

**UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM CIÊNCIAS DA LINGUAGEM**

**ANÁLISE DA RESOLUÇÃO TEMPORAL E ATENÇÃO AUDITIVA  
EM DUAS CRIANÇAS COM DESVIO FONOLÓGICO**

**PATRÍCIA MARIA DE ANDRADE LEITE BARROS**

**Recife, junho de 2006**

**UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM CIÊNCIAS DA LINGUAGEM**

**ANÁLISE DA RESOLUÇÃO TEMPORAL E ATENÇÃO AUDITIVA  
EM DUAS CRIANÇAS COM DESVIO FONOLÓGICO**

**Dissertação apresentada à Pró-Reitoria de  
Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade  
Católica de Pernambuco, como requisito  
parcial para obtenção do título de Mestre  
em Ciências da Linguagem**

**Aluna: PATRÍCIA MARIA DE ANDRADE LEITE BARROS  
Orientadora: Profa. Dra. ERIDEISE GURGEL DA COSTA**

**Recife, junho de 2006**

B277a Barros, Patrícia Maria de Andrade Leite  
Análise da resolução temporal e atenção auditiva  
em duas crianças com desvio fonológico / Patrícia  
Maria de Andrade Leite Barros ; orientador Erideise  
Gurgel da Costa, 2006.  
158 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de  
Pernambuco. Pró-Reitoria de Ensino, Pesquisa e Extensão,  
2006.

1. Percepção auditiva nas crianças. 2. Potenciais auditivos  
evocados. 3. Audição (Fisiologia). 4. Fonética. 5. Aquisição de  
linguagem. 6. Percepção da fala nas crianças. I. Título.

CDU 612.78

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM CIÊNCIAS DA LINGUAGEM

ANÁLISE DA RESOLUÇÃO TEMPORAL E ATENÇÃO AUDITIVA  
EM DUAS CRIANÇAS COM DESVIO FONOLÓGICO

PATRÍCIA MARIA DE ANDRADE LEITE BARROS

Dissertação apresentada à Pró-Reitoria de  
Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade  
Católica de Pernambuco, como requisito  
parcial para obtenção do título de Mestre em  
Ciências da Linguagem

Aprovado em: \_\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dra. ERIDEISE GURGEL DA COSTA - Orientadora  
UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO - UNICAP

---

Prof. Dr. MARCELO LONGMAN MENDONÇA  
FACULDADE INTEGRADA DO RECIFE - FIR

---

Prof. Dra. MARIA LÚCIA GURGEL DA COSTA  
UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO – UNICAP

Ao meu filho, Rafael,  
fonte de motivação e inspiração.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me proporcionar esta e tantas outras conquistas.

À minha família, especialmente minha mãe, minha irmã e meu marido, pelo apoio indispensável e por compartilharem este momento comigo.

À minha orientadora Erideise Gurgel da Costa, pela disponibilidade, incentivo e carinho com que sempre me recebeu durante a execução desta pesquisa.

Aos examinadores Dr. Marcelo Longman Mendonça e Dra. Maria Lúcia Gurgel da Costa, pelas valiosas contribuições durante a avaliação prévia, que em muito contribuíram para o resultado final deste trabalho.

Aos amigos do mestrado, por compartilharem da mesma caminhada.

À fonoaudióloga e amiga Ana Cláudia Gonçalves, pela disponibilidade em participar diretamente desta pesquisa ao realizar o tratamento fonoaudiológico dos participantes e enriquecer meus escritos com suas observações e correções.

À fonoaudióloga e amiga Lílian Muniz, pela realização do TPD e pelas importantes considerações que tanto me ajudaram na discussão.

À querida amiga e fonoaudióloga Karina Advíncula, que esteve presente desde a escolha do tema até as considerações finais deste estudo. Muito obrigada!

Aos meus amigos Wagner Teobaldo e Luiz Alberto, sempre presentes. Obrigada pelo apoio, pelas sugestões e correções.

Às minhas amigas Denise Menezes e Jamile Vasconcelos, pela disponibilidade e presteza com que me ajudaram na confecção do *abstract*

Aos participantes e seus familiares, pela disponibilidade e empenho, indispensáveis para a realização desta pesquisa.

Às minhas queridas amigas Renata Ramos e Kátia Albuquerque, pelo apoio, por ouvir minhas angústias e por aceitarem minhas ausências ao trabalho.

À amiga Rildilene Felipe, pela ajuda de sempre.

Obstáculos são aquelas imagens assustadoras que vemos  
quando desviamos os olhos de nosso objetivo

HANNAH MORE

## RESUMO

Para a adequada percepção dos fonemas da fala e conseqüente desenvolvimento da linguagem oral estão diretamente envolvidas as habilidades relacionadas ao processamento auditivo, onde se destacam a atenção auditiva e a resolução temporal. Partindo desse pressuposto, este estudo buscou analisar a atenção auditiva e a resolução temporal de duas crianças com desvio fonológico, antes e após o tratamento fonoaudiológico. O procedimento de pesquisa consistiu da comparação das respostas obtidas ao teste de padrão de duração do som (TPD) e aos componentes N<sub>2</sub> e P<sub>300</sub> dos potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL), antes e depois do tratamento. Os resultados dos exames foram comparados com a performance para a produção de fala e as estratégias utilizadas para o tratamento fonoaudiológico, que esteve pautado na estimulação da percepção auditiva para os traços distintivos dos fonemas. A partir desses resultados foram discutidos aspectos envolvidos com o processamento auditivo e suas implicações para a percepção de fala. A análise dos dados evidenciou dificuldade para atenção auditiva e resolução temporal para sons não verbais, nas duas crianças, antes e após o tratamento fonoaudiológico. Este fato sugere que a dificuldade com a atenção auditiva e a resolução temporal para sons não verbais pode permanecer mesmo após a superação dessa dificuldade para os sons da fala.

Palavras-chave: desvio fonológico, processamento auditivo central, audição e linguagem.

## **ABSTRACT**

Central auditory abilities, specifically auditory attention and temporal resolution, are directly related to speech perception and production. Based on these concepts, this study aimed to investigate auditory attention and temporal resolution processes in two children with phonological disorder, before and after speech therapy. The method consisted in comparing results from Duration Pattern Test and Late Latency Auditory Evoked Potentials (specifically the N<sub>2</sub> and P<sub>300</sub> components) obtained before and after speech therapy. Test results were correlated to speech production performance and therapy strategies, which were focused in auditory perception of the phonemes distinctive characteristics. Based on these results, aspects related to auditory processing and its implications for speech perception were discussed. Results show that both children had difficulties in auditory attention and temporal resolution for non-verbal sounds before and after speech therapy. These findings suggest that even after overcoming difficulties in speech perceptions, auditory attention and temporal resolution difficulties for non-verbal sounds may continuous.

Key-words: phonological disorders, central auditory processing, hearing and language.

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Classificação dos traços distintivos quanto à categoria fonética .....	28
<b>Quadro 2</b> – Traços distintivos dos segmentos consonantais do português .....	29
<b>Quadro 3</b> – Perfil do desenvolvimento fonológico .....	49
<b>Quadro 4</b> – Componentes dos potenciais evocados auditivos de longa latência .....	78

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Resultado da avaliação fonológica ao início e ao término do tratamento, dos participantes 1 e 2 .....	106
<b>Tabela 2</b> – Resultados do PEALL, com relação à amplitude e latência do N <sub>2</sub> e P <sub>300</sub> do participante 1, por orelha, antes e depois do tratamento fonoaudiológico .....	111
<b>Tabela 3</b> – Resultados do PEALL, com relação à amplitude e latência do N <sub>2</sub> e P <sub>300</sub> do participante 2, por orelha, antes e depois do tratamento fonoaudiológico .....	111
<b>Tabela 4</b> – Percentual de acertos ao TPD antes e depois do tratamento fonoaudiológico, dos dois participantes, por orelha .....	124

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Modelo de registro dos PEALL .....	77
<b>Figura 2</b> – Componentes dos PEALL .....	77

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**ABR** – *auditory brainstem besponse*

**ASHA** – *american speech language hearing association*

**CNV** – *contingent negative variation*

**CV** – consoante-vogal

**DPT** – *duration pattern test*

**ERP** – potencial relacionado a Eventos

**MMN** – *mismatch negativity*

**PEALL** – potencial evocado auditivo de longa latência

**PEA** – potencial evocado auditivo

**TPD** – teste de padrão de duração do som

**TTD** – teoria dos traços distintivos

**VC** – vogal consoante

**VOT** – *voice onset time*

## LISTA DE SÍMBOLOS

**dB** – decibel

**Hz** – Hertz

**dBNA** – decibel nível de audição

**dB(A)** – decibel (audibilidade)

**dBNS** – decibel nível de sensação

**ms** – milissegundos

**μV** – microvolt

**%** - percentual

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	16
Capítulo I – REVISÃO DA LITERATURA .....	20
1. FONÉTICA E FONOLOGIA .....	20
1.1 AQUISIÇÃO FONOLÓGICA .....	22
1.2 TEORIA DOS TRAÇOS DISTINTIVOS .....	26
1.3 PERCEPÇÃO DE FALA .....	29
1.4 CARACTERÍSTICAS DA PRODUÇÃO FONÉTICO-FONOLÓGICA .....	34
1.4.1 Aspectos segmentais da produção dos sons consonantais da fala .....	36
1.4.2 Descrição das consoantes sob o prisma articulatorio e acústico perceptual .....	39
1.5 DESVIO FONOLÓGICO .....	43
2. PROCESSAMENTO AUDITIVO .....	51
2.1 RESOLUÇÃO TEMPORAL .....	58
3. TESTE DE PADRÃO DE DURAÇÃO DO SOM (TPD) .....	62
4. POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS .....	66
4.1 POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE LONGA LATÊNCIA (PEALL).....	68
4.1.1 Aspectos neurofisiológicos relacionados aos PEALL .....	69
4.1.2 Descrição dos componentes dos PEALL .....	72
4.1.3 Parâmetros para aquisição dos registros dos PEALL .....	79
4.1.4 Parâmetros para análise dos registros dos PEALL .....	81
4.1.5 A importância da atenção durante a captação dos PEALL .....	84
4.1.6 Principais aplicações clínicas dos PEALL .....	85
Capítulo II – PERFIL METODOLÓGICO DA PESQUISA .....	88
1. CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO .....	88

<i>1.1 ÁREA DE ESTUDO</i> .....	89
<i>1.2 SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES</i> .....	89
<i>1.3 POPULAÇÃO DE ESTUDO</i> .....	92
<i>1.4 MÉTODO DE COLETA DE DADOS</i> .....	92
<i>1.5 ANÁLISE DOS DADOS</i> .....	100
<i>1.6 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS</i> .....	101
<b>2. DESCRIÇÃO DOS CASOS CLÍNICOS</b> .....	102
<i>2.1 PARTICIPANTE 1</i> .....	102
<i>2.2 PARTICIPANTE 2</i> .....	103
<b>Capítulo III – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	105
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	134
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	137
<b>ANEXOS E APÊNDICES</b> .....	143

## INTRODUÇÃO

A aplicação das teorias lingüísticas nos estudos que envolvem as patologias da linguagem vem crescendo consideravelmente nas últimas décadas. Dentre as diversas patologias relacionadas à linguagem, uma das mais freqüentes é o desvio fonológico.

