inconclusivo.

Quadro 2 - Análise das características do estudo sobre VRA com fones de inserção de Widen *et al.*, 2000.

Objetivo do estudo	Ambiente físico	Transdutor	Reforço Visual	Resposta esperada	Estímulo de condicionamento	Condicionamento	Estímulo auditivo de teste	O Teste	Dados sobre NMA	Conclusões do estudo pertinentes ao protocolo do VRA
Obter os NMA em crianças por meio do VRA.	Sala acústica dupla, dois avaliadores, comunicação via <i>headset</i>	fone de inserção	Dois brinquedos localizados a 75° azimute de ambos os lados, a uma distância de 1,5 metros,	Reflexo de orientação (Virada de cabeça)	Estímulos warble randomizados: 500, 1000, 2000, 4000 e fala	Apresentação por 4 segundos, se a criança vira a cabeça espontaneamente, o reforço visual é ativado por 2 segundos juntamente com o estímulo auditivo. Se a criança não apresenta o reflexo de orientação dentro deste 4 segundos, a 2ª avaliadora chama a atenção da criança para o reforço visual. Os estímulos de condicionamento são repetidos por cinco vezes ou o quanto for necessário para ter certeza do condicionamento. O condicionamento foi definido como seguro, quando a criança apresentava duas respostas consecutivas de virada de cabeça sem o reforço visual pareado, apenas para o estímulo visual, após isso, o teste se inicia.	warble (500, 1000, 2000, 4000)	Diminui 20dBNA e aumenta 10dBNA. Quando próximo do limiar, sobe 5dBNA. Definir NMA: responder dois de três estímulos. Tempo de latência de resposta: segundos. Estímulos controle taxa de 30%. Classificação da confiabilidade do teste.	500 Hz: 16,4; 1000 Hz: 13,3; 2000 Hz: 7,1; 4000 Hz: 6,4 dBNA	Classificação do desempenho da criança no teste: confiável, razoável, baixo. Realizado em apenas uma orelha, na que apresentou melhor resultado na timpanometria.

Quadro 3 - Análise das características dos estudos sobre VRA com fones de inserção de Parry *et al.*, 2003.

Objetivo do estudo	Ambiente físico	Transdutor	Reforço Visual	Resposta esperada	Estímulo auditivo de condicionamento	Condicionamento	Estímulo auditivo de teste	O Teste	Dados sobre NMA	Conclusões do estudo pertinentes ao protocolo do VRA
Testar a confiabilidade de um protocolo de VRA comparando com os resultados do PEATE, EOE e timpanometria	Sala acústica dupla, dois avaliadores, comunicação via <i>headset</i>	Fone de inserção	Dois brinquedos de cada lado. Posicionado a 90° azimuth. Para OD, reforço acionado do LD, e, para OE, reforço acionado para o LE.	Reflexo de orientação (Virada de cabeça)	Fala ou warble 2000Hz a 35 dBNA	(Aqui, o condicionamento não é a fase inicial da avaliação.) Estímulo auditivo pareado com o estímulo visual a 55dBNA. Depois de 2 estímulos de treinamento, 3º estímulo auditivo sem pareamento, se a criança responder, inicia-se o teste. Ausência de resposta: testa-se 75dBNA. Mais 2 estímulos controles pareados com visual, se responder os dois estímulos, inicia-se o teste. Se não responder: reavaliar.	Estímulos warble randomizados (500, 1000, 2000, 4000) e fala	Inicia-se com estímulo de fala ou frequência específica na ordem 2000Hz, 500, 4000, 1000Hz, intensidade de 35dBNA. Se a criança virar a cabeça naturalmente, o reforço é acionado. Mais um estímulo de 35 dBNA é apresentado e, se ocorrer resposta, reforce e inicie o teste. Se a criança responder o primeiro estímulo de 35, e, na segunda, não responder, então, aumenta para 55 dBNA, se a criança responder, reforce, outro estímulo de 55dBNA, se a criança responder novamente, inicia-se o teste, se a criança não responder, inicia-se o condicionamento.	500 Hz: 30dBNA; 1000Hz: 25dBNA; 2000Hz: 35dBNA; 4000Hz: 30dBNA	Dentre dez estímulos controle, se a criança responder mais de 3 vezes, ela seria considerada não apta para realizar o VRA, e reconvocada para a próxima data. Protocolo para crianças oriundas de programa de triagem auditiva neonatal. Se são crianças que já realizaram PEATE ou EOE e o comportamento auditivo já foi avaliado, a avaliadora pode estimar qual a intensidade que deverá iniciar o teste, podendo esta ser superior a 35dBNA.

Quadro 4 - Análise das características do estudo sobre VRA com fones de inserção de Widen *et al.*, 2005.

Objetivo do estudo	Ambiente físico	Transdutor	Reforço Visual	Resposta esperada	Estímulo de condicionamento	Condicionamento	Estímulo de teste	O Teste	Dados sobre NMA	Conclusões pertinentes ao protocolo do VRA
Obter os NMA em crianças ouvintes e deficientes auditivas	cabina acústica, duas avaliadoras	campo livre	A 20 cm da orelha da criança na lateral; RV: três luzes vermelhas (PA5)	Reflexo de orientação (Virada de cabeça)	(idem estímulo de teste)	Apresentação dos estímulos auditivos alternando as orelhas, resposta era a localização auditiva. Estímulo máximo 80, e mínimo pesquisado 10dBNA. Não apresenta critérios de condicionamento, quantos estímulos controle ou de teste.	Estímulos warble randomizados (500, 1000, 2000, 4000). E tambor, afochê, castanholas e reco-reco (CD – sonar)	Para definir como NMA, a criança precisava responder duas vezes consecutivamente.	500Hz: 40, 1000Hz: 32, 2000 Hz: 31; 4000Hz 33dBNA (6 a 12 meses); e, respectivamente, 32, 27, 27, 22dBNA para faixa etária de 13 a 24 meses, e 28, 22, 20, 21dBNA acima de 24 meses (valores médios)	Proposta de utilização de outros estímulos sonoros além do tom puro modulado. Obtiveram-se menores NMA para estes estímulos sonoros (sistema sonar). Somação auditiva, maior número de fibras sendo estimuladas.

Quadro 5 - Análise das características do estudo sobre VRA em campo livre com informações sobre o nível mínimo de audição de Vieira e Azevedo, 2007.

Objetivo do estudo	Ambiente físico	Transdutor	Reforço Visual	Resposta esperada	Estímulo de condicionamento	Condicionamento	Estímulo de teste	O Teste	Dados sobre NMA	Conclusões pertinentes ao protocolo do VRA
Obter NMA	cabina acústica, duas avaliadoras	campo livre	50 cm da orelha da criança na lateral e reforço visual adjacente. Reforço visual três luzes vermelhas (PA5)	Reflexo de orientação (Virada de cabeça)	estímulos warble randomizados (500, 1000, 2000, 4000). Por 3 segundos	Estímulo máximo 80, e mínimo pesquisado 20dBNA. Não apresenta critérios de condicionamento, quantos estímulos controle ou de teste.	estímulos warble randomizados (500, 1000, 2000, 4000).	não especificado	Grupo 1 (6 a 11 meses) 500Hz: 29, 1000Hz: 29,1, 2000 Hz: 30,9; 4000Hz 29,1 dBNA; Grupo 2 (12 a 17 meses) 28,9, 31,1, 28,9; 28,9; Grupo 3 (18 a 24 meses) 28, 28, 31, 27,8.	VRA realizada com o PA5, reforço visual três luzes vermelhas.

Quadro 6 - Análise das características dos estudos sobre VRA em campo livre com informações sobre o nível mínimo de audição com a população brasileira, de Lemos *et al.*, 2007.

2.3.6 Estímulos auditivos: sons simples e complexos

Os estímulos auditivos utilizados no VRA podem ser desde tons puros, tons puros modulados (*warble*), sons complexos como *white band* ou *speech noise*, *narrow band* e a fala gravada ou a viva voz. O estímulo auditivo inicial no VRA pode ser distinto dos demais estímulos de teste, ou seja, para realizar o condicionamento da criança, outro estímulo que não os tons puros modulados podem eliciar respostas mais facilmente e, conseqüentemente, levam ao condicionamento de maneira mais rápida (SHAW; NIKOLOPOULOS, 2004).

Os estímulos complexos foram os primeiros a serem utilizados nas metodologias de diversos estudos sobre VRA (HOVERSTEN; MONCUR; MOORE; WILSON; THOMPSON, 1977; THOMPSON; FOLSOM, 1984, THOMPSON; THOMPSON; MCCALL, 1992, WIDEN *et al.*, 2000). A partir destes estudos, descobriu-se que as crianças respondem melhor para fala e sons complexos do que para tons puros ou modulados. Esta melhor resposta para sons complexos pode ser explicada devido à ativação de um maior número de fibras nervosas do nervo auditivo, cada qual responsável pela detecção de uma determinada frequência, do que a estimulação de apenas um feixe de fibras quando estimulamos o sistema auditivo da criança com o tom puro ou *warble*.

Shaw e Nikolopoulos (2004) pesquisaram qual de dois estímulos auditivos eliciavam melhores respostas e, conseqüentemente, favoreciam o condicionamento. Foram utilizados dois estímulos na frequência de 1000Hz, sendo um tom puro modulado (*warble*) e outro *narrow band noise* (NBN). A metodologia utilizada consistia em apresentar estes estímulos separadamente para dois grupos de crianças com idades entre 7 a 14 meses em campo livre. Primeiramente, o estímulo auditivo era apresentado sem pareamento com o reforço visual, para avaliar quantas crianças apresentavam o reflexo de orientação espontâneo. 69% das crianças apresentaram reflexo de orientação para o estímulo NBN a 70 dBNA, e 25% das crianças apresentaram reflexo de orientação com o estímulo *warble* a 70 dBNA.

Desta maneira, este estudo apresentou evidências de que o estímulo inicial do VRA utilizado no condicionamento pode interferir no número de respostas que a criança apresentará ou interferirá no processo de condicionamento. Portanto, sons complexos são melhores e mais indicados para iniciar o VRA em crianças. Porém, é

importante frisar que este trabalho realizou o VRA em campo livre, com uma determinada intensidade e uma determinada frequência, o que pode influenciar na taxa de repostas obtidas. A opção de utilizar sons complexos para o condicionamento no VRA também foi proposta por Thompsom e Folsom (1985).

Hipóteses sobre melhores respostas das crianças perante sons complexos, e, portanto, melhores respostas aos sons de fala, se relacionam com aspectos biológicos e ambientais. Os aspectos biológicos se relacionam com características fisiológicas do sistema auditivo, que particularizam o processo de despolarização do nervo auditivo. A despolarização do nervo coclear para estímulos sonoros com tons puros ocorre linearmente, e a despolarização do nervo coclear para sons complexos, como a fala, não é linear (MOORE, 2006).

Os aspectos ambientais que explicam a preferência do sistema auditivo em apresentar melhores respostas para sons de fala se relacionam com a neuroplasticidade e desenvolvimento do feto. O bebê recebe os primeiros estímulos sonoros desde a 20ª semana de vida intrauterina, e os principais sons são a voz de sua mãe, transmitida por via aérea e por meio dos fluidos corpóreos, ou seja, os sons de fala são os primeiros a estimularem o sistema auditivo do feto, já proporcionando a formação das primeiras redes sinápticas auditivas. Esta estimulação indireta do sistema auditivo antes do nascimento, que a mãe realiza em seu ato de falar, já é suficiente para que seja nítida a preferência inata que o bebê possui pela voz da mãe ao nascer (DECASPER & FIFER, 1980; MAY *et al.*, 2011; PEÑA; WERKER & DEHAENE-LAMBERTZ, 2012).

Recentes estudos apresentaram que os padrões de ativação cerebral obtidos na estimulação auditiva de sons de fala familiares, sons de fala não familiares, e outros tipos de sons que não eram fala, em recém-nascidos com até 3 dias de vida. Os resultados indicaram que, para sons familiares, existe um mecanismo específico de ativação cortical, diferente do mecanismo de ativação cortical para sons de fala não familiares. Quando os bebês escutavam sentenças de fala familiar, ocorria aumento de oxigenação nas regiões cerebrais monitoradas, para sons de fala não familiares, o nível de oxigenação diminuía. Já para os outros tipos de sons que não são fala, existiu uma ativação inferior e distinta nas regiões cerebrais auditivas (BYERS-HEINLEIN; BURNS & WERKER, 2010; WEIKUM *et al.*, 2011)

Esta estimulação precoce favorece a percepção dos sons de fala, capacidade primordial para a aquisição de linguagem, que reflete a ligação entre as

características biológicas do sistema auditivo e a experiência precoce (WEIKUM *et al.*, 2011).

A complexidade dos padrões de percepção sonora foi descrita e estudada, entre outros autores, por House *et al.* (1962). Em sua experiência, os participantes da pesquisa deveriam aprender a associar diferentes conjuntos de sinais acústicos, com botões específicos que marcavam a resposta e o tempo de cada participante para associar cada botão com os determinados sons. Os resultados indicaram que as associações entre os botões e sinais complexos, semelhantes ao espectro e propriedades temporais aos do sinal de fala, eram aprendidos mais rápido do que as associações com estímulos acústicos simples, ou seja, os padrões acústicos distintos da fala. Inclusive, os sinais acústicos complexos foram reconhecidos pelos participantes da pesquisa como sendo realmente sinal de fala.

O padrão de percepção sonora pode ser considerado dicotômico, ou seja, os sinais sonoros são percebidos pelo ouvido humano como unidades linguísticas ou não linguísticas, indicando que existe um caminho específico no sistema auditivo para decodificar os sinais acústicos que se caracterizam como fala. No córtex auditivo, existiriam neurônios especializados para interpretar padrões acústicos complexos, ou seja, a rota da fala, e neurônios responsáveis por identificar outros padrões acústicos mais simples, que apresentem variação nas características temporais (MOORE, 2006).

Na prática clínica, a percepção auditiva para fonemas específicos já é amplamente utilizada para pesquisar o Comportamento Auditivo, seja com o intuito de obter informações diagnósticas, como informações da rotina de acompanhamento de crianças e adultos usuários de AASI e IC. Os sons mais utilizados são os sons de Ling (LING, 1976), seis sons com maior energia acústica em frequências específicas: dois sons graves, dois médios e dois agudos. Os fonemas: /a/, /i/, /u/, /s/, /ʃ/, /m/, respectivamente, representam as frequências de: 1000Hz, 3000Hz, 275Hz, 6000Hz, 2500Hz, 250Hz.

Um estudo recentemente publicado utilizou os sons de Ling como estímulo de teste no procedimento para obter os limiares de detecção auditiva com e sem AASI, avaliando o ganho funcional do AASI em adultos e crianças com sons de fala. Para isso, os autores produziram uma amostra dos seis Sons de Ling, gravada em estúdio e normatizada em uma escala de Decibel (dB) (SCOLLIE *et al.*, 2012).

Os autores desta pesquisa encontraram limiares médios em 0 dB nos adultos com audição normal para os seis Sons de Ling. Para o outro grupo de participantes da pesquisa, adultos com perda auditiva, os limiares de detecção com aparelho auditivo para os Sons de Ling se diferiram entre cada um dos fonemas, e foram melhores para os sons de frequência grave. Em relação ao grupo de adultos e o de crianças usuários de AASI, as crianças apresentaram menores limiares de detecção verbal para os Sons de Ling do que os adultos. Os autores explicam o achado devido ao melhor e maior ganho que a fórmula de prescrição de ganho oferece, a DSLv5 (*Desired Sensation Level – v5*). Porém, o estudo não descreve o tipo e grau da perda auditiva dos adultos usuários de AASI, ou o tempo de privação auditiva (SCOLLIE *et al.*, 2012).

A justificativa para utilização dos Sons de Ling foi apresentada no estudo de Scollie *et al* (2012), por meio de quatro argumentos pertinentes e condizentes com o presente estudo:

1. os sons de Ling englobam uma gama de frequências da fala, utilizando-se apenas seis estímulos distintos. Além de ser um estímulo que oferece informações sobre várias frequências, e não apenas uma como as determinadas por estímulos de tom puro e *warble*;
2. os Sons de Ling são considerados pela comunidade científica como um conjunto de sons com alta validade para utilizar na avaliação auditiva;
3. os Sons de Ling são símbolos naturais da fala, e, quando avaliados, podem nos informar se os avançados métodos de processamento do sinal da fala dos modernos AASI estão funcionando adequadamente;
4. os autores especularam que a interpretação dos limiares de detecção dos seis Sons de Ling apresentaria maior suporte se estudada e aplicada em uma escala padronizada em decibel (dB).

Desta maneira, o presente estudo tem o intuito de analisar o uso dos seis sons de Ling (SCOLLIE *et al.*, 2012) na realização do VRA. Uma vez que se consideram as diferenças entre o processamento do sinal de fala, e de tons puros e modulados no sistema auditivo, espera-se encontrar níveis mínimos de audição em dBNA diferentes, além de analisar as diferenças e semelhanças entre os limiares obtidos no VRA-*warble* e no VRA-Ling, as demais questões guiarão esta pesquisa:

1. Quanto tempo foi gasto para obter pelo menos um NMA e no máximo todos os NMA avaliados das duas orelhas?
2. O tempo de realização do VRA com estímulos warble e sons de Ling são diferentes?
3. Quantas sessões foram necessárias para finalizar cada VRA e avaliar todos os estímulos de teste propostos?
4. Quantas crianças apresentaram o reflexo de orientação espontâneo?
5. Quantas crianças precisaram de pareamento do sinal auditivo e reforço visual?
6. Quantas crianças precisaram de estímulos de condicionamento durante o teste?
7. Quantas crianças apresentaram falsos-positivos?
8. O que a presença de falsos positivos e estímulos de condicionamento pode indicar?

3 OBJETIVO

Este estudo possui como objetivos:

1. Apresentar um protocolo de realização da Audiometria com Reforço Visual para obtenção de níveis mínimos de audição;
2. Investigar os níveis mínimos de audição por meio da Audiometria com Reforço Visual em crianças com e sem deficiência auditiva, utilizando dois estímulos de teste distintos, o estímulo *warble* e sons de fala, os seis sons de Ling.

4 MÉTODO

4 MÉTODO

Trata-se de um estudo do tipo transversal, realizado no Centro de Pesquisas Audiológicas do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo (CPA-HRAC/USP), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da respectiva Instituição (417.574 – 24/9/2013) (Anexo A).

4.1 CASUÍSTICA

No período de fevereiro a setembro de 2015, um total de 123 crianças acompanhadas com seus respectivos pais e responsáveis foi avaliado de acordo com os critérios de inclusão e exclusão da pesquisa. A idade variou entre 6 a 30 meses de idade. Dentre estas, 74 possuíam deficiência auditiva e estiveram presentes no Centro de Pesquisas Audiológicas (CPA-HRAC/USP), e 49 crianças sem deficiência auditiva.

- *Grupo Experimental (GE):*

De 74 crianças potenciais participantes do GE, 24 atenderam os critérios de inclusão, os quais foram:

- ausência de EOE-t e EOE-pd bilateralmente;
- PEATE–click evidenciando perda auditiva sensorineural;
- timpanogramas sem alterações. (BALDWIN *et al.*, 2006). Nos casos em que os valores de complacência estiveram alterados ou pressão esteve alterada, era realizada otoscopia pelo médico Otorrinolaringologista. Com otoscopia normal, a criança participava do estudo;
- ausência de deficiências associadas.

Os motivos de exclusão das 50 crianças foram: 21 crianças com alterações timpanométricas e otoscópicas; 8 com alterações associadas (Síndrome de Down, Síndrome de Edwards, Paralisia cerebral, Autismo); nove crianças com desordem do espectro da neuropatia auditiva; três com atraso no desenvolvimento motor; sete crianças que já conseguiam realizar a Audiometria Lúdica.

- Grupo Controle (GC):

Para inclusão de crianças no GC, os critérios adotados foram:

- timpanograma sem alterações de complacência e pressão (BALDWIN *et al.*, 2006). Nos casos em que os valores de complacência estiveram alterados ou pressão esteve alterada, era realizada otoscopia pelo médico Otorrinolaringologista. Com otoscopia normal, a criança participava do estudo;
- ausência de queixas dos pais quando no desenvolvimento da audição;
- desenvolvimento típico nas áreas avaliadas pelo Teste de Screening Denver II (FRANKEBURG *et al.*, 1992).

Estas crianças e seus respectivos responsáveis foram convidados a participar do estudo por meio da divulgação desta pesquisa em Creches e Berçários da cidade de Bauru-SP (Anexo B). Das 49 crianças avaliadas, 33 cumpriram os critérios de inclusão. O motivo de exclusão foi a presença de alteração na orelha média em seis crianças; duas crianças não concordaram em realizar a timpanometria; uma criança não realizou o VRA, pois já conseguia realizar a Audiometria Lúdica; uma realizou a Audiometria de Observação Comportamental, e sete realizaram em campo livre, pois não aceitaram o fone e não retornaram para finalização da pesquisa com fones.

Desta maneira, participaram do estudo 57 crianças, divididas nos grupos:

- **GC:** 33 crianças sem deficiência auditiva;
- **GE:** 24 crianças com deficiência auditiva sensorioneural.

Após a inclusão das crianças nos respectivos grupos de estudo, todas foram avaliadas por meio do Teste de Screening do Desenvolvimento Denver – II (TSDD-II)

(FRANKEBURG *et al.*, 1992) a cada avaliação do VRA. Com o objetivo de investigar se a criança apresenta desenvolvimento dentro do esperado para sua idade nas áreas motoras fina e grossa, função pessoal-social e linguagem.

Para aplicação deste teste, calcula-se a idade cronológica e/ou corrigida quando necessário, e traça-se uma linha na folha de avaliação do teste, todos os itens que cruzarem a linha são esperados que a criança já os tenha adquirido, caso ela não realize, considera-se esse item em atenção (ATE); os itens do lado esquerdo da linha são itens que a criança já deve ter adquirido, se a criança não os realiza, então, o item é considerado em atraso (ATR); se a criança realiza itens do lado direito da linha, ou seja, itens esperados para idade superior à atual, estes itens são classificados como avançados (AV); e, se a criança consegue realizar todos os itens da escala esperados para sua idade, porém não apresentou itens avançados ou em atraso, classifica-se o desempenho da criança como dentro do esperado para idade (DE).

4.2 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

Serão realizados dois VRAs em cada criança, utilizando estímulos auditivos distintos. O estímulo inicial de teste no VRA-W foi a frequência de 1000Hz e no VRA-L foi o som /a/ para todas as crianças, os demais estímulos foram randomizados, bem como em qual orelha seria iniciado o teste.

- **VRA - warble:**
 - 0,5kHz – 1kHz – 2kHz – 4kHz. LDV com estímulo /pa/.
- **VRA - Ling - CD “The Six Ling Sounds” (Scollie *et al.*, 2012):**

Sons do Ling	Faixas de frequências principais (Hz)
/m/	250
/u/	450
/a/	1000
/ɲ/	2500
/i/	3000
/s/	6000

Quadro 7 - Frequências correspondentes aos Sons de Ling.

A classificação de alteração auditiva no GC será determinada pela proposta de Widen *et al.*, 2000, que consiste em classificar os NMA obtidos nas frequências com warble como disposto abaixo:

- ➔ três NMA ≤ 20 dBNA e um NMA igual a 30 dBNA: dentro do esperado;
- ➔ dois NMA ≥ 30 dBNA e dois NMA ≤ 20 dBNA: provável alteração, deve ser investigado com outros exames;
- ➔ tres NMA ≤ 20 dBNA e um NMA ≥ 40 dBNA: provável alteração, deve ser investigado com outros exames.

4.3 EQUIPAMENTOS E CALIBRAÇÃO

O VRA foi realizado em cabina acústica, com o audiômetro da marca Interacoustics, modelo Midimate 622 (Madsen), calibrado segundo as normas ISO 389-2/1994: para níveis de pressão sonora com estímulo tom puro modulado para fones de inserção; segundo as normas ISO 8253, para calibração do ambiente de teste (ISO 8253-1/1989: audiometria com tom puro e vibrador ósseo; ISO 8253-2/1992: audiometria em campo livre; ISO 8253-3/1996: audiometria com fala). E segundo as normas IEC 60645 (IEC 60645-1/2011: referências eletroacústicas para audiômetros com tom puro; IEC 60645-2/1993: referências eletroacústicas para audiometria com fala) (CFFa, 2010; ISA, 2012).

Para realizar o VRA com os sons de Ling, foi acoplado ao audiômetro um disc-man (SONY) para utilização dos sons calibrados do CD “The six Ling Sounds”

(Scoollie *et al.*, 2012). Antes de iniciar o teste com os sons de Ling, foi realizada a calibração por meio da faixa inicial de calibração, um tom puro em 1kHz que deve ser liberado a 60 dBNA e ajustado o vu meter do audiômetro para que este não ultrapasse a marca do 0 dBNA no dial do audiômetro.

Este estudo será realizado em uma cabina acusticamente tratada, conforme esquema apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Ambiente de realização do VRA, RV: posição do reforço visual; CL: posição do campo livre; F1: Fonoaudióloga avaliadora; F2: Fonoaudióloga assistente; D: distância mínima de 50 centímetros.

O sistema de reforço visual será composto por duas caixas contendo um brinquedo em cada caixa (Figura 1), os quais são iluminados e se tornam visíveis para reforçar o comportamento de resposta correta da criança. Sendo possível trocar por até outros dois brinquedos diferentes, se a criança não gostar ou perder o interesse pelo reforço visual. Neste sistema, a caixa acústica é acoplada com o sistema de reforço visual, as quais serão posicionadas a 45° azimute da criança (Figura 2).

Figura 2 – Três tipos de reforço visual utilizados durante as avaliações, brinquedos com mecanismos eletrônicos que se movimentam ao serem acionados.

4.4 PROCEDIMENTOS

O protocolo do VRA foi baseado nos critérios descritos por Widen *et al.* (2000, 2005) e que está descrito como um fluxograma na Figura 3.

O VRA será realizado por duas avaliadoras, a Fonoaudióloga avaliadora (F1) deverá permanecer do lado externo da cabina acústica e será responsável por manipular o audiômetro, o sistema de reforço visual e observar as respostas da criança. E a segunda Fonoaudióloga (F2) é responsável por manter a posição e atenção da criança por meio de técnicas de distração, bem como, observar as respostas da criança, auxiliando a F1, quando necessário, em casos de crianças difíceis de serem condicionadas. As duas avaliadoras utilizaram um Sistema de Frequência Modulada (FM) para se comunicarem.

Primeiramente, os pais foram informados de como o teste seria realizado. As crianças foram posicionadas no colo do responsável, sentadas confortavelmente, e as mãos da mãe segurando o tronco da criança, evitando movimentos de desequilíbrio. A mãe foi orientada a não apresentar nenhuma reação no momento da liberação do estímulo ou durante o decorrer do teste, que poderia ser entendida como pista para a criança.

A Fonoaudióloga (F2) utilizou brinquedos para atrair a atenção da criança centralmente de maneira que sua cabeça esteja aproximadamente a 45° azimuth da posição do reforço visual e/ou sistema de campo livre, no momento de apresentação do estímulo sonoro. O tempo de apresentação do estímulo auditivo foi de 3

segundos e o tempo de espera para criança apresentar a resposta após o estímulo sonoro apresentado foi de 4 segundos.

O protocolo de teste que será utilizado no GC e GE serão os mesmos, porém, no que diz respeito à intensidade inicial para o GC será de 35dBNA e, para o GE, poderá ser igual ou superior a 80 dBNA, dependendo da anamnese audiológica e achados no exame do PEATE-click. O condicionamento por meio da estimulação tátil com o vibrador ósseo também será considerado em casos de deficiência auditiva de grau profundo

No protocolo de Widen et al. (2000, 2005), a proposta é avaliar até a intensidade mínima de 15 dBNA e determinado como dentro da normalidade NMA até 20dBNA. No entanto, o presente estudo possui o objetivo de investigar o limiar auditivo, desta maneira os limiares foram pesquisados até a intensidade que a criança não apresentasse resposta e seguiu-se com o aumento gradativo de 10 dBNA para confirmação do limiar para o som testado, quando próximo de confirmar o limiar, aumento e diminuição gradativo de 5 dBNA. Abaixo, a descrição do passo a passo do protocolo utilizado para o GC (WIDEN *et al.*, 2000, 2005)

INÍCIO

(Anote a hora em que começou o teste.)

1000Hz – warble

35dBNA... se a criança apresentar a virada de cabeça espontaneamente – o reforço visual é ativado.

2 respostas consecutivas → PROTOCOLO DE TESTE

35dBNA... se a criança não apresenta resposta espontânea;

55dBNA ... se há resposta espontânea – o reforço visual é ativado;

2 respostas consecutivas → PROTOCOLO DE TESTE;

Se a criança não responde espontaneamente na intensidade de 55 dBNA → CONDICIONAMENTO.

CONDICIONAMENTO

55dBNA pareado com o reforço visual – 2 vezes (neste momento, o avaliador deve chamar a atenção da criança para ela olhar para o reforço visual);

55dBNA sem parear com reforço visual – se a criança apresentar a virada de cabeça – o reforço visual é ativado;

2 respostas consecutivas para 55dBNA sem pareamento – PROTOCOLO DE TESTE;

Se a criança não apresentar resposta espontânea... 75dBNA pareado com o reforço visual – 2 vezes;

75dBNA sem estar pareado com o reforço visual – se a criança apresentar a virada de cabeça – reforço visual ativado;

2 respostas consecutivas – PROTOCOLO DE TESTE.

Observações: E se a criança não apresentar resposta em 75dBNA? Possíveis causas: alteração auditiva, problemas com o condicionamento (mudar reforço visual, aumentar a intensidade, mudar estímulo, mudar orelha, mudar para campo livre, dar uma pausa na avaliação).

PROTOCOLO DE TESTE

Só deve ser iniciado após duas respostas consecutivas da criança para a apresentação do estímulo auditivo de teste, sem este estar pareado.

A cada resposta, diminui 20dB, a cada ausência de resposta aumenta 10dB. Diminuir intensidade até ausência de resposta e voltar com aumentos de 10 dB, próximo ao limiar modificações na escala de 5dBNA.

Inserção de estímulos controle na taxa de 3:1. Ou seja, a cada dois estímulos de teste, um deve ser controle.

Se a criança responder em 20dBNA 2 vezes – Limiar auditivo DETERMINADO.

Este protocolo de teste prevê a pesquisa do limiar auditivo, ou seja, é utilizado o método ascendente, o qual diminui-se a intensidade até a criança não responder mais, e inicia-se o aumento gradativo de 10 em 10 dBNA para confirmação do limiar auditivo para todos os sons testados.

A próxima frequência pode ser pesquisada com a intensidade determinada na frequência anterior, então, se eu obtive 20dBNA para 1000Hz, eu começo pesquisando a próxima frequência na intensidade de 20dBNA.

Mesmo protocolo para pesquisar a outra orelha.

(Anote a hora em que terminou o teste e quantas informações obteve neste período).

Observações:

Alguns desvios deste protocolo podem ocorrer se a criança se mostrar distraída, desinteressada:

- Mudar o estímulo warble para fala;
- Utilizar estímulos de recondicionamento;
- Realizar uma pausa na avaliação;
- Modificar o reforço visual.

A utilização dos estímulos de recondicionamento foi usada de acordo com as seguintes regras:

- o primeiro estímulo de recondicionamento deveria apresentar intensidade superior a 20 dBNA da última intensidade testada e em uma frequência diferente, ou seja, se a criança perdeu a atenção quando na intensidade de 30dBNA em 1000Hz, o estímulo de recondicionamento era apresentado na intensidade de 50dBNA na frequência de 500Hz;
- se a criança não apresentasse nenhum comportamento de audição: reação de atenção ao som ou virada de cabeça, no próximo estímulo de recondicionamento, o pareamento com o reforço visual era utilizado seguindo a técnica de condicionamento descrita acima;
- se a criança apresentasse reação de atenção ao som durante a apresentação do estímulo de recondicionamento, a avaliadora levava a sua atenção para criança visualizar o reforço visual sendo ativado simultaneamente com o som.

Figura 3 – Fluxograma 1 de realização do VRA (baseado em Widen *et al.*, 2000, 2005).

Figura 4 – Fluxograma 2 de realização do VRA (baseado em Widen *et al.*, 2000, 2005).

4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados foram analisados por meio dos testes T de Student, para as variáveis com distribuição normal, e o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney, para as variáveis com distribuição não normal.

5 RESULTADOS

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA CASUÍSTICA

No GC, a idade média foi de 12 meses, mínima de 6 meses e máxima de 29 meses. Nenhuma criança apresentou itens em atraso nas áreas avaliadas no TSDD-II, todos os itens dentro do esperado para idade, ou itens avançados para idade (Tabela 1).

Tabela 1 – Caracterização do grupo controle GC (N=33).

ID	Gênero	Idade (meses)	TSDD-II			
			MF	MG	PS	LG
1	M	6	DE	DE	DE	AV
2	F	7	DE	DE	DE	DE
3	F	7	DE	DE	DE	DE
4	M	7	DE	DE	DE	DE
5	M	7	AV	AV	DE	DE
6	M	8	AV	DE	AV	AV
7	M	8	DE	DE	DE	DE
8	F	8	DE	DE	DE	DE
9	F	9	AV	DE	DE	DE
10	F	9	AV	DE	DE	DE
11	F	9	AV	DE	DE	DE
12	F	9	DE	DE	DE	DE
13	F	9	DE	DE	DE	DE
14	F	10	DE	AV	DE	DE
15	F	10	DE	AV	DE	DE
16	F	10	DE	DE	DE	DE
17	F	10	DE	DE	DE	DE
18	M	10	DE	DE	DE	DE
19	F	11	AV	DE	DE	DE
20	F	11	AV	DE	DE	DE
21	M	12	AV	DE	DE	DE
22	F	12	AV	AV	DE	DE
23	M	12	DE	AV	DE	AV
24	M	12	DE	DE	AV	DE
25	F	13	DE	DE	AV	DE
26	F	13	DE	DE	AV	DE
27	F	14	AV	AV	AV	AV
28	F	15	DE	DE	DE	DE
29	M	24	DE	DE	DE	DE
30	M	25	DE	DE	DE	DE
31	M	26	DE	DE	DE	DE
32	F	26	DE	DE	DE	DE
33	M	29	DE	DE	DE	DE

Legenda: F: feminino; M: masculino; MF: motor fino-adaptativo; MG: motor grosseiro; PS: pessoal-social; LG: linguagem; AT: atraso; AV: avanço; DE: dentro do esperado para idade.