Yavas; Hernandorena e Lamprecht (2002) definem o desvio fonológico como uma alteração no desenvolvimento fonológico em relação ao modelo padrão, sem etiologia orgânica aparente. Wertzner (2004) acredita que a causa determinante para o desvio fonológico ainda é desconhecida. Defende a importância de mais pesquisas na área com a finalidade de entender o fator desencadeante para essas crianças não usarem as regras fonológicas dos adultos falantes de sua língua.

Para a aquisição de uma língua a criança necessita dominar o inventário fonético e o sistema fonológico padrão dos falantes adultos. Esse domínio depende da percepção e discriminação dos fonemas que compõem os sons da fala nessa língua. Cada fonema pode ser identificado e diferenciado a partir de unidades mínimas que se combinam chamadas de traços distintivos. De acordo com Lowe (1996); Hernandorena (2001); Callou e Leite (2001), um traço distintivo é uma característica subfonêmica que pode ser utilizada para descrever fonemas, além de diferenciá-los uns dos outros.

Para a percepção dos fonemas da fala e conseqüente desenvolvimento da linguagem oral estão diretamente envolvidas as habilidades relacionadas ao processamento auditivo, onde se destacam a atenção auditiva e a resolução temporal.

A atenção auditiva representa importância fundamental para a construção dos conhecimentos adquiridos via sentido da audição. É a habilidade de focar em um estímulo sonoro em meio a outros estímulos competitivos. A partir da atenção auditiva o indivíduo pode ser capaz de identificar similaridades e diferenças entre sons, memorizar o que ouve e

reproduzir o som percebido (ALVAREZ *et al.*, 2003; PEREIRA; CAVADAS, 2003; MACHADO, 2003).

A resolução temporal corresponde à capacidade que possui o sistema auditivo para detectar pequenas mudanças dos estímulos sonoros no tempo. Essa habilidade está diretamente relacionada com a atenção e a discriminação auditiva (MOORE, 1989).

A capacidade de resolução temporal, na concepção de Balen (1997), auxilia ao indivíduo na identificação dos traços distintivos dos fonemas. Dessa forma, a autora sugere que as crianças com desvio fonológico apresentam dificuldades nessa habilidade auditiva.

Alvarez *et al.* (2003) defendem a utilização de exames objetivos eletrofisiológicos como ferramenta importante para diagnosticar e respaldar o tratamento das alterações de fala. Schoschat (2004) defende a idéia da associação de exames eletrofisiológicos com exames comportamentais, pois essa associação potencializa a possibilidade diagnóstica. Loch (2003) reforça a importância de mais estudos envolvendo o processamento auditivo, em especial as habilidades temporais auditivas, em sujeitos com desvio fonológico.

Partindo desse pressuposto, esta pesquisa buscou o objetivo principal de analisar a resolução temporal e a atenção auditiva em duas crianças com desvio fonológico antes e após o tratamento fonoaudiológico. Os objetivos específicos foram: investigar a resolução temporal e a atenção auditiva em duas crianças com desvio fonológico através do teste de padrão de duração do som (TPD) e das respostas dos componentes N<sub>2</sub> e P<sub>300</sub> dos potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL); analisar as respostas obtidas ao TPD e ao PEALL antes e depois do tratamento fonoaudiológico; comparar a produção de fala dos dois participantes antes e depois do tratamento fonoaudiológico; discutir os aspectos envolvidos com a resolução temporal e a atenção auditiva abordando suas implicações para a percepção de fala nos dois participantes.

Os dois exames aplicados avaliam atenção auditiva e resolução temporal, porém, o TPD é um teste comportamental e o PEALL se refere a um exame eletrofisiológico.

A justificativa principal para o desenvolver do estudo esteve na possibilidade de despertar para novas considerações a respeito do direcionamento dado ao processo de avaliação e tratamento dos indivíduos que apresentam desvio fonológico, além de enfatizar a relevância da integridade da percepção auditiva para a linguagem verbal.

Para tanto, este estudo foi dividido em três capítulos. O primeiro capítulo se refere à revisão da literatura, no segundo estão descritos os aspectos metodológicos da pesquisa e o terceiro corresponde à análise e discussão dos resultados.

Durante a revisão da literatura foram abordados os aspectos mais relevantes relacionados ao estudo da fonética e fonologia, incluindo a teoria dos traços distintivos, os processos utilizados para a percepção da fala e as características da produção fonético-fonológica. Na continuidade, este capítulo fornece uma visão a respeito do desvio fonológico, do processamento auditivo, do teste de padrão de duração do som (TPD) e dos potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL).

Nas considerações metodológicas, além das informações referentes aos procedimentos utilizados para o a realização do estudo estão incluídas as descrições dos casos estudados, no que diz respeito à avaliação fonoaudiológica antes e após o tratamento.

Para a análise e discussão dos dados, os resultados das avaliações fonoaudiológicas e dos exames aos quais os participantes foram submetidos estão descritos, antes e após o tratamento fonoaudiológico. A estratégia utilizada para o tratamento, bem como as respostas apresentadas a esses exames foram discutidas por meio de correlações com postulados teóricos que envolvem a atenção auditiva e a resolução temporal, habilidades auditivas alteradas no desvio fonológico.

Após a análise e discussão dos dados foram descritas algumas considerações finais, onde foram apresentadas conclusões e sugestões. Em seguida estão as referências bibliográficas utilizadas para o estudo, os anexos e os apêndices.

---

## CAPÍTULO I

---

### REVISÃO DA LITERATURA

#### 1. Fonética e fonologia

A forma sistemática como cada língua organiza os sons, segundo Hernandorena (2001), é o objeto de estudo da fonologia. Essa estuda os sons tomando como base seu sistema, sua descrição, estrutura e funcionamento. Analisa a forma das sílabas, os morfemas, as palavras e frases, abordando a relação ‘mente e língua’ no processo de comunicação. A fonética, por outro lado, possui como objeto de estudo a realidade física dos sons produzidos pelos falantes de uma língua, visando ao estudo dos sons da fala sob o prisma da articulação (como os sons são articulados ou produzidos pelo aparelho fonador) ou sob o prisma das características acústicas, envolvendo as propriedades físicas da produção e propagação dos sons. A fonética estuda ainda a percepção auditiva dos sons da fala.

Lowe (1996) define a fonologia como sendo uma subdisciplina da lingüística que estuda os sons da fala e os padrões de sons, ou seja, o estudo da linguagem falada. Defende que o objetivo principal da fonologia é estudar as propriedades dos sistemas de sons que os falantes devem assimilar e internalizar para serem utilizadas durante a comunicação. Dessa forma, dentre os objetivos da fonologia estão incluídos: a descrição dos padrões de sons da língua; o estudo da organização dos sons da fala na mente; as descrições de como as línguas diferem entre si nesta organização e o descobrimento de universais fonológicos, que são características comuns compartilhadas por diversos sistemas de sons das línguas do mundo.

A diferença entre fonética e fonologia, de acordo com Lowe (1996), consiste na relação com os outros componentes da língua, onde a fonética pode ser estudada sem considerar a sintaxe e a semântica da língua. No entanto, a fonologia deve levar em consideração esses outros componentes no momento de descrever como os sons da fala se organizam e como funcionam para a comunicação. Segundo o autor, embora seja possível citar as particularidades e diferenças entre fonética e fonologia, os dois campos apresentam, em muitos momentos, sobreposição, especialmente nas áreas onde a fonologia tenta explicar as regularidades observadas nos padrões de sons da fala, ou seja, as invariabilidades apresentadas nos traços de cada fonema.

Hernandorena (2001) conclui que a fonética se dedica ao estudo de todo som produzido pelo aparelho fonador e utilizado na fala, enquanto a fonologia detém-se nos sons capazes de distinguir significados, chamados de ‘fonemas’, analisando a forma como eles se combinam e se organizam para formar unidades lingüísticas maiores (sílabas, palavras e frases), bem como nas variações e redundâncias que esses fonemas podem apresentar. Oliveira (2003) acrescenta que o estudo da prosódia também é da ordem da fonologia.

Conforme Callou e Leite (2001), através dos tempos, o termo fonema tem sido analisado sob diversos prismas: inicialmente, igualado a som da linguagem; depois percebido como um fenômeno essencialmente psíquico, com intenção de significado; atualmente, com uma visão física, funcional e abstrata. O primeiro tratamento de profundidade dado ao conceito de fonema encontra-se nos trabalhos dos lingüistas do Círculo Lingüístico de Praga, onde o fonema passou a receber uma conceituação funcional e abstrata, definido como a unidade mínima funcional distintiva do sistema de som. É a menor unidade fonológica da língua.

Parker (1996) defende que a forma como se concebe a fonologia atualmente abrange uma visão psicológica, que a define como o estudo do conhecimento inconsciente que está por trás da habilidade do ser humano de pronunciar sua língua. Trata-se da capacidade mental

responsável pela habilidade que tem uma pessoa de julgar uma pronúncia como aceitável ou inaceitável em sua língua materna.

Para essa pesquisa, será realizado um estudo voltado para a aquisição fonológica, no entanto, em determinados momentos podem ser necessárias algumas abordagens da fonética, uma vez que, como descrito anteriormente, fonética e fonologia são ciências que se relacionam entre si.

### **1.1 Aquisição fonológica**

O interesse pela área de aquisição da fonologia vem aumentando sobremaneira, bem como o número de teorias fonológicas. Segundo Stoel-Gammon (1990), dentre as teorias que ainda podem ser consideradas atuais, merecem destaque:

1. Teoria estruturalista de Jakobson (1941), onde afirma que a aquisição fonológica acarreta a aprendizagem de contrastes de traços em vez da aprendizagem de sons. A maioria das crianças adquire, quanto ao modo de articulação, as classes das oclusivas e nasais, antes das líquidas, fricativas e africadas. Quanto ao ponto de articulação, consoantes anteriores (labiais e alveolares) são geralmente adquiridas antes das posteriores. Sustenta que existe um conjunto inato e universalista que governa a ordem de aquisição de contrastes de traços distintivos entre fonemas, chamado de 'leis de solidariedade irreversível'.
2. Teoria comportamentista (behaviorista) introduzida por Mowrer (1952-1960) e adaptada por Winitz (1969) e Olmsted (1966-1971), que enfatiza o papel do reforço contingente por parte do adulto na aquisição fonológica da criança. Não é compatível com estudos que demonstram que as crianças assumem um papel ativo e criativo ao aprenderem seu sistema de sons.