A idade média das crianças do GE foi de 18 meses, idade mínima de 10 meses e máxima de 28 meses. Todas as crianças apresentaram itens em atraso na área de Linguagem avaliada pelo TSDD-II, nas demais áreas, foram observados itens em atraso em algumas crianças (Tabela 2).

Tabela 2 – Caracterização do grupo experimental GE (N=24).

ID	Gênero	Idade (meses)	TSDD-II			
			MF	MG	PS	LG
1	F	10	DE	DE	AT	AT
2	M	11	DE	AT	DE	AT
3	F	12	DE	AT	DE	AT
4	F	14	AV	DE	DE	AT
5	F	14	DE	AT	DE	AT
6	M	15	AV	DE	AT	AT
7	F	15	AV	DE	DE	AT
8	F	16	DE	DE	DE	AT
9	M	17	DE	DE	DE	AT
10	F	17	DE	DE	DE	AT
11	F	18	DE	DE	DE	AT
12	M	18	DE	AT	DE	AT
13	M	19	DE	DE	DE	AT
14	M	20	DE	DE	DE	AT
15	F	20	AT	DE	DE	AT
16	M	20	DE	AV	DE	AT
17	M	21	DE	DE	DE	AT
18	M	21	DE	DE	DE	AT
19	F	21	DE	DE	DE	AT
20	M	22	DE	DE	DE	AT
21	F	22	DE	DE	AT	AT
22	F	22	DE	DE	AT	AT
23	M	25	DE	DE	AT	AT
24	M	28	DE	DE	AV	AT

Legenda: F: feminino; M: masculino; MF: motor fino-adaptativo; MG: motor grosseiro; PS: pessoal-social; LG: linguagem; AT: atraso; AV: avanço; DE: dentro do esperado para idade.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS ACHADOS NO VRA-WARBLE E VRA-LING

5.2.1 Limiares auditivos

A rotina de atendimento de cada grupo foi diferente. As crianças do GE permaneceram no serviço de Audiologia por, pelo menos, três dias para realizarem o diagnóstico audiológico e intervenção com aparelhos de amplificação sonora

individual (AASI) ou para avaliação de acompanhamento. Desta maneira, foi possível a avaliação das crianças ao longo dos três dias. Já para o GC, a pesquisadora explicava e combinava com a mãe para comparecer com a criança, pelo menos, duas vezes ao local de realização da pesquisa, para obtenção de todos os NMA, warble e sons de Ling.

Em média, foram necessários dois dias para obter os NMA nas duas orelhas por meio do VRA-warble e VRA-Ling em ambos os grupos. A maioria das crianças, do GC e GE, realizou um VRA nas duas orelhas em um dia e voltava para realizar o outro VRA. Para o grupo controle, as mães voltaram dentro do intervalo de um mês, no máximo, entre a primeira e a segunda avaliação.

Das 33 crianças avaliadas no GC, em sete, foi possível obter dados bilaterais de todos os sons testados. E no GE, de 24 crianças avaliadas, 16 realizaram os dois VRAs. As Figuras 3 e 4 apresentam os fluxogramas de atendimentos do GC e GE, organizado pelo número de crianças que foram avaliadas considerando se os dados obtidos foram unilaterais ou bilaterais.

- Dados bilaterais: foram obtidos os limiares de todos os sons do warble (W) e/ou Ling (L), 8 limiares dos sons warble e 12 limiares para os sons de Ling, o que totaliza 20 limiares por criança;
- Dados bilaterais incompletos: obtenção de todos os limiares de uma orelha e, pelo menos, mais um limiar da outra orelha;
- Dados unilaterais completos: obtenção de todos os limiares de apenas uma orelha;
- Dados unilaterais incompletos: obtenção de, pelo menos, 1 limiar em uma orelha.

Figura 5 – Número de limiares obtidos no grupo controle (GC).

Figura 6 – Número de limiares obtidos no grupo experimental (GE).

De um total de 57 crianças que participaram deste estudo, GC e GE, foram obtidos 718 NMA para os 10 estímulos sonoros testados nos dois VRAs com fones de inserção (Tabela 3).

Tabela 3 – Número de limiares obtidos por estímulo sonoro de teste, warble e sons de Ling, nos dois grupos do estudo.

Estímulos de teste	GE	GC	Total
0.5kHz	46	25	71
1kHz	46	31	77
2kHz	45	28	73
4kHz	47	29	76
/m/	33	35	68
/u/	34	33	67
/a/	34	43	77
/i/	34	39	73
/j/	34	34	68
/s/	33	35	68
Total	386	332	718

Legenda: GE: grupo controle N = 33; GC: grupo experimental N = 24.

Os valores médios em dBNA obtidos por frequência e sons de Ling estão apresentados na Tabela 4 para o GC e Tabela 5 para o GE.

Tabela 4 – Análise descritiva dos NMA obtidos no grupo controle (GC) com os estímulos de teste warble (kHz) e os sons de Ling.

Estímulos de teste	Nº Limiares	Mínimo (dBNA)	Máximo (dBNA)	Desvio Padrão	Média (dBNA)	Intervalo de confiança 95%
0.5	25	10,0	25,0	4,66	18,20	16,27 – 20,12
1	31	10,0	20,0	4,29	15,97	14,39 – 17,54
2	28	10,0	25,0	4,52	17,86	16,10 – 19,61
4	29	5,0	25,0	4,60	16,72	14,97 – 18,46
Média W	28	10,0	22,5	3,46	17,05	15,70 – 18,39
/m/	35	0	25	6,98	13,14	10,74 – 15,53
/u/	33	0	30	8,16	15,30	12,40 – 18,19
/a/	43	0	25	6,62	11,63	9,59 – 13,66
/i/	39	0	25	7,49	11,28	8,52 – 14,03
/j/	34	0	30	8,52	13,68	10,70 – 16,65
/s/	35	5	30	6,03	15,04	12,96 – 17,11
Média L	31	2,50	25,83	5,98	13,60	11,40 – 15,79

Legenda: NMA: número de NMA obtidos com fone de inserção em um total de 33 crianças avaliadas; W; warble; L: Ling.

Tabela 5 – Análise descritiva dos NMA obtidos no grupo controle (GE) com os estímulos de teste warble (kHz) e os sons de Ling.

Estímulos de teste	Nº Limiares	Mínimo (dBNA)	Máximo (dBNA)	DP	Média (dBNA)	Intervalo de confiança 95%
0.5	46	40,0	120,0	15,26	96,41	91,87 – 100,94
1	46	45,0	120,0	16,94	95,54	90,50 – 100,57
2	43	45,0	120,0	16,64	96,05	90,92 – 101,17
4	36	45,0	120,0	17,42	92,22	86,32 – 98,11
Média W	47	43,75	120,00	15,24	95,51	91,03 – 99,98
/m/	31	50	105	13,01	84,84	80,06 – 89,61
/u/	33	45	100	12,78	85,91	81,31 – 90,44
/a/	33	40	105	12,63	82,58	80,80 – 89,75
/i/	33	45	100	12,69	83,79	79,29 – 88,28
/j/	31	45	105	14,03	89,19	84,04 – 94,33
/s/	24	45	105	15,17	89,58	83,17 – 95,98
Média L	33	45,83	103,33	11,52	85,88	81,79 – 89,96

Legenda: NMA: número de NMA obtidos com fone de inserção em um total de 57 crianças, exclui-se os NMA avaliados porém ausentes; W; warble; L: Ling; DP: desvio padrão.

A média dos NMA obtidos no VRA-Ling foi significativamente menor do que a média obtida no VRA-warble, tanto para o GC como para o GE (Wilcoxon, $p < 0,05$). Para esta comparação intragrupos, consideraram-se amostras dependentes, ou seja, foram comparados somente aqueles indivíduos com informações pareadas no VRA-W e VRA-L (Tabela 6, Gráficos 1 e 2).

Tabela 6 – Comparação entre os valores médios dos limiares obtidos no VRA-W e VRA-Ling no grupo experimental e controle.

Grupos	N	Média-W	N	Média-Ling	p
GC	14	17,70	14	12,83	0,012*
GE	18	96,36	18	85,88	0,000*

Legenda: N: número de crianças com informações em ambos os VRAs; GC: grupo controle; GE: grupo experimental; *p<0,05.

Gráfico 1 – Boxplot representando as médias obtidas no VRA-warble e VRA-Ling do grupo controle.

Gráfico 2 – Boxplot representando as médias obtidas no VRA-warble e VRA-Ling do grupo experimental.

5.2.2 Tempo de teste, número de limiares obtidos e número de sessões realizadas

O tempo de realização do VRA-W e VRA-L foi calculado anotando-se o horário em que o primeiro estímulo era liberado, ou seja, considera-se que mãe, criança e Fonoaudióloga Assistente (F2) já estavam devidamente posicionadas, e a criança com o fone de inserção já posicionado.

A cada pausa realizada no decorrer da avaliação, a pesquisadora anotava o horário e quantos limiares foram obtidos, bem como, os comportamentos observados durante o decorrer do teste. A ficha de coleta de dados está no Anexo D.

O tempo foi analisado considerando o tempo total da avaliação, somando-se os tempos de cada sessão, comparou-se intragrupos (Tabela 7 e 8) e intergrupos (Tabela 11).

Tabela 7 – Mínimo, máximo, desvio padrão e tempo médio de realização de cada VRA nos participantes do grupo controle (GC).

VRA	N	Mínimo	Máximo	Desvio padrão	Tempo médio	<i>p</i>
Warble	24	4	95	19,02	20,88	0,510
Ling	23	16	73	13,63	28,39	

Legenda: $p < 0,05$; N = número de crianças que realizaram o VRA nas duas orelhas.

Tabela 8 – Mínimo, máximo, desvio padrão e tempo médio de realização de cada VRA nos participantes do grupo experimental (GE).

VRA	N	Mínimo	Máximo	Desvio padrão	Tempo médio	<i>p</i>
Warble	24	12	97	19,19	33,58	0,410
Ling	18	7	50	11,38	27,06	

Legenda: $p < 0,05$; N = número de crianças que realizaram o VRA nas duas orelhas.

Número médio de sessões realizadas para obter os limiares, ou seja, quantas vezes foi necessário interromper o teste para realizar uma pausa de 10 minutos ou mais, apresenta-se nas Tabelas 9 e 10.

Tabela 9 – Mínimo, máximo, desvio padrão do número médio de sessões para realização do VRA-Ling e VRA-warble nos participantes do grupo controle (GC).

VRA	N	Mínimo	Máximo	Desvio padrão	Nº médio sessões	<i>p</i>
Warble	24	1	4	0,86	1,66	0,187
Ling	23	1	4	0,84	2,47	

Legenda: $p < 0,05$; N = número de crianças.

Tabela 10 – Mínimo, máximo, desvio padrão do número médio de sessões para realização do VRA- Ling e VRA-warble nos participantes do grupo experimental (GE).

VRA	N	Mínimo	Máximo	Desvio padrão	Nº médio sessões	<i>p</i>
Warble	24	1	5	0,93	2,54	0,393
Ling	18	1	3	0,80	2,05	

Legenda: $p < 0,05$; N = número de crianças.

A comparação entre os dois grupos apresentou correlação positiva somente na realização do VRA-warble, ou seja, os valores médios de tempo, número de NMA obtidos e número de sessões realizadas foi maior no GE do que no GC (Tabela 11).

Tabela 11 – Comparação dos valores médios do tempo, número de níveis mínimos de audição e número de sessões realizadas em ambos os VRAs.

	VRA-W				VRA-L			
	N	T	nºL	nº S	N	T	nº NMA	nº S
GC	24	21	5	2	23	28	10	2
GE	24	34	7	3	18	27	11	2
<i>p</i>		0,026*	0,000*	0,002*		0,734	0,115	0,111

Legenda: $p < 0,05$; N = número de crianças com informações no VRA-W e Ling; T: tempo em minutos; nº NMA: número de níveis mínimos de audição; nº S: número de sessões

5.2.3 Análise qualitativa dos comportamentos observados no VRA

Além dos limiares, foi realizada uma análise qualitativa dos comportamentos observados durante o teste. O comportamento condicionado que se caracteriza como a resposta no VRA para determinação dos NMA é o reflexo de orientação, ou seja, a virada de cabeça para o lado. No entanto, é possível observar outros tipos de comportamentos, os quais podem, como também não podem, serem classificados como respostas comportamentais ao som. E, por este motivo, não foram aceitos para determinar os NMA.

Estes outros comportamentos observáveis durante o VRA podem ocorrer em diferentes momentos ao longo do teste, e indicar diversas condições, como habituação ou cansaço da criança. Porém, a questão nesta pesquisa é coletar dados de comportamentos que ocorrem após a liberação do estímulo sonoro, ou seja, quando se pode dizer que determinado comportamento, como a reação de atenção, está relacionada com a apresentação do estímulo sonoro.

Para isto, os comportamentos analisados correspondem aos comportamentos observados em dois momentos distintos do VRA:

- 1º momento: qual o comportamento que ocorre quando o primeiro estímulo auditivo é apresentado (Tabela 12).
- 2º momento: quais os outros comportamentos que ocorreram após o início do teste, ou seja, quando a criança já está condicionada e antecederam a pausa na avaliação.

Tabela 12 – Principais comportamentos observados após apresentação do estímulo sonoro inicial na primeira sessão de teste do VRA.

Nº	Comportamentos	GC	GE
1	Atenção ao som	8	10
2	Reflexo de orientação (35dBNS)	12	5*
3	Reflexo de orientação (55dBNS)	7	
6	Apontar para o fone	2	4
7	Olhar para avaliadora ou mãe	3	0
8	Duas ausências de respostas seguidas	1	5
	– protocolo de condicionamento		
Total		33	24
* Intensidade entre 80 a 120dBNA no GE.			

As crianças que apresentaram reações como atenção ao som, apontar para o fone e olhar para avaliadora ou mãe, quando, na apresentação do primeiro estímulo a 35 dBNA, seguiram sendo testadas como indicado no protocolo, uma vez que a ocorrência destas reações não é indicada para que o reforço visual seja ativado, segundo o protocolo utilizado na pesquisa.

Neste protocolo, no qual o primeiro estímulo sonoro ocorria em 35dBNA, sete crianças do GC não apresentaram reações, porém, apresentaram reflexo de orientação espontâneo no segundo estímulo a 55dBNA (Tabela 12).

Considera-se que a resposta do VRA, a virada de cabeça esteja condicionada e alguns limiares/NMA já foram estabelecidos, nesta segunda situação, foram observados comportamentos que antecederam a diminuição da resposta condicionada: retirar o fone, olhar para avaliadora, apontar para o fone, apontar para o reforço visual e falar. Quando as crianças apresentavam mudança no padrão de resposta, os estímulos de recondicionamento eram utilizados, se sem sucesso, uma pausa no teste era realizada.

As três crianças que apresentaram o comportamento de olhar para mãe ou avaliadora (Tabela 12) realizaram sessões mais curtas de avaliação e foi obtido menor número de NMA, estas crianças eram as mais velhas do grupo, com 24 e 29 meses.

Desta maneira, outros comportamentos podem ocorrer durante o VRA, no entanto, estes devem ser interpretados considerando qual o momento em que determinado comportamento ocorre, se no início ou após o condicionamento.

No GE, foi observado o RO espontâneo em cinco crianças, uma delas apresentava deficiência auditiva de grau moderado, e as demais quatro crianças apresentavam deficiência auditiva sensorioneural com média tritonal de 80 dBNA. As demais 19 crianças não apresentaram RO espontâneo na intensidade máxima, porém, dentre estas, 12 apresentaram outros comportamentos perante o som que auxiliaram no condicionamento. Somente 7 crianças não apresentaram reações ao som na intensidade testada, sendo necessária a realização do protocolo de condicionamento.

Observou-se que, tanto no GC como no experimental, as crianças que apresentaram o RO ou outro comportamento relacionado diretamente à apresentação do estímulo auditivo, o condicionamento ocorria de maneira mais rápida do que nas crianças que não apresentaram nenhuma reação ao som.

Todas as crianças do GC e GE necessitaram de, pelo menos, um estímulo de recondicionamento em algum momento das avaliações, e foram frequentes as respostas falso-positivas logo após o término dos estímulos de condicionamento, quando eram apresentados os estímulos de teste não pareados com o RV. Neste momento do teste, a utilização de estímulos controles, ou seja, o aumento nas

pausas entre um estímulo auditivo e outro, foram fundamentais para checagem do condicionamento.

O que reforça a necessidade da utilização de estímulos controle durante o VRA, quantas vezes forem necessárias para julgar que realmente a criança está respondendo ao estímulo auditivo de teste e não aleatoriamente; bem como, a utilização de estímulos controles garante que os paradigmas do condicionamento operante estão sendo seguidos.

O principal comportamento observado quando o estímulo eram os sons de Ling e não o som warble, eram vocalizações por parte do GC e olhar rapidamente para o rosto da mãe.

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

O objetivo inicial desta pesquisa foi investigar a utilização dos sons de Ling na Audiometria com Reforço Visual, além da determinação dos NMA esperados para os sons warble.

Porém, não há como investigar o uso de estímulos sonoros em um teste sem, antes, analisar minuciosamente o protocolo em que serão utilizados os novos estímulos sonoros, no caso, a Audiometria com Reforço Visual. Portanto, esta pesquisa resultou no estudo dos protocolos de condicionamento e de teste, para determinação dos métodos e posterior aplicação com os estímulos de fala, e os estímulos de teste padrão, os estímulos warble.

Esta pesquisa mostrou-se como um desafio, uma vez que o VRA é uma avaliação comportamental utilizada no diagnóstico da deficiência auditiva desde 1969, e aceita pelas sociedades científicas como o teste padrão-ouro para obter informações sobre a audição de crianças entre 6 a 30 meses de idade aproximadamente. Trata-se de uma avaliação que possui sua base no condicionamento operante, portanto, estudar e conhecer os elementos que constituem o esquema operante, faz com que o VRA seja realizado de forma eficaz.

Desta maneira, a pesquisa produziu um guia de orientações sobre o VRA, o qual pode ser denominado como um fluxograma de possibilidades, caminhos e saídas quando há ausência ou presença de resposta, detalhando os elementos do VRA: estímulos de teste, estímulos controle, reforço visual, estímulos de condicionamento, estímulos de recondicionamento, quando parar o teste, quando realizar uma pausa no teste, como manter a atenção da criança, quando liberar o estímulo de teste, como checar o condicionamento, e como determinar os NMA. Este fluxograma de possibilidades representa as atitudes tomadas pela pesquisadora deste estudo durante seus atendimentos (Anexo X).

O protocolo do VRA utilizado nessa pesquisa foi o proposto por Widen *et al.* (2000), que apresentou o protocolo como eficaz devido à aplicação desse em 4.995 crianças, sendo que foi possível obter NMA em 95% das crianças avaliadas.

No protocolo de Widen *et al.* (2000), foram pesquisados os NMA, ou seja, a intensidade mínima pesquisada de resposta foi até 15 dBNA. Neste trabalho, não foi determinada uma intensidade mínima a ser pesquisada, a cada resposta, diminuía-

se 20dBNA até a ausência de resposta, e, a cada ausência, aumentava-se 5dBNA. Este ponto é de grande discussão na interpretação dos resultados do VRA, uma vez que existem diferenças quanto ao que é limiar auditivo e NMA.

Os limiares auditivos para determinados estímulos sonoros são definidos como a menor intensidade que um indivíduo consegue detectar duas vezes de três estímulos apresentados de forma ascendente (ASHA, 2005). A detecção depende da integridade do Sistema auditivo periférico, que é responsável pela sensação auditiva, e pela integridade das vias do Sistema auditivo central e de processos cognitivos, responsável pela percepção Sonora. Respostas comportamentais para estímulos sonoros são influenciadas por ambos os sistemas, sensação e percepção, e nem todas as crianças são capazes de responder comportalmente para sons próximos de seus verdadeiros limiares auditivos (NORRIX, 2015).

Por este motivo, é recomendado que o termo nível mínimo de audição (NMA) seja utilizado para se referir à menor intensidade que foi possível obter duas respostas consecutivas, dentre três apresentações, quando avaliadas por testes comportamentais, como o VRA. O uso deste termo, NMA, implica que respostas comportamentais podem não refletir o verdadeiro audiograma da criança, uma vez que depende da maturação e integração dos sistemas periférico e central (NORRIX, 2015).

Quando respostas comportamentais são obtidas acima dos valores de normalidade, os avaliadores devem interpretar se as respostas refletem limiares auditivos, ou NMA, o que implica em uma melhora ao longo do tempo. Para diferenciar limiares auditivos ou NMA, é importante considerar as técnicas utilizadas para obtenção das respostas auditivas de crianças. Para conhecer os limiares auditivos de crianças, existe o VRA e a Audiometria Lúdica. Estas técnicas possuem como base procedimentos baseados em evidências, o condicionamento operante, em que a criança é condicionada a associar um estímulo e uma resposta com um reforço positivo.

Quando o condicionamento operante é utilizado e implementado com sucesso na avaliação, ou seja, a criança está sob o controle do estímulo e resposta, as respostas que são obtidas podem estar próximas dos limiares de adultos com audição normal (OLSHO; KOCH; CARTER; HALPIN & SPETNER, 1988; PARRY; HACKING; BAMFORD & DAY, 2003; SABO; PARADISE; KURS-LASKY & SMITH, 2003; WIDEN *et al.*, 2000).

Quando o condicionamento não é alcançado, por exemplo, quando o reflexo de orientação não é contingente ao estímulo, a sigla NMA deve ser usada, pois representa a melhor resposta ao invés do limiar auditivo. Para obter o limiar auditivo, deve-se utilizar o método ascendente, em que a intensidade do sinal é elevada após a ausência de resposta. Este tipo de procedimento é usado no VRA para obter limiares auditivos, porém, na prática clínica, não é frequentemente utilizado. A utilização de uma intensidade mínima, determinada como um critério de normalidade, entre 15 a 20dBNA, é mais comum de ser utilizada na prática clínica. Os principais motivos são evitar a habituação da criança, diminuir o risco da criança perder a atenção no teste, e agilizar a pesquisa nas demais frequências (KARZON, 2007; WIDEN *et al.*, 2000).

Desta maneira, o estudo determinou os níveis mínimos de audição de crianças por meio do VRA, para apresentar valores normativos para os sons warble e sons de Ling em uma população de crianças brasileiras.

Em relação ao número de informações obtidas para cada som testado, foram obtidos, em média, 28 limiares para cada estímulo warble no GC e 45 no GE (Tabela 3), quando comparados com o número de informações obtidas no trabalho de Parry *et al.* (2002), os números foram próximos, uma vez que os autores conseguiram, em média, 26 informações para cada estímulo warble em um grupo de 46 crianças. O que reforça a validade dos dados analisados no presente estudo.

Para os sons de Ling, foram obtidos, em média, 38 limiares para o GC e 34 para o GE. Na literatura atual, até o momento (abril de 2016), não existem trabalhos publicados que apresentem estes dados no VRA com fones de inserção para esta faixa etária. No trabalho de Scollie *et al.* (2014), os dados obtidos com os sons de Ling foram coletados em campo livre em uma faixa etária de 3 a 18 anos de idade.

Neste estudo, os limiares auditivos obtidos com os sons warble foram 18.20 (0.5kHz), 15.97 (1kHz), 17.86 (2kHz) e 16.72 (kHz) (Tabela 4). Estes valores se aproximam dos valores apresentados na literatura para as frequências de 0.5 e 1kHz, quando comparados com os valores apresentados por Parry *et al.* (2002): 16.4 e 13.3; com os valores apresentados por Nozza (1995) para frequência de 1kHz: 14.1; e por Nozza e Henson (1999) para a frequência de 0.5kHz: 17.2. Nas frequências de 2kHz e 4kHz, os dados internacionais são distintos, pois Nozza e Henson (1999) apresentam valor médio para 2kHz de 6.8dBNA e Parry *et al.* (2002) apresentam valores para 2kHz e 4kHz, respectivamente, de 7.1 e 6.4 dBNA.

Esta diferença entres os dados obtidos no presente estudo e nos dados da literatura, quanto às frequências de 2 e 4kHz, pode ser explicada provavelmente pela diferença do ambiente de teste, o qual, em estudos internacionais, é uma sala acusticamente tratada e maior do que a cabina acústica, ou pelo controle no nível de ruído externo, que pode se concentrar mais em frequências graves. Porém, na Tabela 4, foi obtida para 4kHz a intensidade mínima de 5dBNA, ou seja, algumas crianças conseguiram responder em 5dBNA, porém este número de crianças com limiares em 5dBNA para 4kHz não alterou a média ou o intervalo de confiança que foi de 14,97 – 18,46dBNA neste respectivo estudo.

A obtenção destes valores médios esperados para as quatro principais frequências de teste no VRA é um dos dados que comprovam que a obtenção de NMA entre 15 a 20 dBNA caracteriza audição dentro da normalidade. Portanto, 15 a 20 dBNA são valores que podem ser utilizados como um critério de avaliação no VRA, não sendo necessário realizar o método ascendente no VRA, com fins de diagnóstico audiológico (ASHA, 2005; WIDEN *et al.*, 2005).

Em relação aos sons de Ling para o GC, os valores médios obtidos para cada som variaram de 0 a 30 dBNA para os sons /u/, /í/ e /s/, e de 0 a 25 para os sons /m/, /a/ e /i/ (Tabela 4). No estudo de Scollie *et al.* (2014), o mesmo CD (The Six Ling Sounds®) foi aplicado em crianças de 3 a 18 anos, porém em campo livre, o que impede uma comparação fidedigna entre os dados. Durante esta pesquisa, foi realizado um contato com a respectiva pesquisadora e criadora do CD para discutir os dados da pesquisa, sendo que Scollie e sua equipe estão coletando dados de crianças com o VRA e com fones de inserção para futuras pesquisas.

Os dados obtidos com os sons e Ling foram comparados com os dados obtidos com os estímulos warble, tanto para o GC como para o GE (Tabela 6). Para esta análise, foram consideradas apenas as crianças que conseguiram realizar os dois VRAs em uma orelha de forma completa, ou seja, cada criança foi comparada com ela mesma. Como já era de se esperar, a média com os sons de Ling foi significativamente menor do que a média obtida com os sons warble (Gráfico 1 e 2), o que corrobora com a literatura, a qual aponta melhores níveis de audição para sons de fala do que para tons puros ou warble (NOZZA; WILSON, 1986; THARPE; ASHMEAD, 2001; SABO *et al.*, 2003).

Também foram analisados outros dados: tempo de realização do teste (Tabela 7 e 8), número de sessões realizadas (Tabelas 9 e 10), comparação entre

tempo, número de limiares obtidos, e número de sessões (Tabela 11) e comportamentos observados (Tabela 12).

Considerando que o VRA com os sons de Ling é realizado testando seis sons e o warble testa 4 sons, o tempo de teste foi analisado, e não foi encontrada diferença significativa entre a realização dos testes tanto no GC como para o GE (Tabelas 7 e 8). Nesta comparação, foram consideradas somente aquelas crianças que apresentaram, pelo menos, quatro limiares para Ling e quatro para warble, portanto, o tempo mínimo refere-se à avaliação de orelha completa e o tempo máximo refere-se aquelas crianças que foram avaliadas em ambas as orelhas completamente.

A ausência de significância entre os tempos de teste para obter seis limiares com o Ling e quatro com warble pode ser explicada pelo fato de que os sons de fala, por serem mais interessantes, facilitam o condicionamento e favorecem respostas mais rápidas da criança avaliada. No GC, observou-se que o tempo mínimo de teste para o Ling foi maior do que o tempo mínimo para o warble, porém, isso não ocorreu para o tempo máximo (Tabela 7). O tempo máximo para obter oito limiares com warble foi de 95 minutos, já para o Ling foi de 73 minutos. No GE, observou-se o contrário: o tempo mínimo para obter 4 limiares foi maior do que para obter 12 limiares com o Ling, e o tempo máximo seguiu o mesmo encontrado no GC (Tabela 8).

Estas diferenças entre os tempos de testes apresentam-se como uma variável que pode ter sofrido influência de experiências anteriores que cada criança avaliada possuía. Uma vez que consideramos que a maioria das crianças do GE já havia sido avaliada por meio do VRA, pelo menos, uma vez durante o processo de diagnóstico da deficiência no Centro em que foi realizado o estudo, portanto, é esperado um mínimo de aprendizagem do teste. Já as crianças do GC não haviam tido contato com o VRA até o momento da pesquisa, portanto, o VRA-L, com mais sons de teste, levou mais tempo que o VRA-W (Tabela 7).

No estudo de Widen *et al.* (2000), o tempo médio para obtenção de quatro NMA com os sons warble foi de 15 minutos. Neste estudo, o tempo médio foi de 21 minutos para o GC e de 34 minutos para o GE (Tabela 11), esta diferença pode ser explicada devido ao fato de que Widen *et al.* (2000) não pesquisaram limiar, mas sim, NMA.

O número médio de sessões para o GC foi menor do que para o GE, tanto quando comparamos o VRA-W ou o VRA-L. Este dado representa uma das impressões da avaliadora durante os atendimentos da pesquisa no que se refere ao menor tempo de atenção das crianças com deficiência auditiva e a uma maior dificuldade em condicionar efetivamente essas crianças do GE. Uma das razões pode estar relacionada com o grau da perda auditiva, uma vez que, ao iniciar o VRA, prioriza-se a utilização de intensidades supraliminares, capazes de liberar um nível de sensação perceptível para criança e o condicionamento seja realizado de forma efetiva. Porém, ao iniciar a pesquisa do limiar, as chances de um primeiro decréscimo na intensidade já alcançar níveis mínimos de sensação próximas ao limiar real da criança propiciam uma queda na efetividade do condicionamento, e trabalhar com intensidades próximas ao limiar pode levar mais tempo para a confirmação dos limiares reais da criança avaliada.

Além disso, a presença de perda auditiva prejudica o desenvolvimento da função de localização auditiva. Mesmo que, no VRA, a localização auditiva não seja avaliada em sua totalidade, esta habilidade influencia no sucesso do teste (PRIMUS, 1992), ou seja, crianças com perda auditiva podem não apresentar o reflexo de orientação espontâneo, o que implica no atraso do desenvolvimento da função de localização auditiva, e, conseqüentemente, atraso na aquisição e no desenvolvimento do esquema auditivo-visual.

Outra pergunta da pesquisa era analisar se os valores médios de tempo, número de informações auditivas e número de sessões para obter, pelo menos, três limiares em uma criança seriam distintos entre os grupos e entre os estímulos testados. Nessa análise, foram incluídas as crianças que apresentaram, pelo menos, três informações no VRA-W e, pelo menos, três informações no VRA-L, essa decisão foi tomada, pois considera-se que a obtenção de três informações (limiares) já possibilita uma interpretação mais fiel da audição da criança, considerando informações em frequências grave, média e aguda, além de ser possível realizar a média desses limiares obtidos (Tabela 11).

Na análise estatística, o resultado indicou que apenas quando comparamos os valores médios de tempo, número de limiares obtidos e número de sessões entre o GC e o GE no que diz respeito ao VRA-W foram estatisticamente significantes. Ou seja, no GE, em um tempo médio de 34 minutos, 7 limiares foram obtidos em três

sessões distintas, enquanto que, no GC, em um tempo médio inferior, de 21 minutos, cinco limiares foram obtidos em duas sessões (Tabela 11).

Já para o VRA-L, não encontramos diferenças entre as variáveis analisadas. Os tempos médios foram muito próximos, em 28 minutos, para o GC foi possível obter uma média de 10 limiares divididos em duas sessões, e, para o GE, em um tempo médio de 27 minutos, foi possível obter 11 limiares em duas sessões (Tabela 11). Esta análise explica como a experiência prévia no VRA pode ter gerado um comportamento de aprendizagem nas crianças do GE quando testadas com o warble, uma vez que estímulos warble são utilizados na rotina clínica e estas crianças, como dito anteriormente, já foram avaliadas, pelo menos, uma vez durante o processo de avaliação e intervenção no centro em que foi realizado o estudo.

Esperava-se que a aprendizagem gerada pela experiência prévia do VRA com estímulos warble pudesse ter refletido também na aquisição dos limiares do VRA-L e as variáveis também tivessem se apresentado com diferença estatística notável, ou seja, que, no GE, um maior número de limiares tivesse sido obtido, porém, isso não foi observado (Tabela 11). Há, neste ponto, uma questão relacionada com a quantidade de estímulos no VRA-L ser superior à quantidade de estímulos do VRA-W, respectivamente, seis e 4 estímulos avaliados, desta maneira, levaria mais tempo para obter os seis limiares do que para obter quatro limiares. Mas, ao mesmo tempo, observou-se maior tempo para obter, em média, 7 limiares com o warble, do que para obter em média 11 limiares com os sons de Ling no GE (Tabela 11), e, no GC, o dobro de limiares foi obtido com os sons de Ling e um tempo médio de 28 minutos (Tabela 10).

O que indica que, no GC e GE, foi gasto menor tempo com o VRA-L do que para o VRA-W e um maior número de limiares foi obtido com o Ling, um dos resultados esperados e que foram comprovados.

A pergunta inicial da pesquisa era analisar a possibilidade de utilizar os sons de Ling como estímulos no VRA para o diagnóstico da deficiência auditiva, para isto, os limiares com os sons de Ling seriam comparados com os limiares com warble. Esta pergunta foi formulada, uma vez que: a maioria dos estudos sobre detecção e percepção auditiva relata melhores respostas para sons de fala do que para tons puros ou modulados. Os sons de fala são mais significativos; sons de fala são decodificados de forma diferente pelo Sistema auditivo periférico e central; e o objetivo principal da intervenção e reabilitação auditiva é desenvolver a percepção

de fala, seja com AASI e/ou IC; além do amplo emprego dos sons de Ling na prática clínica audiológica.

Para que esta hipótese pudesse ser comprovada, mesmo sendo uma proposta um tanto quanto inovadora, foi necessário, primeiramente, determinar o padrão de normalidade em crianças sem deficiência auditiva. Determinar o padrão de normalidade em nível de intensidade Sonora (decibel), bem como explorar as diferenças entre os comportamentos observados quando crianças são estimuladas com tons puros modulados e com fala. A hipótese era de que, quando as crianças fossem avaliadas pelos sons de Ling, os comportamentos seriam diferentes no que se refere à rapidez da resposta e à rapidez do condicionamento, diminuindo o tempo teste, e uma ampla faixa de frequência seria avaliada, e isso foi encontrado na respectiva pesquisa (Tabela 11).