3. Teoria da Fonologia natural de Stampe (1969-1973), que aborda a noção de processos fonológicos, descritos como inatos e universais, chamados de naturais, porque representam respostas naturais a habilidades fonéticas implícitas na capacidade humana para fala. Conforme esta teoria, as crianças não adquirem ou desenvolvem um sistema fonológico e sim, aprendem a suprimir aqueles processos que não ocorrem na sua língua.
4. Teoria prosódica de Waterson (1971-1981), onde enfatiza que tanto a percepção da fala quanto a produção, ainda estão em desenvolvimento durante os estágios iniciais da aquisição da linguagem. Afirma que ao ouvir um enunciado, as crianças percebem os traços mais salientes do enunciado. Esses traços podem ser tanto segmentais como supra-segmentais.
5. Teoria cognitiva proposta por Menn (1976) e Macken e Ferguson (1983), onde traz o postulado que, durante as fases iniciais da aquisição, as crianças percebem a palavra como um todo não analisado, e não como uma seqüência de segmentos. À medida que cresce seu vocabulário receptivo e produtivo, elas começam a observar semelhanças entre segmentos pertencentes a uma determinada classe de sons ou entre seqüências de segmentos. A partir desse momento, conseguem formular regras para relacionar palavras com sons e estruturas silábicas semelhantes.
6. Teoria biológica de Locke (1963), que divide a aquisição fonológica em três estágios diferentes: O primeiro é chamado de estágio pré-lingüístico, onde os bebês conseguem perceber que suas vocalizações conseguem transmitir informações com relação às necessidades básicas ou desejos. O segundo estágio começa quando a criança tenta produzir palavras convencionais. Nesse estágio, as produções são bem semelhantes do ponto de vista fonético, porém diferentes quanto à fonologia, pois, a fala significativa, diversamente do balbucio, envolve processos cognitivos, como o

reconhecimento de formas adultas, o armazenamento e a recuperação do vocabulário. No terceiro estágio ocorrem mudanças bastante perceptíveis no sistema fonológico da criança, onde a produção fonológica ganha uma complexidade crescente e o vocabulário aumenta consideravelmente.

Ainda segundo Stoel-Gammon (1990), as teorias fonológicas podem ser divididas em dois grupos, conforme a visão dos autores em relação ao modo como a criança adquire o sistema fonológico: em um grupo estão os autores que defendem que os fatores cruciais para a aquisição são, de modo geral, predeterminados ou externos, onde a criança representa um papel relativamente passivo nesse processo. A esse grupo podem ser incluídos autores como Jakobson, Stampe, Locke, Mowrer e Olmsted; em um segundo grupo estão Waterson, Menn e, Macken e Ferguson, que defendem um papel ativo para criança no desenvolvimento fonológico. O ponto de convergência entre as diferentes teorias consiste na preocupação em explicar o desenvolvimento fonológico normal.

Hernandorena (2001) conclui que os modelos teóricos registrados na evolução dos estudos sobre a Fonologia das línguas podem ser enquadrados em duas grandes classes: modelos lineares e modelos não lineares. Os modelos lineares ou segmentais analisam a fala como uma combinação linear de segmentos ou conjunto de traços distintivos, com limites morfológicos e sintáticos. Os modelos não lineares consideram a fonologia de uma língua como uma organização em que os traços, dispostos hierarquicamente em diferentes camadas, podem fazer ligações com mais de um segmento ou unidade, como também funcionar em conjuntos solidários. Para essa pesquisa, serão abordados, sobretudo, os princípios básicos da teoria dos traços distintivos e processos fonológicos, relacionados com a fonologia linear.

Segundo Oliveira (2003), que defende a aquisição fonético-fonológica a partir do desenvolvimento de habilidades inatas, porém considerando a importância da interação com o ambiente lingüístico inserido, do ponto de vista neurofuncional os sons da fala são

indiscriminados no cérebro do recém-nascido, porém, as regiões e circuitos cerebrais implicados na aquisição de linguagem estão irrestritamente abertos e livres para o aprendizado de qualquer língua. Como uma criança nasce e convive, em geral, apenas com falantes de uma determinada língua ou duas, muito raramente três, o cérebro se limitará a captar somente os sons a que está exposta em seu ambiente. Esses sons ‘fonéticos’, inicialmente sem características ‘fonológicas’ serão assimilados nas áreas cerebrais responsáveis pela linguagem, retendo esses modelos sonoros. Concomitantemente, são aprimoradas as capacidades de discriminar sons. A partir desse momento, começa a aquisição fonológica.

Os estudos relacionados ao desenvolvimento fonético e fonológico da criança pequena surgiram a partir de questionamentos quanto à possível continuidade do balbucio. Desde a década de 1970, com o fortalecimento das teorias interacionistas, o primeiro ano de vida do bebê passou a ser visto como um período de ricas experiências lingüísticas e não como uma fase de latência da linguagem. A noção de estágio ligada à idéia de períodos estanques, com início e fim, foi abandonada por completo. Surge então a visão de processo de desenvolvimento decorrente das experiências comunicativas (MACHADO, 2003).

Embora não seja consenso entre diferentes autores, segundo Locke (1983) e Stoel-Gammon (1985 *apud* OLIVEIRA, 2003), a estrutura silábica (CV) do período do balbucio corresponde a mais freqüentemente encontrada no processo inicial de desenvolvimento fonológico da fala. Considerando, então, um período como a seqüência fonética ininterrupta do outro.

O sistema fonológico de uma língua, de acordo com Yavas; Hernandorena e Lamprecht (2002) é o conjunto de seus fonemas, isto é, o grupo relativamente pequeno de sons que são empregados com valor distintivo. Para adquirir uma língua, a criança precisa dominar o inventário fonético e o sistema fonológico considerados como padrão no falante adulto. Este

domínio fonético-fonológico é determinante para possibilitar a comunicação lingüística. Gonçalves – Pessoa (2001) defende que a aquisição fonológica acontece a partir da percepção de contrastes de traços distintivos existentes nos sons pronunciados por um falante de uma determinada língua e não através da aquisição de fonemas isolados.

Diante do exposto, se faz necessário um estudo sobre a teoria dos traços distintivos, uma vez que essa tem contribuído sobremaneira para o tratamento das alterações da fala, em especial nos casos de desvio fonológico.

## **1.2 Teoria dos traços distintivos**

Os sons da língua são o resultado do conjunto de propriedades que caracterizam a sua produção. Essas unidades mínimas que se combinam para compor um segmento da língua são os traços distintivos. Cada som (fonema) é um conjunto de traços, que o identifica e o distingue de todos os outros sons (YAVAS; HERNANDORENA; LAMPRECHT, 2002).

Em fonologia, traços distintivos são as unidades mínimas, contrastivas, de caráter acústico ou articulatorio que, especialmente para os lingüistas seguidores da escola de Praga, irão distinguir os fonemas entre si. Um traço é uma característica subfonêmica que pode ser utilizada para descrever fonemas, além de diferenciá-los uns dos outros (LOWE, 1996; HERNANDORENA, 2001; CALLOU e LEITE, 2001).

Na concepção de Callou e Leite (2001), a percepção de fala é influenciada pelo sistema fonológico. Assim, um falante do português pode produzir o som [ p ] sabendo que este pertence a palavras como “pata” e “pingo”, e o som [ b ] sabendo que é o som utilizado em “bata” e “bingo”. O traço que distingue esses dois fonemas é o de sonoridade, onde / p / é surdo (ou não vozeado) e / b / é sonoro (ou vozeado). A diferenciação entre um fonema e outro pode ocorrer baseada em um ou mais traços, o que quer dizer que apenas um traço

distintivo fônico pode ser suficiente para distinguir um signo, uma palavra ou um enunciado de outro signo, palavra ou enunciado.

As noções de distância ou similaridades fonéticas apenas podem ser determinadas a partir dos traços distintivos, ou seja, de acordo com a quantidade de traços distintivos comuns, dois sons podem ser considerados muito semelhantes ou diferentes. Isto pode explicar o fato de, comumente, as crianças trocarem / l / por / r / e vice-versa, pois esses fonemas são bastante semelhantes. No entanto, / t / e / λ /, por exemplo, dificilmente serão substituídos um pelo outro, pois apresentam grande distância de ordem fonética (YAVAS; HERNANDORENA; LAMPRECHT, 2002).

De acordo com Lowe (1996), o primeiro sistema de traços distintivos foi desenvolvido por Jakobson, Fant e Halle em 1952, onde os autores tentavam desenvolver um conjunto de traços subfonêmicos com a finalidade de descrever os componentes fonológicos de todas as línguas. Esse sistema continha 12 traços descritos de acordo com as características acústicas e articulatórias de cada fonema, além de alguns valores binários.

Lowe (1996) enfatiza que muitos sistemas de traços foram desenvolvidos após o sistema de Jakobson, Fant e Halle. Dentre esses, o sistema de traços de Chomsky e Halle (1968) foi o que possibilitou maior contribuição para as pesquisas de fala e linguagem. Esse sistema consta de 13 traços binários que podem ser utilizados para descrever os fonemas de qualquer língua. Conforme Hernandorena (2001), os traços caracterizados por Chomsky e Halle (1968) são escalas físicas que descrevem aspectos do evento da fala e podem ser analisados independentemente, tanto sob o prisma da produção quanto da representação perceptual.

Yavas; Hernandorena e Lamprecht (2002) afirmam que os traços distintivos possuem três funções básicas: descrever as propriedades articulatórias e/ou acústicas que entram na composição do som; diferenciar itens lexicais e agrupar os sons em classes naturais, ou seja, formar grupos de sons que mantêm correlação entre si e que sofrem as mesmas mudanças

fonológicas. Com relação à primeira função, os traços distintivos caracterizam cada som, de forma especificada, de acordo com o modo de articulação, o ponto de articulação e a sonoridade.

Segundo Yavas; Hernandorena e Lamprecht (2002), sob o ponto de vista da categoria fonética em que se enquadra, o modelo de traços distintivos proposto por Chomsky e Halle (1968) pode ser classificado conforme representação no quadro 1.

**Quadro 1. Classificação dos traços distintivos quanto à categoria fonética**

Categoria fonética	Traços distintivos
Modo de articulação	Contínuo Metástase retardada Nasal Lateral Estridente
Ponto de articulação	Anterior Coronal Alto Posterior
Sonoridade	Sonoro ou vozeado

Fonte: adaptado de YAVAS; HERNANDORENA; LAMPRECHT, 2002, p. 64.