A questão tempo é um dos fatores mais importante para realizar o VRA, pois, se há um estímulo que elicia melhores respostas em menor tempo, o teste ocorre com menor número de estímulos e diminui os riscos de habituação da criança. Porém, a utilização dos sons de Ling no VRA resultou em limiares melhores para sons de fala do que para os sons warble, o que leva a diversas questões quanto à compatibilidade do grau da perda auditiva, bem como quanto à configuração da perda auditiva. Desta maneira, os dados obtidos nesta pesquisa caminham para serem analisados e aceitos como a base para o desenvolvimento de futuras pesquisas, considerando que são necessárias pesquisas que determinem os limiares com os sons de Ling em diferentes graus e configurações de perdas auditivas, como perdas auditivas de configuração descendente, ou em neuropatias auditivas.

Os últimos trabalhos com os sons de Ling foram realizados pelo grupo de estudos da Universidade de Ontario no Canadá, pela pesquisadora Susan Scollie e equipe. Em sua primeira pesquisa, ela apresenta os sons de Ling em um CD – “The Six Ling Sounds” (2012), como proposta para ser utilizado na avaliação do benefício dos dispositivos eletrônicos, portanto, o uso dos sons de Ling proposto seria em campo livre. Ainda não há dados com fones de inserção para os estímulos do Ling para que estes possam ser comparados com os apresentados.

Cone & Whitaker (2013) desenvolveram um estudo em que utilizaram estímulos de fala (/a/, /i/, /o/, /u/, /m/, /s/, and /j/) e tons puros (0.5, 1.0, 2.0, 4.0kHz), todos os estímulos possuíam duração de 50 ms, e os sons de fala foram alterados

em seu espectro, excluindo-se os primeiros milissegundos iniciais e finais de cada fonema. Estes estímulos foram utilizados para analisar os potenciais evocados de longa latência em crianças e adultos, e compararam com os limiares obtidos por meio de técnicas comportamentais, como o VRA. Neste estudo, os resultados mostraram que os limiares comportamentais para os sons de fala foram cerca de 10 a 13 dB maiores do que os obtidos para tom puro. Porém, este estudo, na verdade, não pode ser comparado com nenhum outro estudo, uma vez que os estímulos de fala foram modificados, não caracterizando um estímulo de fala natural. Diferente do estímulo utilizado neste estudo, The Six Ling Sounds® (SCOLLIE *et al.*, 2012).

Desta maneira, as comparações se tornam limitadas, e justificam novas pesquisas, com as quais sejam controlados o tempo de duração do estímulo de fala, e o tempo de duração do estímulo warble e tom puro. No presente estudo, o tempo de apresentação foi controlado, pois os estímulos de teste eram apresentados por 3 segundos, seguindo o método de realização do VRA com o warble, uma vez que, na prática clínica, os estímulos de teste são liberados por, no máximo, 3 segundos (BSA, 2014) e os sons de Ling (SCOLLIE *et al.* 2012) utilizados neste estudo apresentam-se como a fala normal, e não apresentam modificações espectrais, como os estímulos utilizados por Cone & Whitaker, 2013. Esta é a grande discussão acerca dos estudos que investigaram limiares de detecção de fala em crianças (NOZZA; WILSON, 1986; THARPE; ASHMEAD, 2001; SABO *et al.*, 2003): os estímulos de fala devem ser iguais entre os trabalhos, e considerar as características anatômicas e funcionais ligadas à imaturidade do sistema auditivo periférico e central de crianças (WERNER, 2007).

Além do estudo sobre a detecção dos sons de Ling, este trabalho também se concentrou em estudar as características de como realizar o VRA de maneira a seguir os princípios do condicionamento operante e obter respostas fiéis sobre a audição de crianças.

Um dos diferenciais do protocolo de Widen *et al.*, 2000, é o tipo e a intensidade do estímulo de teste inicial. O estímulo inicial de teste é o warble em uma das frequências de teste, e não outros estímulos, como fala ou o narrow band noise, pois iniciar o teste com o estímulo que queremos obter informações torna o teste mais rápido (WIDEN *et al.*, 2000), a fala é utilizada para obter o limiar de detecção verbal ou como estímulo de recondicionamento. A intensidade inicial é de 35dBNA, se caso a criança não apresente resposta essa intensidade, é elevada

para 55dBNA e apresentada somente o estímulo auditivo, se a criança não apresenta resposta, o condicionamento se inicia com estímulos pareados. Portanto, este protocolo prevê, primeiramente, a eliciação da resposta (reflexo de orientação espontâneo ao som) por si só para, depois, iniciar o teste. Quando crianças apresentam o reflexo de orientação na intensidade de 35 dBNA ou 55dBNA, o reforço é acionado, e a pesquisa do limiar se inicia, diminuindo o tempo de teste, pois, nestes casos, o condicionamento com estímulos pareados não se faz necessário.

Iniciar o VRA com uma intensidade de 35 dBNA também diminui o número de estímulos sonoros apresentados à criança, e que está diretamente relacionado com o processo de habituação dessa (THOMPSON; THOMPSON; McCALL, 1992). Uma avaliação em que um grande número de estímulos é liberado favorece a habituação, uma vez que a habituação é o processo de aprendizagem neural ou comportamental. Neural no que diz respeito à fisiologia do nervo auditivo, o qual começa a diminuir suas respostas quando estimulado diversas vezes por um mesmo estímulo, e comportamental, quando se está falando em um processo que está sob controle de um estímulo, de uma resposta e de um reforço.

Porém, o sucesso no VRA se relaciona especialmente com o condicionamento estabelecido de forma confiável, e uma das influências é o nível de sensação oferecido para criança com deficiência auditiva para desencadear a resposta e iniciar a reforçar o comportamento de orientação ao som acionando o estímulo visual. Quando não há sensação auditiva suficiente nos primeiros sinais de teste, o condicionamento pode não ser estabelecido de forma confiável. Este é um dos pontos que os avaliadores devem se atentar quando é utilizado um protocolo com 35dBNA, especialmente quando é considerada a história da criança e das avaliações prévias em que há suspeita de perda auditiva significativa.

Thopsom & Folsom (1984) analisaram dois protocolos de teste, um com estímulo inicial de 30dB e outro com estímulo de 60dB, e não encontraram diferenças significativas quanto ao número de NMA obtidos, número de estímulos apresentados para estabelecer os NMA, ou a porcentagem de respostas falso-positivas observadas nos estímulos controle durante o teste. Os autores sugeriram que não importa o método utilizado para avaliar crianças com fatores de risco e com histórias que não indicam possível presença de perda auditiva. Baseado nesses resultados, foi possível argumentar a favor da utilização do método com estímulo

inicial de 30dB, uma vez que é utilizado menor número de estímulos de condicionamento. Porém, os autores não utilizaram os estímulos warble para iniciar a avaliação, foi utilizado um estímulo complexo (500-2000Hz) como estímulo inicial de teste para eliciar respostas espontâneas ou realizar o condicionamento. Desta maneira, os autores descrevem que o sucesso do método de 30dB pode estar relacionado com o tipo de estímulo inicial utilizado, de um total de 30 crianças, 27 apresentaram resposta espontânea e não necessitaram de estímulos pareados.

No presente estudo, o estímulo inicial de teste foi a frequência de 1000Hz a 35 dBNA, e de 33 crianças avaliadas no GC, 12 apresentaram RO espontâneo e seguiram para o protocolo de teste, e 7 apresentaram a 55 dBNA. Portanto, em mais da metade das crianças avaliadas, foi possível observar reação espontânea sem necessitar de estímulos de condicionamento.

Interessante, como um procedimento comportamental de avaliação audiológica infantil, o VRA pode resultar na obtenção de valores numéricos sobre o que esperar de nível de detecção para crianças nos diferentes tipos de estímulos sonoros, mas, também, é um procedimento que pode oferecer informações sobre o nível de desenvolvimento atencional e de funções básicas, denominadas como funções prévias para qualquer forma de aprendizagem, o RO e a habituação (MARK & HARDY, 1958; SOKOLOV, 1990).

Sokolov, 1990, descreve que “a resposta de orientação ao som é um ato comportamental específico e indica a extração de informação de um ambiente”. Os movimentos de olhos e virada de cabeça representam apenas a ponta do *iceberg* de outras respostas que estão ocorrendo internamente, as quais incluem modificações vasculares, mudanças eletroencefalográficas, e potenciais relacionados a eventos, como o *mismatch negativity*. Alguns estudos apresentaram que neurônios do hipocampo são responsáveis por características específicas do RO, como a resposta a estímulos novos. Apresentações repetidas de estímulos resultam em uma habituação seletiva de neurônios do hipocampo e, conseqüentemente, do RO. O processamento de um determinado estímulo pelos neurônios do hipocampo coincidem com as características do estímulo, como se os neurônios memorizassem cada estímulo em uma rota específica, e, a cada nova entrada de um estímulo distinto, os neurônios analisassem suas características (duração, intensidade e frequência) para que uma determinada resposta seja elaborada ou extinguida, o que foi chamado por Sokolov como o “modelo neuronal do estímulo”.

Este “modelo neuronal do estímulo” prevê o desencadeamento do RO quando há incompatibilidade entre o estímulo de entrada e o modelo neuronal já elaborado, e é ativado pela instrução verbal, pelo reforçamento durante a fase inicial de elaboração do reflexo condicionado, e pela diferenciação do estímulo de teste e o estímulo controle (ausência de sinal) (SOKOLOV, 1990).

A aplicação prática do RO pode ser um marcador funcional para avaliar a funcionalidade e desenvolvimento das capacidades de detecção de novos estímulos no ambiente, ou seja, a presença do RO representa a atenção e a capacidade de analisar diferenças sonoras no ambiente, a discriminação e percepção auditiva, considerando que esta funcionalidade pode ser comprovada com estudos que utilizem técnicas comportamentais, como o condicionamento operante, e técnicas eletrofisiológicas, como a pesquisa do *mismatch negativity*. Crianças que não apresentam o RO não apresentam registro no *mismatch negativity*? A longo prazo, após intervenção específica, o RO e o registro no *mismatch negativity* podem ser marcadores do desenvolvimento e da maturação do sistema auditivo?

Além do RO, a habituação neuronal reflete na extinção do RO, o qual volta a ocorrer quando há diferença entre o sinal de entrada e o sinal que está memorizado como um modelo neuronal do estímulo. A habituação está relacionada com a quantidade de estímulos que é liberado para criança, há o fator idade que acelera o processo de habituação, fazendo com que a criança classifique como comum a associação auditivo (som) e visual (reforço), e as respostas diminuam até se extinguirem, o que pode ser chamado, também, como uma forma básica de aprendizagem (SOKOLOV, 1990; RANKIN *et al.*, 2005).

A habituação reflete uma mudança das respostas no VRA, ou seja, a criança pode ter sido condicionada e alguns limiares foram obtidos, mas, após um certo tempo de teste, estas respostas se modificam, como, por exemplo, a criança não apresenta mais a virada de cabeça, mas, sim, uma reação de atenção ao som apenas. Estes outros comportamentos foram registrados neste estudo, com o intuito de prover dados e argumentos para o uso de apenas uma resposta capaz de determinar os verdadeiros limiares auditivos ou NMA.

A observação de atos motores, como comportamentos que se relacionam a eventos externos, nos indica se determinado estímulo foi capaz de primeiro gerar uma atividade neural de detecção seguida da resposta de ação. A estrutura responsável por integrar percepções auditivas ou visuais com ações é o colículo

inferior, o qual é considerado um centro de modulação e processamento de informações auditivas que interferem no comportamento de um indivíduo, ou seja, nos atos motores.

Poderíamos, então, por meio de pesquisas comportamentais de crianças, buscar informações sobre o funcionamento e desenvolvimento dessa estrutura? Considerou-se essa pergunta, uma vez que o colículo inferior é a última estação de processamento do sinal auditivo antes de chegar às áreas corticais da audição.

Nos três primeiros meses de gestação, há uma intensa mielinização das vias auditivas, do nervo coclear até as conexões com o colículo inferior e corpo geniculado medial. Neste período gestacional, já é possível observar as primeiras respostas comportamentais para sons, como movimentos corporais e alteração nos batimentos cardíacos do feto. Estas reações foram observadas utilizando-se técnicas de magneto-encefalografia. E foi possível observar, desde o terceiro trimestre de gestação, o reflexo de orientação, ou seja, o movimento de cabeça para o lado em que ocorre o som como resultado da ativação de circuitos subcorticais: o colículo inferior. Nesta mesma idade, também é possível observar a habituação auditiva, como o decréscimo das respostas após sucessivas apresentações de um mesmo estímulo (GUZZETA, 2012). A habituação é considerada um índice para denominar a rapidez no processamento do sinal (RANKIN *et al.*, 2009).

Medidas para avaliar as habilidades perceptuais e cognitivas, como a habituação, e a memória de reconhecimento, também são utilizadas para prever o desenvolvimento de linguagem e cognitivo (MARK & HARDY, 1958). Entretanto, muitos estudos sobre habituação e memória de reconhecimento investigaram estímulos visuais para prever o desenvolvimento cognitivo de crianças. E, pelo menos, um estudo apresentou dados sobre respostas comportamentais para estímulos novos em crianças com 4 meses, que podem prever pontuações na escala de StanfordBinet quando com cinco anos (O'CONNOR; COHEN & PARMELEE, 1984).

Uma recente meta-análise sobre a habituação e a memória de reconhecimento como preditores do QI concluíram que, independente da resposta mensurada, tanto para crianças com risco ou sem risco, a habituação e a memória de reconhecimento são medidas significativas para prever o QI na infância (McCALL & CARRIGER, 1993). Os mecanismos subjacentes responsáveis por esta correlação continuam sendo estudados (COLUMBO, 1993; ROSE; FELDMAN &

WALLACE, 1992). Por exemplo, diferenças individuais na habilidade de abstrair características comuns ou inibir a atenção, diferenças na memória de curto prazo, habilidades para detectar e procurar estímulos novos, assim como a velocidade ou a taxa de processamento do sinal, todos oferecem mecanismos em que a cognição pode ser avaliada (MCCALL, 1994; ROSE, FELDMAN, WALLACE, 1992).

De maneira geral, estes achados sugerem que o processo ligado às habilidades cognitivas e perceptuais (como a habituação e a memória de reconhecimento) também são importantes para aquisição da linguagem e desenvolvimento cognitivo.

O objetivo deste estudo não foi estudar o processo de habituação, mesmo por que diversas variáveis precisam ser controladas, como característica do estímulo, tempo e taxa de apresentação, mas já foi possível observar que há diferenças entre crianças quanto à capacidade de apresentar ou não o RO espontâneo, as quais podem estar relacionadas com as variáveis citadas acima, ou com o nível de desenvolvimento intersensorial e perceptivo, e, possivelmente, nível de estimulação recebido.

Nas crianças que possuem deficiência auditiva, esse comportamento, o RO espontâneo e a habituação poderiam ser estudados como um marcador para o desenvolvimento auditivo e comparado com testes eletrofisiológicos que avaliem o processamento do sinal, especialmente no colículo inferior, uma vez que esta é a estrutura responsável pelo RO e pela habituação, ou seja, seriam informações sobre o processamento do sinal auditivo em estações subcorticais que poderiam estar relacionadas com os achados em potenciais de longa latência (CONE & WHITAKER, 2013).

Estas análises poderiam explicar as diferenças nos comportamentos observados durante o VRA, uma vez que existem crianças que apresentam o RO espontâneo ou outros comportamentos e são facilmente condicionadas, como outras que não apresentam o RO e levam mais tempo no condicionamento (Tabela 12).

No estudo realizado, foram analisados os comportamentos que estão relacionados com a liberação do primeiro estímulo de teste, e observou-se que, de 33, 14 crianças apresentaram outros comportamentos que não foram o RO espontâneo, quase metade da amostra total de participantes da pesquisa. Essas crianças que apresentaram, pelo menos, um comportamento após a liberação do estímulo continuaram sendo testadas seguindo o protocolo de teste. E essa é a

parte mais crítica dos protocolos de realização do VRA. Estes outros comportamentos devem ser reforçados ou não?

Deve-se analisar com cuidado estes outros comportamentos, pois entender o VRA é entender, primeiramente, que diversas reações são esperadas quando na liberação do som, mas apenas uma é a indicada para ser condicionada e, portanto, iniciar a pesquisa dos limiares auditivos ou dos níveis mínimos de audição. Apenas um comportamento deve indicar que o som foi detectado pela criança.

Durante a realização desta pesquisa, seguiu-se o protocolo fielmente, portanto, se a criança apresentasse reação de atenção para um estímulo de 35dBNA, o reforço visual não era ativado, aumentava-se a intensidade para 55dBNA e só após a liberação de dois estímulos auditivos em que a criança não apresentasse virada de cabeça que o condicionamento se iniciava. Porém, ao realizar esse protocolo, algumas crianças, com menor tempo de atenção, se distraíam durante o aumento da intensidade para eliciação do RO espontâneo, e o condicionamento levava mais tempo. A pergunta que cabe a este protocolo é: “Não seria indicado reforçar o comportamento de atenção ao som desde o primeiro estímulo liberado?”.

Se outros comportamentos são reforçados antes do RO espontâneo ser estabelecido, as chances da criança perder a atenção facilmente, enquanto a intensidade é aumentada, são menores, porém, o condicionamento do RO pode não ocorrer, mas sim o condicionamento do comportamento de atenção ao som poderá ser condicionado. Se o comportamento de atenção ao som é condicionado durante a realização do VRA, este comportamento não nos indicará o limiar auditivo, nos indicará o limiar comportamental, ou seja, a intensidade mínima determinada por meio do condicionamento do comportamento de audição não necessariamente refletirá a real capacidade de detecção da criança avaliada.

Neste protocolo, o objetivo é obter o RO espontâneo, em duas possíveis intensidades: 35 dBNA ou 55 dBNA; para só após duas ausências de resposta o condicionamento com estímulos pareados se iniciar. No período de condicionamento, o estímulo auditivo e visual são liberados juntos, duas vezes consecutivas e a atenção da criança é direcionada para que ela perceba que o reforço visual está sendo ativado. O terceiro estímulo do condicionamento não é pareado com o reforço visual, e espera-se observar a reação da criança para o

estímulo sonoro, caso a criança não apresentar resposta espontânea, significa que outros estímulos pareados devem ser utilizados para o condicionamento efetivo.

Durante todo o processo de condicionamento, a criança pode apresentar outros comportamentos após a liberação do som, como a reação de atenção, e estes devem ser reforçados, ou seja, o reforço visual deve ser ativado, porém, a pesquisa do limiar/NMA não deve ser iniciada. Essa é a principal parte do VRA que compromete que o teste seja realizado com sucesso. Uma vez que o condicionamento é o momento do teste em que se ensina à criança que, ao ouvir o som, ela precisa virar a cabeça para o lado para que receba o reforço visual. O início da pesquisa do limiar/NMA só ocorre após a criança estar sob controle do condicionamento operante.

Desta maneira, todos os passos do método de realização do VRA possuem um objetivo específico, e devem ser realizados sistematicamente para que a avaliação comportamental da audição por meio do VRA seja replicável, e a validade do teste possa ser obtida. Assim como avaliações eletrofisiológicas possuem protocolos devidamente definidos, o que confere a sensibilidade necessária para determinação de alterações no Sistema auditivo, o protocolo de realização do VRA, uma avaliação comportamental, também requer um protocolo com o passo a passo definido e sistematicamente seguido para que os valores obtidos sejam fidedignos.

Há crianças que podem se desviar e não serem capazes de realizar o VRA, ou seja, não apresentam capacidades ou nível de desenvolvimento mínimo para serem condicionadas, por diversos motivos: tempo de atenção, maturação do Sistema auditivo-visual, maturação e integração dos sistemas auditivo e visual. Porém, as crianças que são classificadas como difíceis de serem condicionadas podem ser avaliadas para a obtenção do limiar comportamental, ou seja, outros comportamentos podem ser observados e não necessariamente estas crianças estarão sob o controle do condicionamento operante.

Esta diferença entre limiar comportamental, nível mínimo de audição e limiar auditivo faz uma grande diferença quando interpretamos o audiograma da criança, e como passaremos essas informações para os pais, e como estas informações serão analisadas em conjunto com os resultados dos outros exames (NORRIX, 2015).

De modo geral, este estudo refletiu sobre o protocolo de VRA sobre os possíveis estímulos mais atrativos que podem ser utilizados para avaliação audiológica infantil, porém, outros estudos devem ser realizados para a

comprovação da eficácia de utilizar sons de fala como estímulos para determinar os limiares auditivos ou os NMA.

7 CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

- O protocolo utilizado nesta pesquisa mostrou-se eficaz para obter de forma fidedigna os níveis mínimos de audição de todas as crianças avaliadas.
- Os NMA dos sons de Ling foram obtidos em intensidades menores quando comparados com os NMA obtidos com *warble*.
- Um maior número de NMA foram obtidos com os sons de Ling, o que vai de encontro com o exposto na literatura: sons de fala são mais significativos e possuem um amplo espectro de frequências, o que favorece a observação de respostas no VRA.
- O VRA-Ling pode ser utilizado na avaliação audiológica infantil de forma a complementar o VRA com estímulos de frequência específica (*warble* ou tom puro).
- Outros estudos são necessários a fim de correlacionar os achados do VRA-Ling de acordo com diferentes configurações audiométricas.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

1. ASHA. Guidelines for the Audiologic Assessment of Children From Birth to 5 Years of Age, 2004. [acesso 20 março 2015]. Disponível em: <http://www.asha.org/policy/GL2004-00002.html>.
2. Baldwin, M. Choice of probe tone and classification of trace patterns in tympanometry undertaken in early infancy. London. Int J Audiol, 2006; 45(7): 417-27.
3. Baldwin SM, Gajewski BJ, Widen JE. An evaluation of the cross-check principles using visual reinforcement audiometry, otoacoustic emissions, and tympanometry. J Am Acad Audiol. 2010;21(3):187-96.
4. Bamford J, McSporran E. Visual Reinforcement Audiometry. In: McCornick B. Paediatric Audiology 0 – 5 years. 2nd ed. London: Whurr Publishers, 1993. p. 124-54.
5. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Diretrizes de Atenção da Triagem Auditiva Neonatal / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas e Departamento de Atenção Especializada. Brasília: Ministério da Saúde, 2012.
6. Byers-Heinlein K, Burns TC, Werker JF. The roots of bilingualism in newborns. Psychol Sci. 2010;21(3):343-8.
7. CFFa. Conselho Federal de Fonoaudiologia. Orientações dos Conselhos de Fonoaudiologia para o ambiente acústico em cabina/sala de teste. Março, 2010.
8. Clemis JD, Ballard WJ, Killion MC. Clinical use of an insert earphone. Ann Otol Rhinol Laryngol. 1986;95(5 Pt 1):520-4
9. Cone B, Whitaker R. Dynamics of infant cortical auditory evoked potentials (CAEPs) for tone and speech tokens. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2013;77(7):1162-73.
10. Cowan S. An outdoor learning experience. Am Ann Deaf. 1978;123(8):954-9.
11. Culpepper B, Thompson G. Effects of reinforcer duration on the response behavior of preterm 2-year-olds in visual reinforcement audiometry. Ear Hear. 1994;15(2):161-7.

12. Day J. et al. Evidence on the efficacy of insert earphone and sound field VRA with young infants. *Br J Audiol.* 2000;34(6):329-34.
13. Day et al. Visual reinforcement audiometry testing of infants: A recommended test protocol – version 2.0, 2008. NHS group. [acesso 10 março 2015]. Disponível em: hearing.screening.nhs.uk/getdata.php?id=10763.
14. DeCasper, A.J.; Fifer, W.P. Of human bonding: newborns prefer their mothers' voices. *Science.* 1980;6; 208(4448):1174-6.
15. Delaroche M, Thiebaut R, Dauman R. Behavioral audiometry: protocols for measuring hearing thresholds in babies aged 4-18 months. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2004;68(10):1233-43.
16. Frankeburg WK. et al. Denver II Training Manual. Denver: Denver Developmental Materials, 1992.
17. Gravel JS, Traquina DN. Experience with the audiologic assessment of infants and toddlers. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 1992;23(1):59-71.
18. Guzzeta F, Conti G, Mercuri E. Auditory processing in infancy: do early abnormalities predict disorders of language and cognitive development? *Dev Med Child Neurol.* 2011;53(12):1085-90
19. Hirsch IJ. Conditioning in Audiometry. In: _____. *The Measurement of the hearing.* New York: McGraw-Hill; 1952. p. 255-75.
20. House AS, Stevens KN, Sandel TT, Arnold JB. On the learning of speechlike vocabularies. *J Verb Learn Verb Behav.* 1962;1(2):133-43.
21. Hoversten G, Moncur J. Stimuli and intensity factors in testing infants. *J Sp Hear Res.* 1969;12:687-702.
22. ISA. International Society of Audiology – International Standards of Audiology. USA. Disponível em: <http://www.isa-audiology.org/standards.asp>. Acesso em: 12 dez. 2012.
23. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol.* 1970;92(4):311-24
24. Jerger J, Burney P, Mauldin L, Crump B. Predicting hearing loss from the acoustic reflex. *J. Speech Hear. Disord.* 1974;39:11-22.
25. Jerger JF, Hayes D. The cross-check principle in pediatric audiometry. *Arch Otolaryngol.* 1976;102(10):614-20.
26. Karzon RK, Banerjee P. Animated toys versus vídeo reinforcement in 16-24 month-old children in a clinical setting. *Am J Audiol.* 2010;19(2):91-9.

-
27. Lemos et al. Avaliação do nível mínimo de audição em lactentes de seis a 24 meses por meio do reforço visual. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2007;12(2):86-91.
 28. Lidén G, Kankkunen A. Visual Reinforcement Audiometry. *Acta Otolaryngologica.* 1969;67(2):281-92.
 29. Ling D. *Speech and the Hearing-Impaired Child: Theory and Practice.* Alexander Graham Bell Association for the Deaf: Washington; 1976.
 30. Madell JR. Behavioural evaluation of hearing in infants and young children. New York: Thieme; 1998.
 31. Madell JR. Using visual reinforcement audiometry to evaluate hearing in infants from 5 to 36 months. Madell JR, Flexer C. *Pediatric Audiology: Diagnosis, Technology, and Management.* New York: Thieme; 2008. p. 65-75.
 32. Magnusson L, Börjesson E, Axelsson AC. Visual reinforcement audiometry. Comparison of loudspeaker arrangements. *Scand Audiol.* 1997;26(4):247-51.
 33. Mark HJ, Hardy WG. Orienting reflex disturbances in central auditory or language handicapped children. *J Speech Hear Disord.* 1958;23(3):237-42.
 34. May L. et al. Language and the newborn brain: does prenatal language experience shape the neonate neural response to speech? *Front Psychol.* 2011;2(222):1-9.
 35. McCall RB, Carriger MS. A meta-analysis of infant habituation and recognition memory performance as predictors of later IQ. *Child Dev.* 1993 Feb;64(1):57-79.
 36. McCall, R. B. (1994). What process mediates predictions of childhood IQ from infant habituation and recognition memory? Speculations on the roles of inhibition and rate of information processing. *Intelligence*, 18, 107-125.
 37. Moore BCJ. Speech Perception. In: _____. *An Introduction of the Psychology of the Hearing.* 5th ed. Amsterdam: Academic Press; 2006. p 299-331.
 38. Moore J.M., Thompson G., Thompson M. Auditory localization of infants as a function of reinforcement conditions. *J Speech Hear Disord.* 1975;40:29-34.
 39. Moore JM., Wilson WR., Thompson G. Visual reinforcement of head-turn responses in infants under twelve months of age. *J Speech Hear Disorders.* 1977;42: 328-34.7
 40. Moore JM, Thompson G, Folsom RC. Auditory responsiveness of premature infants utilizing visual reinforcement audiometry (VRA). *Ear Hear.* 1992;13(3): 187-94.
-

41. Muir DW, Clifton RK, Clarkson MG. The development of a human auditory localization response: a U-shaped function. *Can J Psychol.* 1989 Jun;43(2):199-216.
42. Muir D, Field J. Newborn infants orient to sounds. *Child Dev.* 1979;50(2):431-6.
43. Northen JL, Downs MP. *Audição na Infância.* 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.
44. Northen JL, Downs MP. *Hearing in Children.* 3. ed. Williams & Wilkins, Baltimore; 1984. p. 89.
45. Nozza RJ, Wilson WR. Masked and unmasked pure-tone thresholds of infants and adults: development of auditory frequency selectivity and sensitivity. *J Speech Hear Res.* 1984;27:613-22.
46. Nozza RJ. Estimating the contribution of non-sensory factors to infant-adult differences in behavioral thresholds. *Hear Res.* 1995;91(1-2):72-8.
47. O'Connor, M. J., Cohen, S. & Parmelee, A. H. Infant auditory discrimination in preterm and full-term infants as a predictor of 5-year intelligence. *Developmental Psychology*, 1984;20 (1), 159-165.
48. Parry G. et al. Minimal response levels for visual reinforcement audiometry in infants. *Int J Audiol.* 2003;42(7): 413-7.
49. Peña M, Werker JF, Dehaene-Lambertz G. Earlier speech exposure does not accelerate speech acquisition. *J Neurosci.* 2012;32(33): 11159-63.
50. Piaget J. *A construção do real na criança.* 3. ed. São Paulo: Ática; 1996.
51. Primus MA. Infant thresholds with enhanced attention to the signal in visual reinforcement audiometry. *J Speech Hear Res.* 1988;31(3):480-4.
52. Primus MA. The role of localization in visual reinforcement audiometry. *J Speech Hear Res.* 1992;35(5):1137-41.
53. Rankin CH. et al. Habituation revisited: an updated and revised description of the behavioral characteristics of habituation. *Neurobiol Learn Mem.* 2009;92(2):135-8.
54. Rose, S. A., Feldman, J. & Wallace, I. (1992). Infant information processing in relation to six-year cognitive outcomes. *Child Development*, 63, 1126-1141

-
55. Sabo DL et al. Hearing levels in infants and young children in relation to testing technique, age group, and the presence or absence of middle-ear effusion. *Ear Hear.* 2003;24: 38-47.
56. Santos TMM. Diagnóstico Audiológico em Crianças. In: Bevilacqua MC et al. *Tratado de Audiologia.* São Paulo: Santos; 2011. p. 535.
57. Schmida MJ, Peterson HJ, Tharpe AM. Visual reinforcement audiometry using digital videodisc and conventional reinforcers. *Am J Audiol.* 2003;12(1):35-40.
58. Scollie S. et al. Stimuli and normative data for detection of Ling-6 sounds in Hearing Level. *Am J Audiol.* 2012;21(2):232-41.
59. Shaw P, Nikolopoulos T. The effect of initial stimulus type for visual reinforcement audiometry. *Int J Audiol.* 2004;3(4):193-7.
60. Skinner BF. *Sobre o Behaviorismo.* São Paulo: Cultrix, 1982.
61. Sokolov EN. Higher nervous functions: the orienting reflex. *Annu Rev Physiol.* 1963;25:545-80.
62. Suzuki T, Ogiba Y. Conditioned orientation reflex audiometry. *Arch Otolaryngol.* 1961;74:192-8.
63. Talbott CB. A longitudinal study comparing responses of hearing-impaired infants to pure tones using visual reinforcement and play audiometry. *Ear Hear.* 1987;8(3):175-9.
64. Thompson G, Thompson M, McCall A. Strategies for increasing response behavior of 1- and 2-year-old children during visual reinforcement audiometry (VRA). *Ear & Hearing.* 1992;13(4):236-40.
65. Thompson G, Folsom RC. Reinforced and Nonreinforced head-turn responses of infants as a function of stimulus bandwidth. *Ear Hear.* 1985;6(3):125-9.
66. Versolatto-Cavanaugh MC et al. Audiometria com Reforço Visual em crianças de cinco a nove meses de idade: repercussões do desenvolvimento sensorio motor e características individuais. *Distúrb Comum.* São Paulo. 2009;21(2): 207-17.
67. Vieira EP, Azevedo MF. Audiometria com Reforço Visual com diferentes estímulos sonoros em crianças. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica.* Barueri (SP). 2007;19(2):185-94.
68. Walker G, Dillon H, Byrne D. Sound field audiometry: recommended stimuli and procedures. *Ear Hear.* 1984;5(1):13-21.
69. Weikum WM et al. Prenatal exposure to antidepressants and depressed maternal mood alter traj
-

- ectory of infant speech perception. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2012;109(S2):17221-7.
70. Widen JE, Keener SK. Diagnostic testing for hearing loss in infants and Young children. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev*. 2003;9(4):220-4.
71. Widen et al. Identification of neonatal hearing impairment: hearing status at 8 to 12 months corrected age using a visual reinforcement audiometry protocol. *Ear Hear*. 2000;21(5):471-87.
72. Widen et al. A Multisite Study to Examine the Efficacy of the Otoacoustic Emission/Automated Auditory Brainstem Response Newborn Hearing Screening Protocol: Results of Visual Reinforcement Audiometry. *Am J Audiol*. 2005;14(2):S200-16.
73. Widen JE, O'Grady GM. Using visual reinforcement audiometry in the assessment of hearing in infants. *Hear J*. 2002;55: 28-36.
74. Wilson WR, Thompson G. Behavioural Audiometry. In: Jerger J. *Pediatric Audiology*. San Diego, CA: College-Hill Press; 1984.

GLOSSÁRIO

Condicionamento: processo em que se pode dizer que um determinado comportamento está sob controle do esquema estímulo-resposta-reforço. Quando a criança aprende, dentro de um ambiente e estímulos controlados, que um determinado estímulo, deve ser o causador de um determinado comportamento, e este comportamento, desencadeará outro acontecimento, este outro acontecimento é chamado de reforço do comportamento. No caso do VRA, o reforço é visual, responsável por aumentar e manter o comportamento de resposta

Habituação: processo fisiológico neural, quando há decréscimo das respostas devido a repetição contínua de determinado estímulo no sistema auditivo. No VRA, observa-se a habituação pela diminuição das respostas da criança. Se a criança está sendo testada na frequência de 1000Hz e perde o interesse, a frequência deve ser modificada, se a criança voltar a apresentar resposta espontânea, significa que ela estava em processo de habituação. Se a criança não responder mesmo com a modificação do estímulo, significa cansaço e uma pausa no teste é indicada.

Desabituação: processo de retomada da resposta após modificação do estímulo sonoro de teste.

Estímulo controle: intervalos de silêncio entre os estímulos de teste, os intervalos de silêncio devem ter tempo distintos entre si, são os responsáveis por determinar se as respostas da criança não são aleatórias e se realmente está condicionada. Não há como checar o condicionamento sem estímulos controle.

Estímulo de recondicionamento: são estímulos apresentados quando a criança se apresenta distraída após o teste ter se iniciado. O primeiro estímulo de recondicionamento deve ser 20dBNA superior a última intensidade testada e em uma frequência diferente, ou pode ser estímulo de fala; caso não ocorra resposta, o próximo estímulo de recondicionamento é pareado com o estímulo visual.