Os traços [soante], [silábico] e [consonantal], segundo Yavas, Hernandorena e Lamprecht (2002) são caracterizados por Chomsky e Halle (1968) como sendo traços de classes principais, por serem capazes de estabelecer a divisão entre vogais, consoantes, obstruintes, soantes, glides (/ w / e / y /) e líquidas. As duas últimas (glides e líquidas) são consideradas intermediárias, ou seja, entre consoantes e vogais.

A descrição dos traços distintivos, baseada especialmente nas propriedades acústicas de cada fonema, tem notação binária, ou seja, em pares, que representam ausência ou presença de uma determinada propriedade. Assim, a oposição nasal/oral, por exemplo, é representada pelo traço [nasal] precedido pelo sinal ( + ) ou ( - ), isto é, [+ nasal] ou [- nasal], indicando a presença ou não de nasalidade (YAVAS; HERNANDORENA e LAMPRECHT, 2002).

No quadro 2 está representado o modelo de traços distintivos dos segmentos consonantais do português, conforme proposta de Chomsky e Halle (1968 *apud* YAVAS; HERNANDORENA; LAMPRECHT, 2002).

**Quadro 2. Traços distintivos dos segmentos consonantais do português.**

Segmentos	P	b	t	d	k	G	f	v	s	z	š			j	m	n	ñ	R	r	l		y	W
TRAÇOS																							
Soante	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Silábico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consonant.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Contínuo	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Met. Ret.	-	-	-	-	-	-								+	+								
Nasal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Lateral	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
Anterior	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Coronal	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-
Alto	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+
Posterior	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
Sonoro	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Estridente	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: adaptado de YAVAS; HERNANDORENA; LAMPRECHT, 2002, p. 86.

A inabilidade ou incapacidade para percepção dos referidos traços distintivos dos fonemas pode repercutir em uma inabilidade ou incapacidade para a produção de fala (YAVAS; HERNANDORENA; LAMPRECHT, 2002).

### 1.3 Percepção de fala

Diferentes pesquisadores ainda estudam os processos de percepção de fala, porém, até o momento, ainda não se sabe com precisão como esse fenômeno se produz. No entanto,

indiscutivelmente, é a partir da percepção auditiva que as crianças são capazes de desenvolver espontaneamente a linguagem verbal (SCHOCHAT, 1996; KOZLOWSKI, 1997). Aimard (1986) ressalta que o conhecimento de como a percepção de fala e o desenvolvimento da linguagem ocorrem na criança é o resultado de estudos teóricos e observações empíricas.

De acordo com Gama (1994), o estudo da percepção auditiva é necessário para a compreensão do desenvolvimento da linguagem oral, que depende diretamente da percepção de seus sons. Acrescenta ainda que há leis que governam o processo de percepção e produção da fala, ocorrendo, genericamente, por meio de duas vias: a via perceptual auditiva, que envia a informação auditiva até o córtex cerebral, e a via expressiva, que transforma a mensagem mental da fala em um ato motor. Portanto, a percepção de fala e a percepção auditiva são fenômenos que se inter-relacionam.

Percepção auditiva refere-se ao processamento de um sinal físico audível de sons padronizados e distribuídos no tempo, obedecendo toda a hierarquia de funções do sistema auditivo para a identificação e reconhecimento das propriedades físicas do sinal acústico (MACHADO, 2003; EISEMBERG, 1970 *apud* TEIXEIRA, *in* MENEZES *et al.*, 2005). Segundo Schochat (1996), após a detecção do sinal da fala pelo sistema auditivo periférico, as informações acústicas sobre a estrutura do espectro, frequência fundamental, intensidade, duração do sinal e amplitude, são recebidas e decodificadas pelo sistema nervoso auditivo central. Os padrões temporais e de espectro de sinal da fala são preservados na memória sensorial durante o período em que se processa essa análise. O resultado dessa interpretação corresponde às representações auditivas do sinal de fala que, por sua vez, são utilizadas para a classificação fonético-fonológica.

Kozlowski (1997) refere que os diferentes sistemas de percepção de fala propostos nos últimos anos são baseados nas áreas acústica, articulatória e na combinação entre ambas. Os diversos modelos pretendem encontrar uma explicação para o fenômeno de modificação

contínua de uma ou mais dimensões do sinal físico sem oferecer conseqüências na identificação dos fonemas.

Segundo Kozlowski (1997) e Gama (1994), dois modelos podem explicar a teoria da percepção de fala: o modelo passivo e o modelo ativo.

O modelo passivo considera o ouvinte como um ser passivo no processo de percepção de fala, uma vez que esse processo é tido como absolutamente fisiológico. Sua teoria defende que os aspectos fonológicos da fala humana são modificados por meio de localizações neurossensoriais receptivas (“*feature detectors*”). Estas localizações seriam inatas e estruturadas para detectarem e responderem aos diferentes parâmetros físicos dos aspectos acústicos, funcionando sobre combinação complexa de códigos acústicos, um sistema de códigos binários que pode discriminar vários pares de fonemas segundo a presença ou ausência de determinado traço, fornecendo um valor fonêmico de acordo com a língua falada. Esses traços combinam o aspecto acústico-articulatório que forma as diferentes línguas do mundo. São provenientes da capacidade do sistema ressoador-articulatório humano de transformar o som glotal e estão intimamente relacionados com o modo de articulação, o ponto de articulação e a sonoridade, que dependendo da forma assumida resulta em diferentes sons verbais, ou seja, diferentes fonemas (GAMA, 1994; KOSLOWSKI, 1997).

Os limites dos fonemas produzidos na cadeia de fala são bem definidos, facilitando a extração dos traços que os compõem. Além disso, os parâmetros físicos que estão presentes no sinal acústico da fala podem ser reconhecidos de maneira inata, permitindo a identificação das propriedades espaciais e temporais dos estímulos acústicos (FANT, 1960 *apud* GAMA, 1994; KOSLOWSKI, 1997).

Abbs e Sussman (1971 *apud* KOSLOWSKI, 1997) sugerem que os detectores de traços fonêmicos são inatos e fazem parte das capacidades neurológicas para desenvolvimento de

linguagem do organismo humano, necessitando apenas de ajustes de acordo com cada sistema lingüístico em particular.

Por outro lado, o modelo ativo de percepção de fala pode ser representado pela subdivisão em duas teorias: a teoria motora de percepção de fala e o modelo de análise e síntese. A teoria motora argumenta que o sinal de fala é primariamente submetido a uma análise acústica onde as características da estrutura espectral são extraídas, como a frequência, a intensidade e a duração dos sons produzidos. Os receptores neurosensoriais decodificam as unidades fonéticas relacionadas com os gestos articulatorios. Ou seja, a percepção relaciona-se com a produção da fala (KOSLOWSKI, 1997).

A teoria de análise e síntese defende que a relação entre os processos de percepção e produção de fala se dá a partir de uma representação abstrata das regras fonológicas utilizadas pelo falante na geração do sinal acústico. O ouvinte, por sua vez, processa a informação de acordo com o conhecimento das regras que determinam a produção dos sons de sua língua. Esta teoria consegue explicar o fenômeno da variação constante do sinal acústico, pois não existe um modelo predeterminado. Então, as experiências lingüísticas anteriores do falante determinam sua produção de fala. Ocorre uma análise preliminar das partes do enunciado que dependem de conhecimentos lexicais e sintáticos prévios e resultam na combinação dos sinais acústicos de entrada para gerar a produção de fala na saída. Portanto, para a compreensão de fala são utilizadas muitas pistas presentes no enunciado, além das características acústico-articulatorias (GAMA, 1994).

Machado (2003) acrescenta que a percepção dos sons da fala é a percepção dos fonemas organizados em seqüências particulares, ou seja, em palavras, de acordo com o sistema fonêmico da língua do falante. Assim, as inúmeras experiências de ouvir a fala permitem a memorização dessas seqüências, a generalização dos critérios de sua organização e o reconhecimento em si. A organização e a representação desses arranjos seqüenciais se dão em

regiões específicas do sistema nervoso central, constando do que se entende por percepção auditiva, cuja atividade tem relação direta com o desenvolvimento de linguagem.

Para Oliveira (2003), a produção fonológica se inicia a partir do momento em que a criança apresenta um estoque fonêmico e silábico suficiente para produzir a emissão de vocábulos necessários para a comunicação em língua nativa.

Aquino (2002) procura respostas para o processo de percepção em uma abordagem psicológica, contemplada nas teorias empiristas e nativistas, ancestrais da psicologia moderna. A teoria empirista defende que todo o nosso conhecimento vem de experiências sensoriais, onde, ao nascer, a mente humana seria como um “papel em branco”, à espera de experiências. A teoria nativista afirma que os seres humanos nascem equipados com categorias básicas de conhecimento do mundo físico ao seu redor.

Ainda segundo Aquino (2002), diversos psicólogos oferecem resistência a esta dicotomia defendendo uma posição interacionista para a aquisição da linguagem, onde afirmam que a origem das funções é provavelmente o resultado da interação entre as capacidades inatas e aprendidas. Todavia, há uma corrente que rejeita a teoria interacionista argumentando considerar o desenvolvimento como um processo no qual a questão principal não é quanto uma determinada função é originada pelos genes ou pela experiência ambiental, mas como se dá o processo que põe essa função em atividade.

De acordo com Machado (2003), a ação comunicativa que se instala no ambiente ao redor do bebê, necessária em qualquer interação social, está relacionada com a capacidade do ser humano de reagir e interpretar os sinais detectados no ambiente a partir dos conhecimentos já adquiridos. Essa visão do processo de aquisição da linguagem converge para a teoria de Albano (1999), que define a aquisição da linguagem a partir de um prisma construtivista-interacionista.

Grande parte das teorias que tratam a respeito da aquisição da linguagem é focada em observações empíricas. Stoel-Gammon (1990) afirma que uma teoria para ser considerada valiosa nessa área necessita: contemplar o conjunto de informações empíricas sobre o tema agrupando padrões gerais e peculiaridades individuais; explicar o aprendizado fonético e fonológico abordando os aspectos tradicionais e as possíveis variabilidades; estar correlacionada com as teorias sobre a percepção de fala, aquisição e produção fonológica; comprovar os possíveis padrões de aquisição e tipos de erros.

Por conseguinte, Gonçalves (1999) pontua que, ao final do desenvolvimento de linguagem, as crianças precisam distinguir os sons da fala pelas suas características físicas, que devem apresentar algum aspecto do sinal que permaneça invariável em todas as variações do mesmo fonema. Todavia, Gama (1994) enfatiza que a percepção de fala não se restringe à detecção do sinal físico, uma vez que depende também do domínio do ouvinte em relação à linguagem e de outros fatores extra-gramaticais relacionados às pistas fornecidas pelo falante, como por exemplo, o movimento articulatorio e a expressão facial.

Para uma melhor compreensão a respeito da percepção auditiva da fala, estão abordados a seguir alguns aspectos importantes referentes às características acústico-articulatórias da produção dos fonemas. Todavia, não se pode deixar de ressaltar que a fala não é composta de sons isolados, mas de seqüências de sons que agregam co-articulações, entoações, prosódia, pistas sintáticas e semânticas, chamados de aspectos supra-segmentais.

#### **1.4 Características da produção fonético-fonológica**

Na concepção de Callou e Leite (2001); Kent e Read (1992) e Ball (1993), a fala pode ser descrita sob o prisma da produção, da transmissão e da recepção (percepção), onde o momento da produção depende dos processos de elaboração do significado intencional, da

organização lingüística e do planejamento fonético da mensagem, bem como do processo acústico articulatório.

Segundo Balen (1997), a percepção dos sons da fala está interligada à identificação das variações fonéticas inseridas nas unidades da língua (fonemas), uma vez que fonética e fonologia são ciências interdependentes. Porém, Gama (1994) afirma que a presença de características invariantes é que dá suporte à fala para que essa seja entendida como tal, em uma determinada língua.

O contexto articulatório representa um dos fenômenos da variância da fala, pois não existem obstáculos na postura articulatória de um fonema para o outro, ou seja, as características acústico-perceptuais para a produção de um fonema são influenciadas sobremaneira pelo fonema vizinho. Isso é o que chamamos de fenômeno de co-articulação, que acontece dentro do contexto fonético, onde ocorre uma sobreposição e combinação dos padrões de movimentos requeridos por uma dada seqüência de fonemas produzidos. Assim, os articuladores movem-se para a posição de antecipação do próximo som, tanto na produção de consoantes para consoantes, como consoantes para vogais e vogais para vogais, onde o trato vocal se ajusta para se adequar à produção do fonema seguinte. No entanto, apesar do fenômeno de co-articulação, os fonemas continuam existindo em categorias distintas, com limites perceptuais bem definidos. Esses limites é que determinam as invariâncias da produção fonológica em cada língua (GAMA, 1994).

Embora os aspectos supra-segmentais da fala interfiram nos segmentais, conforme afirma Kent e Read (1992), apenas os segmentais serão comentados, pois os aspectos supra-segmentais não apresentam relevância para este estudo.

### **1.4.1 Aspectos segmentais da produção dos sons consonantais da fala**

Para a identificação de qualquer som, muitas pistas acústicas são necessárias. O sinal de fala é bastante redundante, uma vez que contém modelos acústicos invariantes para as características fonéticas (aspectos segmentais) e essa invariância se mantém entre os diversos falantes. O sistema perceptual é sensível às propriedades invariantes, fato que facilita nos processos de percepção da fala. Esta capacidade de percepção das invariâncias pode ser identificada já nas crianças pequenas, desde o primeiro ano de vida (GAMA, 1994; SCHOCHAT, 1996).

Os aspectos segmentais da fala são constituídos por vogais e consoantes. As vogais são sons produzidos pela abertura total do trato vocal e as consoantes são produzidas por vibrações periódicas e pela constrição parcial ou total do trato vocal (CALLOU; LEITE, 2001).

Os sons, de uma maneira geral, são produzidos a partir de uma corrente de ar agressiva que ocorre a partir da expiração e provoca variações de pressão subglótica. Ao chegar à laringe essa corrente de ar encontra nas pregas vocais uma resistência à sua passagem, podendo gerar uma vibração nas mesmas através de uma sucessão de aberturas e fechamentos, produzindo, assim, sons sonoros ou vozeados, onde a vibração é contínua durante toda a produção do som em questão. Quando essa vibração não ocorre, as pregas vocais permanecem abertas, produzindo sons surdos ou não-vozeados (SCHOSCHAT, 1996; CALLOU; LEITE, 2001).

Callou e Leite (2001) e Schoschat (1996) caracterizam as consoantes de acordo com o modo e o ponto de articulação, bem como pela presença ou não de vozeamento (traço de sonoridade). Quanto ao modo de articulação podem ser plosivas ou oclusivas, fricativas, nasais ou líquidas (vibrantes e laterais). O modo de articulação corresponde às modificações

que ocorrem na corrente de ar através da sua passagem pelas cavidades supra-glóticas, onde os articuladores podem fechar completamente o trato vocal por um período curto ou relativamente longo, gerando um espaço estreito para a passagem do ar ou modificando a forma do trato vocal no momento da aproximação de um articulador ao outro.

Na concepção de Gama (1994); Schoschat (1996); Callou e Leite (2001) e Oliveira (2003), quanto ao modo de articulação as consoantes apresentam as seguintes características:

- a) As consoantes plosivas (/ p /, / b /, / t /, / d /, / k / e / g /) possuem maior explosão de ruído e interrupção do fluxo sonoro, e o silêncio acaba em torno de 40 a 120 ms no fluxo da fala. Ocorre uma total interrupção da corrente de ar, gerando um silêncio seguido de uma breve explosão.
- b) As consoantes fricativas (/ f /, / v /, / s /, / z /, / š / / ž /) também são caracterizadas pela presença de um ruído e a duração do silêncio é comparada às plosivas, porém, existe uma duração maior nos componentes do ruído, que tem duração aproximada de 70 a 140 ms, ou seja, mais contínuo. O grau de constricção do trato vocal é bem definido, formando um pequeno orifício através do qual o ar pode passar. O ( s ) com acento circunflexo invertido representa o som de “ ch ” e o ( z ) de “ j ”.
- c) As consoantes nasais (/ m /, / n / e / ñ /) são produzidas pela oclusão da cavidade oral, sendo o ressonador a cavidade nasal. São similares às vogais na sua produção, a partir do abaixamento do véu palatino e abertura da cavidade nasal. O ( ñ ) representa “ nh ”
- d) Na produção das consoantes laterais vibrantes (/ R / e / r /) os articuladores (língua ou úvula sobre o palato) vibram, obstruindo de maneira intermitente a passagem do ar. O ( R ) representa “ rr ”, como em “carro” e corresponde a uma vibrante múltipla e o ( r ) representa uma vibrante simples, com uma ou duas vibrações, como em “aro”.

e) As consoantes líquidas laterais (/ l / e / λ /) são produzidas pelo escape de ar lateral na cavidade bucal, devido ao posicionamento dos articuladores no centro da passagem de ar. O ( λ ), no português, representa o “ lh ” como na palavra “alho”. Esses fonemas, na concepção de Jakobson (1963), *apud* Oliveira (2003) são bastante complexos e considerados tanto vocálicos como consonânticos. Como exemplos destacam-se as palavras: “mau” e “mal”; “caia” e “calha”.

O ponto articulatorio, conforme Gama (1994); Schoschat (1996); Callou e Leite (2001) e Oliveira (2003) é caracterizado de acordo com o local em que os articuladores entram em contato. As consoantes podem ser divididas em bilabiais (os dois lábios em contato como articuladores: / p /, / b /, / m /); labiodentais (dentes incisivos superiores e lábios inferiores em contato: / f /, / v /); linguo-dentais (ápice da língua contra os dentes superiores: / t /, / d /, / n /, / l /, / r /); linguo-alveolares (ponta da língua - contato convexo - contra os alvéolos: / s /, / z /); linguo-palatais (parte frontal da língua – dorso - contra o palato duro: / ñ / e / λ /, / š / e / ž /) e velares (terço posterior do dorso da língua contra o véu palatino: / k /, / g /, / R /).

Quanto ao traço de sonoridade, segundo Schoschat (1996), ocorre que para as consoantes vozeadas a vibração é contínua durante toda a vibração do som, porém, quando o som é não vozeado essa vibração cessa por um tempo apreciável. Outra pista importante sobremaneira é o Tempo de Início de Sonorização (*voice onset time* – VOT). Russo e Behlau (1993) consideram o VOT suficiente para diferenciar os sons plosivos do português quanto ao traço de sonoridade, onde para os sons não vozeados, o VOT é menor nos fonemas labiais, seguido dos anteriores e por fim os posteriores.

### 1.4.2 Descrição das consoantes sob o prisma articulatório e acústico perceptual

As características articulatórias e acústicas que compõem a produção dos sons consonantais fornecem ao ouvinte pistas visuais e auditivas como mecanismos facilitadores para a identificação e discriminação entre um fonema e outro (KENT; READ, 1992; RUSSO; BEHLAU, 1993; GAMA, 1994).

A seguir estão descritas as principais características articulatórias e acústicas referentes à produção dos sons das consoantes fricativas e líquidas, relacionadas com os desvios fonológicos observados nos participantes desta pesquisa.

#### a) As consoantes fricativas

Na produção dos sons fricativos, segundo Russo e Behlau (1993), quanto mais a fonte sonora se aproxima dos lábios, mais aguda é a frequência natural de ressonância do trato vocal, ou seja, quanto menor é o volume da região anterior à fonte sonora, mais agudo é o som produzido.

Dessa forma, Kent e Read (1992); Russo e Behlau (1993) e Gama (1994) enfatizam que as consoantes / š / e / ž /, com maior concentração de energia em torno de 1500Hz até 7000Hz são mais graves do que / s / e / z /, que estão concentradas em torno de 3600Hz até 7000Hz. As consoantes / f / e / v / possuem um espectro de frequência difuso, entre 1200Hz e 7000Hz, com discreto aumento de energia entre 6000Hz e 7000Hz, sendo que / v / possui uma área de energia que pode ser iniciada em aproximadamente 500Hz, portanto, apresentando uma faixa de frequência ainda maior do que / f /.

De uma maneira geral, as consoantes fricativas vozeadas possuem faixa de frequência mais grave do que as não-vozeadas, onde os sons mais agudos são / s / e / z /, seguidos por

/ f / e / v / ; / š / e / ž /. Os sons de maior duração são / š / e / ž /, seguidos por / s / e / z / e depois / f / e / v /. A intensidade média das fricativas está entre 15 e 25 dB. As consoantes / f / e / v /, além de possuírem espectro de frequência difuso e curta duração são sons de fraca intensidade, de tal maneira que, tanto no português como em outras línguas, alguns indivíduos praticamente não apresentam nenhuma área visível na análise espectrográfica da produção desses sons (RUSSO e BEHLAU, 1993; GAMA, 1994).

A intensidade reduzida das consoantes fricativas / f / e / v /, mais fracas de todas as consoantes do português, especialmente / v /, de acordo com Russo e Behlau (1993) ocorre pelo tipo de estreitamento formado na zona de constrição do som. Fant (1960 *apud* RUSSO e BEHLAU, 1993) sugere que esses sons deveriam ser descritos como um fraco ruído de banda larga, sem ressonâncias observáveis.