Estímulo de teste: estímulo sonoro que será obtido o NMA

Nível mínimo de audição: menor intensidade sonora que a criança responde consistentemente ao estímulo sonoro.

Limiar auditivo: menor intensidade em que o indivíduo responde 50% das vezes para estímulos pesquisados de modo ascendente.

Reflexo de orientação: comportamento reflexo, virada de cabeça para o lado após a apresentação de um estímulo sonoro.

Resposta falso-negativo: quando o avaliador não observa mais as respostas, mesmo quando o estímulo sonoro está sendo apresentado em altas intensidades. Isso pode ocorrer quando a criança já está habituada com o estímulo sonoro ou reforço visual.

Resposta falso-positivo: quando o avaliador observa a resposta sem ter sido desencadeada diretamente pelo estímulo auditivo. Isso pode ocorrer quando a criança o condicionamento não ocorreu efetivamente.

Teste: momento em que ocorre a diminuição da intensidade sonora para iniciar a pesquisa do nível mínimo de audição.

ANEXO A – Parecer de Aprovação do Projeto no Comitê de Ética em Pesquisa do HRAC-USP.

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação Audiológica Infantil: a utilização da Audiometria de Reforço Visual com estímulos de fala

Pesquisador: Maria Jaqueline Dias dos Santos

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 12566413.5.0000.5441

Instituição Proponente: Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da USP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 417.574

Data da Relatoria: 24/09/2013

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo transversal realizado no Centro de Pesquisas Audiológicas do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo, onde serão avaliadas 70 crianças de 6 e 18 meses, as quais serão divididas em dois grupos, sendo o grupo 1 composto por crianças com deficiência auditiva e o grupo 2 por crianças normoouvintes. Tais participantes serão submetidos a audiometria de reforço visual (ARV) em um primeiro momento com estímulo tipo Warble e após com estímulo de fala (fonemas).

Objetivo da Pesquisa:

Investigar a Audiometria de Reforço Visual em crianças com deficiência auditiva, utilizando dois estímulos de teste distintos, o estímulo warble; e estímulos de fala, os Sons de Ling. Também faz parte desta investigação o estabelecimento das respostas comportamentais e tempo de duração do teste.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A autora descreveu os riscos e os benefícios do projeto de pesquisa conforme solicitado, portanto não há mais problemas éticos neste documento.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é muito interessante para a área da audiológica clínica no que tange a contribuição para

Endereço: SILVIO MARCHIONE 3-20
 Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITÁRIA CEP: 17.012-900
 UF: SP Município: BAURU
 Telefone: (14)3235-8421 Fax: (14)3234-7818 E-mail: usp_projeto@centrinho.usp.br

Continuação do Parecer: 417.574

o diagnóstico audiológico de crianças justificando, portanto sua realização.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

No documento "Análise para suspender ou encerrar a pesquisa" consta que a população alvo irá participar de entrevistas individuais, mas estas não estão descritas como metodologia do estudo.

Recomendações:

A recomendação para adequar o projeto de pesquisa refere-se a exclusão da palavra "entrevistas individuais" no documento de Análise para suspender ou encerrar a pesquisa.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Nada a declarar.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

BAURU, 07 de Outubro de 2013

Assinador por:
Marcia Ribeiro Gomide
(Coordenador)

Endereço: SILVIO MARCHIONE 3-20
Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITÁRIA CEP: 17.012-900
UF: SP Município: BAURU
Telefone: (14)3235-8421 Fax: (14)3234-7818 E-mail: usp_projeto@centrinho.usp.br

ANEXO B – Carta Convite de Divulgação da Pesquisa nas Creches e Berçários.

Você sabe se sua criança escuta bem?

Para que a criança fale e se comunique, primeiro é necessário que ela consiga escutar!

Alterações da audição em crianças pequenas podem ser difíceis de serem percebidas pelos pais. E podem afetar o desenvolvimento de fala e linguagem. Se você possui filhos com idade entre 5 e 24 meses, venha participar como voluntário da pesquisa **“Audição de crianças menores de dois anos de idade”**.

A avaliação é bem simples:

Serão apresentados sons por meio de um audiômetro que mede o quanto a criança escuta. E a resposta da criança será observada por uma Fonoaudióloga. Esta avaliação chama-se Audiometria de Reforço Visual – ARV.

O exame é gratuito.

Ligue para 14 98125.2562 | 14 3268.1730 ou escreva um e-mail para mariajaqueline@gmail.com.
Agende a melhor data para realizar o exame e tire suas dúvidas.

Sua participação neste estudo ajudará outras crianças que possuem problemas de audição

Caso seja detectado alguma alteração no exame, os pais receberão todas as orientações necessárias.

Centro de Pesquisas Auditológicas – CPA – Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais – HRAC/USP.
Rua Silvio Marchione, 3-20 – Vila Universitária – Bauru-SP.

Para se identificar, apresente esta carta na portaria do Centrinho.
Procure pela Fonoaudióloga Maria Jaqueline (CRFa 18098), que realizará o exame.

Esta pesquisa de Doutorado recebe apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (nº processo 2012/24810-9).
Orientador Prof. Dr. Orozimbo Costa. Co-orientadora: Profa. Dra. Kátia Alvarenga

ANEXO C – Guia de Orientação para Realização do Vra - Resultados dos Estudos da Respectiva Tese de Doutorado.

1. Informações gerais

Este guia é resultado da pesquisa de Doutorado intitulada “Avaliação Audiológica Infantil: a aplicação da Audiometria com Reforço Visual com estímulos de fala”, desenvolvida no Programa de pós-graduação do Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo (FOB/USP) e no Centro de Pesquisas Audiológicas do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais (CPA/HRAC-USP).

A pesquisa foi realizada pela Fonoaudióloga Maria Jaqueline Dias dos Santos, com orientação do Prof. Dr. Orozimbo Alves Costa, coorientação da Profa. Dra. Kátia de Freitas Alvarenga, e participação da Fonoaudióloga Ms. Amanda Giorgetto Rodrigues como pesquisadora auxiliar na coleta de dados.

Apoio FAPESP nº 2012/24810-

2. Apresentação

O VRA é um exame comportamental utilizado para o diagnóstico audiológico de crianças entre 6 a 30 meses de idade. Desde 1969, quando Liden & Kankunnen publicaram um estudo apresentando o procedimento com esta denominação. Após esta primeira publicação diversas pesquisas estudaram e aprimoraram o VRA: Moore, Wilson & Thompson (1977), Thompson & Wilson (1984, 1985), Day, Parry, Hawking (2000), Day et al. (2000), Bamford & MacSporran (1995); Azevedo (1995); Vieira & Azevedo (2005), Versolato-Cavanaugh et al. (2009); Parry et al (2003), Widen et al. (2000, 2005); BSA (2008, 2012).

Em um recente documento internacional publicado pela Sociedade Britânica de Audiologia (British Society of Audiology – BSA) em 2014, os autores descrevem que mesmo

o VRA sendo considerado o método mais importante para avaliação audiológica infantil, poucos estudos descrevem a logística de realização do VRA com fones de inserção, com o passo-a-passo desde o início do procedimento, passando pela técnica de condicionamento, até a determinação do nível mínimo de audição.

Desta maneira, o documento tem como objetivo detalhar as características do VRA, por meio das informações obtidas na literatura sobre VRA, informações da prática clínica da pesquisadora obtidas no decorrer desta pesquisa e informações do respectivo local de realização da pesquisa (CPA/HRAC-USP).

3. Qual a importância do VRA na avaliação audiológica infantil?

Segundo o princípio do *cross-check* (Jerger & Hayes, 1976; Baldwin et al, 2010), o diagnóstico audiológico infantil deve englobar avaliações comportamentais e objetivas, as quais devem ser analisadas em conjunto. Não é possível definir o diagnóstico audiológico por meio de um exame comportamental ou por meio apenas de um procedimento objetivo (eletrofisiológico). Propõe-se a realização do VRA, timpanometria, Emissões Otoacústicas Evocadas (EOE) e/ou a pesquisa dos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE) como procedimentos do diagnóstico audiológico infantil (Baldwin, et al. 2010). Como o próprio nome diz, *cross-check*, o Fonoaudiólogo deverá analisar os resultados de todos os exames, “cruzando” as informações que cada exame proporciona. De forma que estes resultados se complementem sendo possível definir o diagnóstico audiológico da criança avaliada.

Para aprofundar os estudos sobre o princípio do *cross-check*, leia os artigos:

- ⇒ Norrix LW. *Hearing Thresholds, Minimum Response Levels, and Cross-Check Measures in Pediatric Audiology*. *Am J Audiol*. 1;24(2):137-44, 2015;
- ⇒ Baldwin SM, Gajewski BJ, Widen JE. *An evaluation of the cross-check principles using visual reinforcement audiometry, otoacoustic emissions, and tympanometry*. *J Am Acad Audiol*. 21(3):187-96, 2010.

4. O que é a Audiometria com Reforço Visual?

A Audiometria com Reforço Visual (*Visual Reinforcement Audiometry - VRA*), é o teste comportamental indicado para avaliar a audição de crianças na faixa etária de 6 a 30 meses de idade. Utiliza-se o condicionamento operante para obtenção de respostas da criança, considerando a tríade: ESTÍMULO – RESPOSTA – REFORÇO.

Condicionamento respondente e operante no VRA

Inicialmente é apresentado um estímulo discriminativo (som), o qual, espera-se, resultar em uma resposta espontânea, que no VRA é o reflexo de orientação. Nesta situação, temos o conceito de condicionamento respondente para o primeiro estímulo de teste (Pavlov). Ou seja, um estímulo é capaz de gerar respostas reflexas.

O condicionamento operante no VRA ocorre a partir do momento em que para esta resposta, temos uma consequência, ou seja, temos o reforço visual (positivo) ativado, o qual será responsável por aumentar a ocorrência e manter a resposta da criança no teste (Skinner).

5. O que é necessário para realizar o VRA?

Desde condições físicas, como ambiente e equipamentos necessários, as quais serão discutidas em breve, como definição do protocolo de teste, outras condições são importantes para serem destacadas como fatores para realização do VRA efetivamente.

Primeiro, é necessário que o avaliador esteja familiarizado com o protocolo de teste e com a avaliação audiológica infantil, no que diz respeito à observação de reações comportamentais diante de um estímulo sonoro.

Em segundo lugar é importante considerar fatores inerentes à criança a ser avaliada, como o nível de desenvolvimento neuropsicomotor e considerar a idade corrigida para crianças pré-termo.

Desenvolvimento neuropsicomotor

As habilidades psicomotoras da criança influenciarão na capacidade da resposta necessária para o VRA ocorrer e ser condicionada de maneira efetiva. **A resposta no VRA*** é o reflexo de orientação espontâneo, ou seja, a virada da cabeça para o lado, desta maneira, é necessário que a criança apresente controle cervical

*Veremos mais sobre no item 7 deste guia.

Idade corrigida

A idade corrigida é obtida subtraindo-se o número de semanas não completas na gestação com a idade cronológica. Por exemplo: Ana nasceu com 28 semanas de gestação, ou seja, pré-termo de 7 meses, 2 meses antes de completar 9 meses de gestação. Se Ana for avaliada com 8 meses de idade cronológica, sua idade corrigida será de 6 meses ($8m - 2m = 6m$).

Considere essa correção somente para crianças que forem avaliadas até 24 meses de idade. Após 24 meses de idade espera-se que esta diferença maturacional já tenha sido superada.

6. Ambiente de teste

Apresentaremos o ambiente de teste considerando que o VRA possa ser realizado com fones de inserção (Figura 1) ou em campo livre (Figura 2 e 3). Neste protocolo, a cabina acústica foi o ambiente determinado, porém, o VRA pode ser realizado em uma sala acusticamente tratada.

Figura 1 – Utilizando fones: quando o reforço visual e o sistema de campo livre não são acoplados, opta-se por colocar o reforço visual a 45° azimuth (esquema à esquerda) ou a 90° (esquema à direita). RV: posição do reforço visual; F1: Fonoaudióloga avaliadora; F2: Fonoaudióloga assistente; D: distância mínima de 50 centímetros.

Figura 2 – Em campo livre: quando o reforço visual e o sistema de campo livre não são acoplados, opta-se por colocar o reforço visual a 45° azimuth (esquema à esquerda) ou a 90° (esquema à direita). RV: posição do reforço visual; CL: caixas acústicas - campo livre; F1: Fonoaudióloga avaliadora; F2: Fonoaudióloga assistente; D: distância mínima de 50 centímetros.

Figura 3 – Em campo livre: quando o reforço visual e o sistema de campo livre são acoplados, opta-se por colocar o reforço visual a 45° azimuth. RV: posição do reforço visual; CL: caixas acústicas - campo livre; F1: Fonoaudióloga avaliadora; F2: Fonoaudióloga assistente; D: distância mínima de 50 centímetros.

7. Equipamentos

Os equipamentos necessários para o VRA:

- ➔ Cabina acústica de pelo menos 4m²;
- ➔ Audiômetro;
- ➔ Reforço visual, de preferência brinquedos que se movimentam escondidos em caixas escuras que impedem a visualização do mesmo até que sejam acionados pela Fonoaudióloga avaliadora (F1);
- ➔ Caixas de som (campo livre);
- ➔ Fones, de preferência de inserção;
- ➔ Diferentes brinquedos para distração da criança.

Calibração padrão para campo livre (ANSI S3.6, 1996), para cabina acústica segundo a ANSI S3.1 (1999) e a calibração apropriada para o fone de inserção.

8. Quando utilizar o VRA?

- Como avaliação comportamental no diagnóstico da deficiência auditiva.
- Para avaliação das respostas auditivas após intervenção com dispositivos eletrônicos.

9. O que é definido como resposta no VRA?

O reflexo de orientação espontâneo (RO) é considerado como resposta no VRA, ou seja, a virada de cabeça para o lado, o qual indica que o estímulo foi detectado pela criança. A primeira virada de cabeça da criança é considerada uma resposta reflexa, as próximas respostas são consideradas como comportamentos condicionados.

Outros comportamentos podem ser observados durante a avaliação de uma criança, porém, estes não são aceitos para determinar os NMA no VRA. A única resposta aceita no VRA para determinação dos NMA é o reflexo de orientação, ou seja, a virada de cabeça.

Vale citar que os demais comportamentos que podem ser observados são:

- ✓ Reação de atenção;
- ✓ Abertura dos olhos;
- ✓ Cessação dos movimentos;
- ✓ Retirada do fone;
- ✓ Choro;
- ✓ Olhar para avaliadora.

Estas respostas podem aparecer em algumas crianças no início do teste, como respostas espontâneas frente aos estímulos sonoros de teste. Especialmente crianças mais novas, na faixa etária de 6 a 10 meses, estas podem não apresentar o reflexo de orientação espontâneo, mas sim alguma destas respostas citadas acima, o que indica que serão necessários estímulos de condicionamento (estímulo sonoro + estímulo visual pareados).

Em contrapartida, algumas crianças podem apresentar estes outros comportamentos após um certo tempo de teste, ou seja, há a ocorrência do reflexo de orientação para o estímulo de teste, há a determinação de NMA, mas após um certo tempo de teste, a criança deixa de apresentar a virada de cabeça, e começa a apresentar, por exemplo, reação de atenção ao som. O surgimento de outros comportamentos após certo tempo de teste, pode indicar a **habituação*** ou cansaço da criança para o estímulo auditivo e/ou visual.

Mas quando consideramos a faixa etária de 6 a 30 meses de idade corrigida (pré-termo), é esperado a ocorrência do reflexo de orientação como comportamento de orientação ao som, para ser condicionado no VRA.

Vale frisar que além deste comportamento de orientação ao som, deve-se lembrar do desenvolvimento e integração de outros sistemas neurais para que o condicionamento da resposta auditiva ocorra, como os sistemas motor e visual e o sistema de associação auditivo-visual (Piaget, 1980), especialmente quando as crianças avaliadas são pré-termos. Algumas crianças podem apresentar atraso no desenvolvimento, e o reflexo de orientação não ser condicionado de forma efetiva. Para exemplificar, estes são os casos de algumas crianças que apresentam resposta de atenção ao som quando na apresentação do estímulo auditivo, e como já dito anteriormente, é necessária a apresentação de estímulos pareados para o condicionamento. Seguindo o protocolo proposto neste guia, após dois estímulos pareados, o terceiro não é pareado, e é neste momento que podemos observar que algumas crianças continuam a apresentar apenas a resposta de atenção ao som.

Quanto tempo após o estímulo sonoro posso considerar a virada de cabeça uma resposta?
O RO é considerado resposta se ocorrer até 4 segundos após o estímulo de teste apresentado.

10. Habituação X Cansaço!

A habituação é um fenômeno neural que ocorre quando um estímulo, antes percebido pelo sistema auditivo como novo, passa a ser detectado e processado como um estímulo já conhecido. Ou seja, é o fenômeno que ocorre diariamente conosco. Imagine que você está andando por uma rua e escuta um som diferente que ocorre ao seu redor, imediatamente, temos a reação de virar a cabeça para um dos lados, como um reflexo de orientação na busca pela fonte sonora. Este som ocorre mais algumas vezes, até que é possível descobrir de onde ele vem ou qual a consequência de som para você, a partir do momento em que esse som é percebido e possui um significado para sua ocorrência, você não terá mais o reflexo de orientação ao som, pois entende-se que você já aprendeu o que esse som significa em seu ambiente.

Desta maneira, a habituação é definida como a mais simples forma de aprendizado (Rankin et al. 2009).

No VRA, o que ocorre pode ser a habituação ao som, a qual pode ser confirmada quando a criança não apresenta mais o reflexo de orientação para um determinado estímulo sonoro, mas ao mudar este estímulo, ela volta a apresentar o reflexo de orientação ao som. Porém, quando o estímulo sonoro é modificado e a criança não apresenta a resposta, pode

ser considerado não a habituação ao estímulo, mas cansaço ou desinteresse da criança para o teste ou para o reforço visual. Nestes casos, realiza-se uma pausa na avaliação ou troca-se o reforço visual.

11. O processo de realização do VRA

Toda avaliação deve anteceder uma entrevista com os pais e/ou responsáveis da criança a ser avaliada. Esta entrevista, também conhecida como anamnese, é o momento de obter dados sobre o histórico gestacional e nascimento, conhecer o perfil dos pais, conhecer a personalidade da criança, e já obter informações sobre o status auditivo da criança.

Após a entrevista é importante explicar aos pais como é o procedimento de avaliação do VRA, especialmente para evitar que os pais interfiram no resultado.

- Os pais não devem se movimentar quando o som é apresentado.
- Não devem falar com a criança após a resposta ocorrer.

12. Estímulos auditivos no VRA

Os estímulos de teste utilizados no VRA para obter NMA e traçar o audiograma da criança, são os tons puros modulados (warble) nas frequências de 500Hz, 1000Hz, 2000Hz e 4000Hz, e o estímulo de fala que pode ser o nome da criança ou /papapa/. Observando a adequação da voz no vumeter do audiômetro.

Será aplicado por meio das indicações deste protocolo a avaliação e obtenção dos NMA dos seis sons de Ling /a/, /i/, /u/, /s/, /j/, /m/, os quais são compostos por várias frequências, e apresentam maior concentração de energia sonora em determinadas regiões de frequência (Scollie et al, 2012).

Sons do Ling	Faixas de frequências principais (Hz)
/m/	250
/u/	450
/a/	1000
/j/	2500
/i/	3000
/s/	6000

Os estudos indicam que o VRA deve ser iniciado pelos sinais sonoros que objetivamos, os estímulos padrão citados acima. Mas, em alguns casos em que a criança não apresenta uma resposta clara dentro dos critérios do condicionamento, o estímulo auditivo inicial do VRA pode ser trocado, como por exemplo, iniciar o teste com fala, para obtenção do limiar de detecção verbal (LDV) e depois que a criança está condicionada, os estímulos padrão são avaliados.

Os estímulos de teste devem ser apresentados somente quando a criança está atenta. Podemos descrever como um nível intermediário da atenção, o qual a criança está focada em um estímulo ou tarefa apenas, mas a criança ainda se encontra em alerta para outros estímulos do ambiente.

Este nível de atenção intermediário é obtido por meio de técnicas de distração que serão discutidas em breve

13. Transdutores

Para fins de diagnóstico a obtenção de NMA de orelhas separadas é indispensável, deste modo, a melhor opção é o uso do fone de inserção. Utilize o campo livre para obter os NMA como última opção.

Os fones de inserção possuem a vantagem na avaliação de crianças que já são usuárias de AASI, pois é possível conectar o fone no molde da criança. Além desta vantagem, os fones de inserção apresentam maior atenuação interaural, maior atenuação do ruído ambiental, incidência do som como no AASI e oferecem informações de orelhas separadas.

Em casos de infecção de orelha média com secreção externa ou determinadas infecções de orelha externa, os fones de inserção não são os mais indicados. Os fones supraaurais podem ser utilizados, mas a aceitação dos mesmos é menor em algumas crianças, mas pode ser uma alternativa para outras.

O vibrador ósseo deve ser utilizado sempre que os NMA obtidos por via aérea forem maior ou igual a 25dBNA.

14. Reforço Visual

O reforço positivo é a base do condicionamento operante aplicado no VRA. O reforço visual deve promover a continuidade da resposta produzida por meio do estímulo auditivo.

Quanto mais atrativo o reforço visual, mais interessante para as crianças e a manutenção das respostas será maior. Deve-se tomar cuidado com reações como choro ao apresentar o reforço visual, pois algumas crianças podem se assustar com o reforço e o Fonoaudiólogo deverá modificá-lo.

O reforço visual pode ser um brinquedo que é iluminado, ou um brinquedo que ao ser iluminado possui movimento, ou ainda estímulos visuais por meio de uma televisão ou tela de computador.

15. Início do teste:

a. Determinar estímulo inicial de condicionamento

Pode ser iniciado com a fala, ou diretamente com os tons de teste (warble ou sons de Ling).

b. Determinar intensidade

A intensidade é determinada de acordo com informações obtidas na anamnese, no relato dos pais sobre o comportamento auditivo, no comportamento da criança no ambiente de teste e nos resultados de outros exames. Se a criança não apresenta queixas de audição, o ideal é começar com um estímulo de 30 a 40 dBNA.

c. Tempo de apresentação do estímulo de teste

Aproximadamente 1 a 2 segundos para os estímulos de teste.

d. Tempo de apresentação do reforço visual

Para brinquedos animados que são iluminados, de 1 a 2 segundos, e se o reforço visual for um vídeo, duração de 3 segundos.

e. Estímulos controles

Os estímulos controles são os momentos de silêncio com a mesma duração do estímulo de teste. Ou seja, entre um estímulo de teste e outro, ocorre uma pausa maior sem apresentação de som. Se a criança virar a cabeça para o lado buscando o reforço visual, este não deve ser ativado e a atenção da criança deve ser direcionada para o centro novamente, e então o estímulo de teste apresentado. São estes momentos que confirmam se o condicionamento está sendo efetivo ou se a criança está apenas virando a cabeça para ver o reforço visual e não como um comportamento condicionado de que quando ocorre o som, logo verei o reforço visual. Se um VRA é realizado e em todos os estímulos controle a criança apresenta resposta, esta informação deve ser anotada e considerada ao definir o nível de confiabilidade dos NMA do teste,

especialmente quando analisar os demais exames como imitanciometria e PEATE.

Os estímulos controles devem ser inseridos no teste em uma taxa de 3:1, ou seja, a cada três estímulos de teste, um será controle.

Ocorrência de respostas durante o os estímulos controle.

f. Técnica de Distração

Esta técnica tem por objetivo preparar a criança para a chegada do estímulo sonoro que desencadeará o reflexo de orientação de forma mais visível.

A técnica de distração é utilizada para levar a criança ao nível de atenção intermediária, momento no qual a criança encontra-se com sua atenção fixa em um objeto, porém, não totalmente entretida com este, ou seja, quando a percepção auditiva ainda está em alerta para estímulos do ambiente. Por este motivo, os objetos a serem utilizados no momento de distração da criança não devem ser muito chamativos e a criança não pode ter contato com esse objeto.

Técnicas de Distração

Técnica de Distração A – esconder o objeto: esta técnica consiste em chamar a atenção da criança para o centro utilizando um brinquedo, pouco chamativo, mas interessante. A Fonoaudióloga Assistente (F2) não pode deixar a criança pegar o brinquedo. Quando a criança está prestando atenção no brinquedo a Fonoaudióloga Assistente - F2 retira o objeto do campo visual da criança, e neste exato momento a Fonoaudióloga Avaliadora (F1) libera o estímulo sonoro de teste, por meio de fones de inserção ou sistema de campo livre.

Fatores positivos: esta técnica, de retirada do brinquedo do campo visual da criança, faz com que a criança apresente um momento de atenção intermediário, ou seja, focado na mão da F2 mas ao mesmo tempo procurando pelo brinquedo. Quando existe este nível de atenção intermediário, o sistema perceptivo ainda está sensível para perceber estímulos externos, sejam auditivos, visuais ou táteis.

Fatores negativos: com a retirada do brinquedo do campo visual da criança, os dois Fonoaudiólogos devem se atentar para não condicionarem a criança com o estímulo errado, ou seja, sempre retirar o objeto quando parear estímulo auditivo com reforço visual, pode condicionar a criança a virar a cabeça para o lado para ver o reforço visual por ter associado que toda vez que o objeto é retirado do seu campo visual pela F2, o reforço visual aparecerá.

Técnica de Distração B – manter o objeto: esta técnica consiste em chamar a atenção da criança para o centro utilizando um brinquedo, pouco chamativo, mas interessante. A Fonoaudióloga Assistente (F2) não pode deixar a criança pegar o brinquedo. Quando a criança está prestando atenção no brinquedo e se encontra na posição correta para apresentação do estímulo sonoro de teste, a Fonoaudióloga Assistente - F2 não retira o brinquedo da frente da criança, o mantém na mesma posição e comunica-se com a Fonoaudióloga Avaliadora – F1 que libera o estímulo auditivo para observação do comportamento de resposta.

Fatores positivos: esta técnica diminui as chances da criança ser condicionada de forma errada, observando a presença ou ausência do brinquedo em seu campo visual e associar estes atos com o aparecimento do reforço visual.

Fatores negativos: a criança pode perder a atenção mais facilmente para o brinquedo que está sendo utilizado para chamar a atenção da mesma. Isso pode ser resolvido trocando os brinquedos de distração várias vezes.

Importante: O ideal é utilizar ambas as técnicas, intercalando-as, para evitar o condicionamento do estímulo visual utilizado na distração. A técnica de distração A apresenta melhores resultados quando utilizada na faixa etária até 12 meses de idade, pois ainda a habilidade de permanência do objeto não está desenvolvida.

16. O teste: VRA

Para elaboração deste tutorial diversos estudos foram revisados com o intuito de buscar informações detalhadas sobre o tema, e para definição do protocolo de VRA, os estudo de Widen et al, 2000, 2005, foram considerados e analisados. Após a definição do protocolo de realização do VRA, este foi aplicado na realização da referida pesquisa.

INÍCIO

(anote a hora em que começou o teste)

1000Hz – warble – (ou outra frequência de teste)

35dBNA... se a criança apresentar a virada de cabeça espontaneamente – o reforço visual é ativado

2 respostas consecutivas → PROTOCOLO DE TESTE

35dBNA... se a criança não apresenta resposta espontânea

55dBNA ... se há resposta espontânea – o reforço visual é ativado

2 respostas consecutivas → PROTOCOLO DE TESTE

Se a criança não responde espontaneamente na intensidade de 55 dBNA →

CONDICIONAMENTO

CONDICIONAMENTO

55dBNA pareado com o reforço visual – 2 vezes (neste momento, o avaliador deve chamar a atenção da criança para ela olhar para o reforço visual)

55dBNA sem parear com reforço visual – se a criança apresentar a virada de cabeça – o reforço visual é ativado

2 respostas consecutivas para 55dBNA sem pareamento – PROTOCOLO DE TESTE

Se a criança não apresentar resposta espontânea... 75dBNA pareado com o reforço visual – 2 vezes

75dBNA sem estar pareado com o reforço visual – se a criança apresentar a virada de cabeça – reforço visual ativado

2 respostas consecutivas – PROTOCOLO DE TESTE

E se a criança não apresentar resposta em 75dBNA? Possíveis causas: alteração auditiva? Problemas com o condicionamento? Aumentar a intensidade? Mudar estímulo? Mudar orelha? Tentar campo livre?

PROTOCOLO DE TESTE

Só deve ser iniciado após duas respostas consecutivas da criança para a apresentação do estímulo auditivo de teste, sem este estar pareado.

A cada resposta, diminui 20dB, a cada ausência de resposta aumenta 10dB. Próximo ao limiar modificações na escala de 5dBNA.

Inserção de estímulos controle na taxa de 3:1. Ou seja, a cada dois estímulos de teste, um deve ser controle.

Quando a pesquisa estiver próxima da intensidade de 15 ou 20dBNA, procurar obter duas respostas consecutivas para que o NÍVEL MÍNIMO DE AUDIÇÃO seja DETERMINADO.

A próxima frequência pode ser pesquisada e a intensidade a ser iniciada será a mesma obtida na frequência anterior, então, se eu obtive 20dBNA para 2000Hz, eu começo pesquisando a próxima frequência (4000Hz) na intensidade de 20dBNA.

Mesmo protocolo para pesquisar a outra orelha.

(Anote a hora em que terminou o teste e quantas informações obteve neste período).

Observações:

Alguns desvios deste protocolo podem ocorrer se a criança se habituar:

- Mudar o estímulo warble para fala;
- Utilizar estímulos de recondicionamento;
- Realizar uma pausa na avaliação;
- Modificar o reforço visual.

O fluxograma 1 e 2 abaixo apresentam o esquema visual do passo-a-passo do protocolo utilizado no VRA (Widen et al, 2000, 2005):

17. Acertos e erros na realização do VRA

Erros:

- ➔ Não preparar a sala e equipamentos antes de posicionar a criança, fazendo com que ela espere o teste começar e perca a atenção;

- ➔ Não estabelecer respostas claras antes de iniciar o teste, ou seja, diminuir a intensidade para pesquisa dos NMA antes de confirmar se o condicionamento é efetivo e a resposta verdadeira;
- ➔ Aceitar outros comportamentos como resposta ao invés do reflexo de orientação, ou seja, a virada de cabeça é o único comportamento definido para determinar os NMA;
- ➔ Apresentar o estímulo auditivo ou visual por muito tempo (mais que 2 segundos) – favorecendo o processo de habituação.
- ➔ Apresentar o estímulo em um momento que a criança não está prestando atenção ao que ocorre, ou seja, no teste.
- ➔ Comunicação entre os avaliadores inadequada, é importante que ambos conheçam o protocolo de teste.
- ➔ Possíveis movimentos que o Fonoaudiólogo assistente (F2) pode fazer e serem entendidos pela criança como pistas (veja mais em “Técnicas de Distração”).
- ➔ Utilizar brinquedos pouco ou muito atrativos que chamem a atenção da criança e ela só se interesse pelo brinquedo utilizado para distração.
- ➔ Gastar muito tempo testando altas intensidades, utilize o tempo eficientemente.
- ➔ Realizar o VRA em campo livre do lado direito e do lado esquerdo e interpretar como respostas de orelhas separadas. Em campo livre só obtemos respostas da orelha com melhor limiar.
- ➔ Interferência dos pais no teste.
- ➔ Não anotar se o desempenho da criança foi confiável durante a obtenção dos NMA.
- ➔ Não seguir o protocolo de condicionamento.
- ➔ Não utilizar estímulos controles durante o condicionamento e/ou teste.

Acertos:

- ➔ O lado que a criança virar a cabeça (reflexo de orientação), deve ser o lado que o reforço visual será ativado.
- ➔ Se a orelha direita da criança é avaliada e a criança é condicionada a virar a cabeça para o lado direito, ao avaliar a orelha esquerda, deve-se aguardar a reação da criança, para saber se ela continuará a virar a cabeça para o lado direito ou se ela apresentará resposta para o novo lado que está sendo avaliado, neste exemplo, o esquerdo. Se a criança apresenta resposta para o lado esquerdo, o reforço visual esquerdo deve ser ativado. No entanto, se só existe um reforço visual, este deve ser utilizado e a criança continuará condicionada, mesmo que os estímulos sonoros estejam sendo apresentados de forma contralateral.
- ➔ Algumas crianças podem apresentar comportamentos mais difíceis de serem controlados para apresentação do estímulo sonoro no momento ideal de atenção. Nestes casos, pode-se optar por apresentar o estímulo auditivo em uma intensidade mais elevada, e aguardar a resposta da criança. Em alguns casos, a criança pode apresentar comportamento de atenção e o processo de condicionamento do som pode ser iniciado. A Fonoaudióloga assistente deve chamar a atenção da criança para o reforço visual.
- ➔ Quando ao final do teste, retorne na primeira frequência testada e apresente a intensidade obtida do primeiro NMA, se a criança responder ainda, esta informação pode ajudar o Fonoaudiólogo a julgar a validade das últimas respostas.
- ➔ Concentre-se em obter respostas de qualidade, e não apenas um maior número de respostas.
- ➔ Utilizar estímulos controles e classificar o teste como confiável quando há taxa de respostas falso-positivas inferior à 30% e classificar como não confiável quando o número de respostas falso-positivas é superior à 30%.
- ➔ Se há dúvida em algum NMA obtido devido o desempenho da criança ou a presença de grande número de respostas falso-positivas durante os estímulos controle, dê uma pausa no teste, e reteste as frequências em que há dúvida.

- Algumas crianças que já fazem uso de aparelhos de amplificação sonora, o molde pode ser conectado ao fone de inserção e o estímulo ser liberado. Isto pode aumentar as chances de aceitação dos fones pela criança.

18. Valores encontrados na literatura sobre os níveis mínimos de audição esperados para crianças entre 6 a 30 meses de idade.

	NMA para crianças (dBNA)			
	500 Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Nozza (1995)	--	14.1	--	--
Nozza & Hensson (1999)	17.2	--	6.8	--
Parry et al. (2003)	16.4	13.3	7.1	6.4
BSA, (2014)	15	15	5	5
Santos, (2016) (respectivo estudo)	18.2	15.8	17.8	16.7

ANEXO D - Ficha de Coleta de Dados

Nome: _____; Data de nasc: _____

() GRUPO EXPERIMENTAL () GRUPO CONTROLE

Data	Sessão	VRA	Hora início	Hora final	Tempo	Dados obtidos			R.O. esp.	Pareamento	Recondicionamento	Comportamentos
						OD	OE	CL				