Yavas (1998) descreveu a ordem de aquisição fonológica dos fonemas fricativos como tendo início pelos anteriores e depois os posteriores, ou seja, / f / e / v / antes de / s / e / z /, e por último, / š / e / ž /. Hernandorena (1990 *apud* BALEN, 1997) em discordância com Yavas (1998) descreve, ao estudar o desenvolvimento fonológico normal de crianças na faixa etária de 2 anos a 4 anos e 3 meses, que / z /, / s / e / ž / são os últimos segmentos fonéticos fricativos adquiridos pelas crianças, ocorrendo por volta dos quatro anos de idade.

Balen (1997) acrescenta que os segmentos fricativos, em especial / š / e / ž /, que são comumente substituídos por / s / e / z /, não são apenas os últimos a serem adquiridos, pois também são os que apresentam maior ocorrência nas alterações da fala. Quanto à percepção acústica desses segmentos, questiona se não poderia haver uma relação entre o desenvolvimento fonético-fonológico e o auditivo, uma vez que / š / e / ž / apesar de possuírem um ruído de fricção mais longo, apresentam uma faixa de frequência mais baixa do que / s / e / z /.

Balen (1997) enfatiza a ocorrência, em algumas regiões do Brasil, de consoantes ‘africadas’. Essas ([ c ] e [ j ]) seriam uma variação alofônica de / t / e / d /. Assim, a produção de [ tia ] e [ dia ] pode ser representada por [ cia ] e [ jia ], respectivamente, de acordo com o local de origem do falante, não podendo ser considerada como erro ou substituição.

Kent e Read (1992) descrevem os sons africados como possuidores de duas fases na sua produção, onde na primeira, ocorre a obstrução do trato vocal, assim como nas plosivas, e na segunda, ocorre a liberação de um ruído de fricção, como nas fricativas.

#### b) As consoantes líquidas

Alguns autores, tais como Russo e Behlau (1993), subdividem as consoantes líquidas em: líquidas laterais (/ l / e / λ /) e líquidas vibrantes (/ r / e / R /), onde o som / R /, ao ser produzido de modo aspirado como na cidade de São Paulo é o resultado de uma constrição entre o dorso da língua e o véu palatino, promovendo uma excitação em praticamente todo o tubo de ressonância, produzindo picos de energia distribuídos em uma larga faixa de frequência (800 a 6500 Hz), com um espectrografia semelhante às fricativas, porém, com maior concentração de energia entre 1000 e 2000Hz.

Com relação tempo de produção, as consoantes líquidas / l / e / r / são similares às plosivas, conforme descrição de Kent e Read (1992) devido à rapidez de produção, porém, com menor constrição do trato vocal tanto em comparação com as plosivas quanto às fricativas e africadas. Segundo o autor, o / l / é foneticamente produzido a partir do posicionamento da ponta da língua na região alveolar, gerando uma pequena oclusão do trato vocal, enquanto o / r / promove um estreitamento do trato vocal, sem oclusão total.

As principais pistas não variáveis facilitadoras para a discriminação entre os fonemas / l / e / r /, de acordo com Kent e Read (1992); Russo e Behlau (1993) e Gama (1994)

consistem em diferenças acústicas e não no ponto de articulação. A continuidade e duração da transição de F1 em / r / é diferente de / l /. Na produção do / r / existe uma curta continuidade e longa duração de transição, já no / l /, uma longa continuidade e curta duração de transição. O início da frequência para F2 e F3 é mais baixo em / r / do que em / l /. Porém, as diferenças acústicas em F3 são as mais importantes para a distinção, pois o primeiro e o segundo formantes são relativamente semelhantes (em torno de 350 Hz para F1 e 950 Hz para F2), mas em F3, o / l / está em torno de 3000 Hz e o / r / em torno de 1500 Hz, facilitando na diferenciação entre um fonema e outro.

Gama (1994) acrescenta que o tempo de aparecimento da consoante para a vogal (CV) também representa uma pista de diferenciação, onde para / l / é de 40ms e para / r / de 50ms. Informa ainda que / λ / apresenta um tempo ainda menor e que a intensidade de produção desses três fonemas gira em torno de 40dBNA.

Durante o processo natural de aquisição de linguagem pela criança, as consoantes líquidas são as últimas a serem adquiridas e as que mais comumente aparecem alteradas na fala. O / R / é, geralmente, adquirido até os dois anos e sete meses, o / λ / e o / r / até os três anos e sete meses. O / l / e o / R / no início de sílaba início da palavra podem ser omitidos até os três anos e cinco meses, em início de sílaba dentro da palavra são omitidos até os quatro anos e três meses e em final de sílaba final da palavra até os três anos e sete meses. A substituição desses fonemas em todas as posições descritas pode ocorrer até os quatro anos de idade (YAVAS, 1998; LAMPRECHT, 1993; HERNANDORENA, 1990 *apud* BALEN, 1997).

Segundo Lamprecht (1993), a ordem natural para aquisição das líquidas é inicialmente o / l /, depois o / λ / e o / R /, e por último, o / r /.

Balen (1997) sugere a hipótese da existência de uma relação entre a ordem de aquisição fonológica das consoantes líquidas e as características acústicas desses segmentos. Enfatiza

que o / r / é um fonema produzido por uma duração de oclusão muito menor do que as demais líquidas, porém, a transição de F2 e F3 em / r / é mais baixa e de maior duração do que as transições de / l /, que são mais altas, embora a pista mais importante de diferenciação do ponto articulatorio nesse caso seja a presença de F3.

De acordo com Balen (1997), as principais pistas utilizadas pelos ouvintes para percepção dos sons, isoladamente, são as relacionadas com as características acústicas. Para a diferenciação do modo articulatorio são as pistas de transição do primeiro formante e para a diferenciação do ponto articulatorio, as pistas de transição do segundo e terceiro formantes. Além das faixas de frequências das transições dos formantes, a velocidade de transição e a duração (influenciadas pelos sons adjacentes) também possuem importância sobremaneira.

### **1.5 Desvio fonológico**

Nas duas últimas décadas, a aplicação das teorias lingüísticas nos estudos das patologias da linguagem, incluindo o desvio fonológico, atingiu um crescimento considerável. Este fato representou importância fundamental para o surgimento da Lingüística Clínica, uma área de atuação que se encarrega de estudar, entre outras abordagens, o desvio fonológico (YAVAS; HERNANDORENA; LAMPRECHT, 2002).

Uma proporção apreciável das crianças identificadas com dificuldades para aprendizagem da linguagem falada demonstra problemas específicos com a pronúncia de sua língua. Essas crianças apresentam capacidade para estruturar gramaticalmente enunciados longos e apropriados ao contexto, vocabulário extenso e conseguem compreender bem a linguagem falada. No entanto, o momento da produção de fala pode transcorrer com enunciados ininteligíveis, mesmo na ausência de uma patologia orgânica aparente que possa

justificar as dificuldades com a pronúncia. Essas crianças apresentam desvio fonológico (GRUNWELL, 1990).

Yavas; Hernandorena e Lamprecht (2002) definem desvio fonológico como uma alteração no desenvolvimento fonológico em relação ao modelo padrão, sem que haja uma etiologia orgânica aparente. Informam que esse problema atualmente é denominado de desvio fonológico evolutivo, pois a dificuldade encontra-se na organização do sistema fonológico e não na articulação. Segundo os autores, essa visão veio modificar o enfoque adotado para análise da fala das crianças com desvio fonológico, onde a atenção principal passou para o componente fonológico da produção, não mais para o ato motor ou fonético.

Segundo Grunwell (1990), as principais características encontradas nos casos de desvio fonológico são:

- a) Fala espontânea pode ser ininteligível, resultante, sobretudo, de desvios na produção de consoantes;
- b) Idade superior a quatro anos, pois a partir desse estágio as crianças com desenvolvimento de linguagem dentro dos padrões da normalidade já devem dominar o sistema fonológico de sua língua;
- c) Audição normal para percepção de fala;
- d) Inexistência de anormalidades anatômicas ou fisiológicas nos mecanismos relacionados com a produção de fala;
- e) Inexistência de disfunção neurológica relevante à produção de fala;
- f) Capacidade cognitiva adequada ao desenvolvimento da linguagem falada;
- g) Compreensão da linguagem falada de acordo com a idade mental;
- h) Capacidade de linguagem expressiva bem desenvolvida com relação ao domínio de vocabulário extenso o suficiente para permitir a elaboração de enunciados longos.

Grunwell (1990) ainda acrescenta que essas são as características observadas em crianças com desvio fonológico específico. Porém, em alguns casos, as crianças podem apresentar atraso no desenvolvimento de outros aspectos da produção de fala, como na sintaxe e na morfologia, além de dificuldades com o vocabulário. Essas dificuldades lingüísticas podem ser indicadores de uma inabilidade geral para o aprendizado da linguagem, onde o desenvolvimento fonológico não é fator específico, mas faz parte do problema global.

Entre outros fatores, as dificuldades apresentadas por crianças com desvio fonológico podem englobar a discriminação de diferentes fonéticas; o reconhecimento de contrastes fonológicos e das representações desses contrastes no léxico; o uso inadequado das regras fonológicas promovendo uma modificação em sons que são padrões na fala e articulação imprecisa dos fonemas. Essas dificuldades representam um desvio que envolve o processo de aquisição criando padrões atípicos associados ao produto de aquisição. Como exemplo pode ser citada uma criança que adquire uma ampla gama de fonemas, porém um conjunto restrito de tipos de sílabas, criando um sistema diferente do de uma criança da mesma idade, com desenvolvimento de linguagem falada padrão (GRUNWELL, 1990; MOTA, 2001; WERTZNER, 2004).

As diferenças cronológicas entre o desenvolvimento da linguagem falada de uma criança com desvio fonológico e outra que apresenta o desenvolvimento padrão são as principais peculiaridades que fazem identificar um desvio fonológico evolutivo, uma vez que, os mesmos padrões incomuns podem ser observados em crianças mais jovens, cujo desenvolvimento é enquadrado como normal (GRUNWELL, 1990).

Para Grunwell (1990), a pronúncia das crianças com desvio fonológico evolutivo, em geral, tem algum grau de sistematicidade, previsibilidade, organizada com uma série de estratégias que normalmente são evidenciadas no início da aquisição da linguagem. Essas

crianças inventam suas próprias regras, o que sugere que os problemas fonológicos se originam de uma incapacidade de fazer progressos na aprendizagem fonológica.

Wertzner (2004) complementa afirmando que o desvio fonológico pode afetar a produção e a representação mental dos sons da fala de uma determinada língua, fato que promove um grande impacto na articulação e no conhecimento internalizado da língua. Dessa forma, existe um comprometimento fonético e outro fonêmico. O primeiro é responsável pela inabilidade na articulação dos sons. O último pode afetar o modo pelo qual a informação sonora é armazenada e representada no léxico mental ou acessada e recuperada cognitivamente.

Atualmente, o enfoque mais utilizado para a avaliação clínica de crianças com desvio fonológico baseia-se na análise dos processos fonológicos. Esses podem ser definidos como uma simplificação sistemática que é inerente à fala da criança e que ocorre em uma seqüência de sons. Os processos fonológicos funcionam como facilitadores para a aquisição posterior de fonemas com produção articulatória mais complexa. Assim, as consoantes plosivas (p; b; t) são adquiridas antes das fricativas (v; f; s) em decorrência das últimas possuírem maior grau de dificuldade. Em conseqüência é comum se encontrar a substituição de fricativas por plosivas em crianças com desvio fonológico, através do chamado processo de plosivação (exemplo: vassoura por bazora; sabe por tabi; faca por paka) (WERTZNER, 2004; YAVAS; HERNANDORENA; LAMPRECHT, 2002).

Stampe (1973 *apud* YAVAS; HERNANDORENA; LAMPRECHT, 2002) se refere a processo fonológico como uma operação mental que se aplica à fala para substituir, em lugar de uma classe ou seqüência de sons que apresentam uma dificuldade específica comum, uma alternativa idêntica em todos os outros sentidos, porém com um menor grau de dificuldade para a produção. Dessa forma, Yavas; Hernandorena e Lamprecht (2002) defendem a opinião de que os processos fonológicos são naturais e inatos.

Dentre os processos fonológicos observados em crianças, há quatro tipos considerados mais comuns por diversos autores. Esses tipos são citados e descritos por Lowe (1996); Mota (2001) e Yavas; Hernandorena e Lamprecht (2002) da seguinte maneira:

1. Processo de estruturação silábica: redução do encontro consonantal das palavras à estrutura consoante-vogal (CV). Nesse processo pode ser encontrado:
  - a. Eliminação da consoante fricativa final. Ex: [dois] – [doy]
  - b. Redução de encontro consonantal. Ex: [klase] – [kasi]
  - c. Eliminação de sílaba átona. Ex: [helicóptero] – [likopi]
  - d. Reduplicação (repetição de uma sílaba na mesma palavra). Ex: [ma] – [mama]
2. Processo de substituição: ocorrem mudanças de um som para outro, de outra classe, às vezes atingindo toda classe de sons. Nesse processo pode ser encontrado:
  - a. Plosivização: substituição de consoantes fricativas por plosivas. Ex: [faca] – [paca]
  - b. Apagamento de estridência: um som estridente [f, v, s, z] é apagado ou substituído por um não estridente. Ex: [sapo] – [chapo]
  - c. Anteriorização: substituição de uma velar ou palatal por uma alveolar ou labial: Ex: [chapéu] – [sapew]; [chave] – [savi];
  - d. Posteriorização: substituição de uma consoante labiodental, dental ou alveolar por uma palato-alveolar ou velar. Ex: [camisa] – [kamiža]; [sapo] – [chapo]
  - e. Semivocalização da líquida: substituição ou simplificação de líquidas por glides (semivogais). Ex: [cabelo] – [kabeyu]
3. Processo de assimilação: os sons mudam tornando-se similares àquele que vem antes ou depois dele. Subdivide-se em:
  - a. Assimilação velar: ocorre quando um som alveolar muda, ficando mais parecido a uma consoante velar. Ex: [kaza] – [gaza]

- b. Assimilação labial: Ocorre quando uma consoante não-labial é substituída por uma consoante labial numa palavra que contém uma consoante labial. Ex: [mala] – [mama]
  - c. Assimilação Nasal: assimilação de uma consoante não-nasal por uma consoante nasal onde o ponto de articulação da consoante afetada pode ser assimilado. Ex: [napa] – [nama]
  - d. Sonorização pré-vocálica: mudança de uma obstruinte surda (fricativa, africada ou plosiva) para uma sonora quando precede uma vogal dentro da mesma sílaba. Ex: [tesoura] – [Êizora]
4. Processos Incomuns ou idiossincráticos: padrões de erros que nunca foram documentados em crianças com desenvolvimento de linguagem dentro do padrão normal; ou que ocorrem raramente nessa população. Como exemplo pode ser citado o processo de metátese, que envolve a reordenação ou transposição de sons dentro de uma mesma palavra. Ex: [telefone] – [tefelone]; [pregos] – [pergus].

Segundo Lowe (1996), os processos fonológicos tendem a ser eliminados conforme o avançar da idade das crianças, tal como demonstrado no quadro a seguir.

**Quadro 3. Perfil do desenvolvimento fonológico**

IDADE	PROCESSO FONOLÓGICO
9 meses – 1 ano e 6 meses (estágio I)	Variação individual nas consoantes usadas nas primeiras palavras; variação fonética na pronúncia; utilização processos de simplificação.
1 ano e 6 meses – 2 anos (estágio II)	Reduplicação Harmonia consonantal Apagamento da consoante final Redução de encontro Anteriorização de velares Plosivização Semivocalização
2 anos – 2 anos e 6 meses (estágio III)	Apagamento da consoante final Redução de plosivação Anteriorização das velares Encontro Semivocalização
2 anos e 6 meses – 3 anos (estágio IV)	Apagamento da consoante final Redução de encontro Plosivização Anteriorização Semivocalização
3 anos – 3 anos e 6 meses (estágio V)	Aparecem encontros Plosivização Anteriorização Semivocalização
3 anos e 6 meses – 4 anos e 6 meses (estágio VI)	Encontros estabelecidos Palatalização Semivocalização

Fonte: LOWE, 1996.

Stoel-Gammon (1990) informa que as teorias relacionadas ao desenvolvimento fonológico tratam, especialmente, do desenvolvimento considerado padrão de normalidade. Segundo a autora, cada teoria aborda alguns aspectos relacionados ao desvio fonológico, porém, nenhuma consegue lidar facilmente com todas as particularidades existentes nesse fenômeno. Provavelmente, as limitações consistem, em grande parte, no fato de que as teorias atuais tendem a focar um determinado aspecto do sistema fonológico em desenvolvimento, como, por exemplo, a ordem de aquisição dos sons da fala, os tipos comuns de erros ou as diferenças individuais.

No entanto, ainda de acordo com Stoel-Gammon (1990), para que uma teoria fosse capaz de abranger todos os aspectos relacionados ao desenvolvimento fonológico, necessariamente, teria que enfatizar os mecanismos envolvidos na fala e na audição, os padrões comuns e as diferenças individuais, partindo da premissa de que existe uma base comum auditivo-articulatória compartilhada pelos seres humanos (componente auditivo-perceptual – “*input*” lingüístico), porém, esta funciona correlacionada com o sistema cognitivo (responsável por reconhecer, estocar e testar as regras do “*output*” (produção), além de comparar “*input*” com “*output*”). A base comum poderia então explicar as semelhanças no desenvolvimento, enquanto o sistema cognitivo responde pelas características individuais. Além disso, um componente neuromotor responsável pelo planejamento e execução dos movimentos articulatorios.

## 2. Processamento auditivo

O processamento auditivo, conforme Frota e Pereira (2004) passou a ser amplamente estudado a partir da década de 1960, com a principal finalidade de esclarecer as dificuldades auditivas presentes em pessoas com limiares audiométricos dentro da normalidade, porém com queixas envolvendo a percepção auditiva, muito comum em crianças que apresentam inabilidade em manipular os sons da fala.

A audição é um sistema funcional que serve para receber as vibrações sonoras e convertê-las em sinais apropriados para transmissão ao longo das fibras nervosas do sistema nervoso central. A percepção do som ocorre a partir de um complexo processamento desses sinais. Partindo dessa premissa, a audição pode ser compreendida através de uma abordagem anátomo-fisiológica e de uma visão biológica, pois, tanto requer integridade dos sistemas e conexões responsáveis pelo mecanismo, quanto depende de um processo de apreensão de experiências e conhecimentos subjetivos através do sistema sensorio, que possibilita ao organismo a interação com o ambiente (MACHADO, 2003).

Processamento auditivo se refere aos processos envolvidos na detecção e interpretação de eventos sonoros verbais e não verbais, portanto envolve o sistema auditivo periférico (orelha externa; orelha média; orelha interna e VIII par craniano) e, predominantemente, as estruturas do sistema auditivo central (tronco cerebral; vias subcorticais; córtex auditivo no lobo temporal e corpo caloso - área de associação inter-hemisférica). Depende de capacidades inatas e adquiridas a partir de informações acústicas. Começa a ser desenvolvido desde o primeiro ano de vida (PEREIRA, 1997; PEREIRA e CAVADAS, 2003).

Schochat (1998) e L. Souza; V. Souza (2002) definem processamento auditivo como a interpretação e decodificação dos eventos sonoros, ou seja, o modo como se constrói a partir do sinal auditivo recebido para tornar a informação funcionalmente útil. Na concepção de

Alvarez *et al.* (2003), processamento auditivo é um conjunto de habilidades específicas que o indivíduo depende para interpretar o que ouve. Tais habilidades são mediadas pelos centros auditivos localizados no tronco encefálico e no cérebro. Por isso, muitos autores utilizam a denominação de processamento auditivo central.

Dentre as habilidades envolvidas no processamento auditivo, Alvarez *et al.* (2003); Pereira e Cavadas (2003) destacam:

1. Detecção do som: é identificação da presença de som. Esta habilidade começa a ser desenvolvida desde o quinto mês de vida intra-uterina, onde o feto já é capaz de detectar sons do corpo e a voz materna, pois nesse momento o sistema auditivo periférico já se encontra pronto para iniciar suas atividades. A detecção de sons está relacionada com a acuidade auditiva. Continua sendo desenvolvida durante o primeiro ano de vida.
2. Atenção auditiva: também chamada de atenção seletiva. É a habilidade de focar em um determinado estímulo sonoro mesmo em meio a outros sons competitivos ou estímulos visuais. Essa habilidade está relacionada à maneira como o indivíduo se mostra atento à fala e a outros sons não verbais. De acordo com Machado (2003), os processos mentais são organizados com base na atenção, uma vez que o conhecimento se constrói a partir da atenção em sinalizações.
3. Sensação sonora: é a habilidade que permite a recepção de um estímulo via sentido da audição. A sensação é própria do indivíduo. A partir da sensação um som pode ser identificado como forte ou fraco, grave ou agudo. A partir da sensação a voz pode ser classificada quanto ao '*picht*' – sensação de frequência e ao '*loudness*' – sensação de intensidade.
4. Localização sonora: é a habilidade de identificar o local de origem do som. É um processo importante no desenvolvimento da percepção espacial e no

desenvolvimento da atenção seletiva. Continua a ser desenvolvida durante os três primeiros anos de vida. Para a localização sonora é necessária a discriminação da diferença de tempo e intensidade interaural.

5. Discriminação auditiva: é a habilidade relacionada com a capacidade de perceber características diferenciais entre sons distintos. A partir dessa habilidade o indivíduo é capaz de perceber diferenças mínimas de frequências, intensidades e tempo de duração de um som. É fundamental para a percepção de traços distintivos na produção dos sons da fala.
6. Associação auditiva: é a capacidade de associar o estímulo sonoro a outras informações já armazenadas de acordo com as regras da língua. Reflete a habilidade do indivíduo para receber fragmentos de informações auditivas, analisá-los e dar a eles significado próprio. Depende das habilidades de memória e reconhecimento.
7. Reconhecimento: é a habilidade de identificar um estímulo sonoro previamente conhecido. É um processo aprendido que começa a se desenvolver no primeiro ano e continua pelo resto da vida, cada vez com maior complexidade. A partir dessa habilidade os bebês começam a identificar a voz materna, o chamado do próprio nome e, posteriormente, os enunciados referentes à sua língua.
8. Compreensão: é um processo totalmente aprendido que envolve o desenvolvimento cognitivo. Começa a ser desenvolvida no primeiro ano de idade e continua sendo aprimorada conforme o aumento da faixa etária. Pode ser observada quando as crianças, por exemplo, começam a reagir a comandos verbais simples, tais como: bate palma! Cadê a mamãe?
9. Integração: é a habilidade de relacionar informações auditivas com informações de diferentes modalidades sensoriais. Permite que o sistema auditivo use a informação de maneira rápida e eficiente através da conexão com diferentes centros sensoriais.

10. Memória: é o processo que permite ao indivíduo armazenar informações acústicas para recuperá-las quando necessário. É fundamental para todas as habilidades já descritas, além da habilidade de organização de saída, abordada a seguir. O bom desempenho no processo de compreensão e produção da fala durante a comunicação depende da memória da seqüência de sons.

11. Organização de saída: é o conjunto de habilidades de seqüencialização, organização e evocação de estímulos auditivos previamente apreendidos para o planejamento da emissão de respostas ou produção de enunciados. Depende de todas as habilidades descritas anteriormente.

Dentre os muitos eventos sonoros recebidos via sentido da audição, a fala é o mais significativo e importante. Para a decodificação e interpretação da fala, o indivíduo utiliza redundâncias intrínsecas e extrínsecas. As redundâncias intrínsecas correspondem às múltiplas vias e tratos do sistema auditivo central e ao componente cognitivo. As redundâncias extrínsecas são relacionadas com as diversas pistas sobrepostas na própria língua, ou seja, informações acústicas, sintáticas, semânticas, morfológicas e lexicais. Essas redundâncias tornam-se fundamentais para a compreensão da fala, especialmente em situações de difícil escuta, como, por exemplo, em locais ruidosos ou com reverberação (SCHOCHAT, 1997).

Conforme Machado (2003), o sistema nervoso auditivo é bastante redundante levando-se em conta o número de fibras nervosas e a composição de suas estruturas. As fibras que partem da cóclea, em torno de trinta mil, se multiplicam no tronco cerebral atingindo o número de cem mil, e aproximadamente dez milhões ao atingirem o córtex auditivo. Dessa forma, a transmissão e a estabilização do sinal acústico nas vias nervosas ficam garantidas, como resultado das redundâncias intrínsecas oferecidas pelo sistema.

Schochat (1997) complementa afirmando que durante uma avaliação do processamento auditivo a redução das redundâncias extrínsecas representa a base fundamental do exame, uma vez que a finalidade de qualquer teste com essa abordagem é verificar a integridade do sistema auditivo e suas redundâncias intrínsecas, ou seja, a capacidade individual para interpretação dos eventos sonoros.

Parra *et al.* (2004) lembram que, para a realização da bateria de testes que avaliam o processamento auditivo, ou mesmo em situações onde será realizado apenas um teste isolado, como em diversas pesquisas, é necessário o conhecimento prévio do comportamento auditivo periférico, motivo pelo qual as informações obtidas na anamnese audiológica, audiometria tonal, audiometria vocal e medidas de imitação acústica não podem ser descartadas, e sim, pesquisadas anteriormente a qualquer outro procedimento.

A desordem de processamento auditivo é um distúrbio da audição onde ocorre um impedimento ou dificuldade nas habilidades envolvidas no mecanismo de análise e/ou interpretação dos eventos sonoros (PEREIRA, 1997). Conforme L. Souza e V. Souza (2002), a *American Speech Language Hearing Association – ASHA* (1995) determina que na desordem de processamento auditivo, o distúrbio pode envolver uma ou mais habilidades auditivas.

Para Pereira e Cavadas (2003), um distúrbio da audição pode acontecer em decorrência de dois aspectos. O primeiro é a perda auditiva (impedimento ou dificuldade na captação de energia sonora), o segundo é a desordem do processamento auditivo, onde há uma inabilidade para interpretar padrões sonoros decorrente de um prejuízo da capacidade biológica inata do organismo de um indivíduo e/ou pouca experiência em um meio ambiente acústico (privação sensorial).

Na concepção de L. Souza e V. Souza (2002); Pereira e Cavadas (2003) existem diversas manifestações características de indivíduos com desordem do processamento

auditivo. Essas manifestações podem ser comportamentais, normalmente relatadas pelos pais das crianças com o problema, ou identificadas como prejuízos de ordem clínica, observados durante a avaliação do processamento auditivo por um profissional capacitado.

Conforme L. Souza; V. Souza (2002); Machado (2003); Alvarez *et al.* (2003); Pereira e Cavadas (2003), as principais manifestações encontradas em crianças com desordem do processamento auditivo podem ser categorizadas da seguinte maneira:

#### 1. Principais queixas e alterações comportamentais:

- ✓ Dificuldade para manutenção da atenção ao som, gerando problemas para compreensão da linguagem;
- ✓ Não conseguir isolar sons dentro da palavra;
- ✓ Não compreender instruções longas, não gostar de histórias;
- ✓ Tempo de latência aumentado para a emissão de respostas e/ou respostas inconsistentes ao estímulo auditivo recebido;
- ✓ Dificuldades para a escuta em ambientes desfavoráveis;
- ✓ Dificuldades em associar letras do alfabeto ao respectivo som;
- ✓ Problemas na produção de fala, especialmente nos fonemas / r / e / l /;
- ✓ Dificuldades de discriminação dos sons da fala na presença ou não de estímulos simultâneos ou competitivos;
- ✓ Problemas de linguagem expressiva envolvendo regras gramaticais da língua;
- ✓ Dificuldades para compreender o que lê;
- ✓ Problemas com o desempenho escolar;
- ✓ Dificuldades para compreender enunciados com duplo sentido;
- ✓ Distração;
- ✓ Hiperatividade ou hipoatividade.

## 2. Principais prejuízos de ordem clínica:

- ✓ Dificuldade de localização sonora;
- ✓ Problemas com a memória auditiva para sons em seqüência;
- ✓ Dificuldades para discriminação auditiva, resolução temporal e de freqüência (não perceber diferenças de intensidade, freqüência e duração);
- ✓ Desempenho inferior nos testes que exigem compreensão oral-verbal, em comparação àqueles com atividades motoras;
- ✓ Problemas com figura-fundo.

A avaliação do processamento auditivo central, de acordo com Pereira (1997) permite o diagnóstico do processo gnóstico auditivo do indivíduo. É considerada agnosia auditiva uma desordem no reconhecimento auditivo decorrente de alterações nas vias auditivas e/ou no córtex auditivo.

Segundo L. Souza e V. Souza (2002), as principais habilidades auditivas testadas durante uma avaliação do processamento auditivo são: detecção do som e atenção seletiva, localização auditiva, discriminação auditiva, reconhecimento e compreensão (incluindo memória e seqüência).

A bateria de testes possíveis de serem realizados durante uma avaliação do Processamento auditivo engloba tarefas monóticas (os sons são apresentados em uma orelha de cada vez), dicóticas (estímulos auditivos diferentes são apresentados nas duas orelhas simultaneamente), e dióticas (estímulos apresentados nas duas orelhas simultaneamente, em campo livre) (L. SOUZA; V. SOUZA, 2002).

De acordo com a atividade realizada durante a avaliação do processamento auditivo, Diferentes modalidades sensoriais podem estar envolvidas. Nas tarefas onde o indivíduo deve ouvir e produzir oralmente as respostas solicitadas, apenas a modalidade sensorial auditiva

está em questão. Caso o indivíduo seja solicitado a apontar figuras ou palavras após ouvir o estímulo, as modalidades sensoriais auditiva e visual estão envolvidas (PEREIRA, 1997).

## **2.1 Resolução temporal**

Para que ocorra o processamento auditivo, de acordo com Frota e Pereira (2004), inúmeros mecanismos fisiológicos auditivos são necessários, entre eles, o de discriminação dos processos temporais do som.

Resolução temporal, segundo Williams e Perrott (1972 *apud* BALEN, 1997) é a capacidade do sistema auditivo de detectar a ocorrência de dois eventos auditivos consecutivos e perceber que esses eventos são distintos, e não únicos. Na habilidade de resolução temporal estão também envolvidas as habilidades de atenção, discriminação e memória auditiva.

Moore (1989) define resolução temporal como a habilidade do indivíduo para detectar pequenas mudanças dos estímulos sonoros no tempo. Este fenômeno pode ser representado, por exemplo, pela capacidade de perceber um breve intervalo entre dois estímulos verbais ou não verbais, identificar diferenças de intensidade e duração, ou detectar transições de formantes dos sons no momento da fala.

Com relação à percepção de diferentes padrões de duração, Abel (1972 *apud* BALEN, 1997) descreve que os impulsos nervosos quando chegam ao centro nervoso responsável são totalizados durante sucessivos períodos de tempo, enquanto durar o estímulo, e as diferenças nestes totais representarão as diferenças de duração percebidas pelo ouvinte.

Na concepção de Davis e McCroskey (1980), a fala representa uma exposição temporal de uma série de eventos acústicos codificados, que deverão ser analisados pelo sistema auditivo, de acordo com as diferenças de frequência, intensidade e duração. Na avaliação

audiológica convencional, as diferenças de frequência e intensidade são pesquisadas, no entanto, o mesmo não ocorre com as diferenças no padrão de duração.

A capacidade de resolução temporal do sistema auditivo auxilia ao indivíduo na identificação de pequenas variações acústicas ocorridas no sinal de fala e permite ao mesmo realizar diferentes distinções segmentais, silábicas e das palavras. Assim, uma dificuldade na capacidade de resolução temporal pode resultar em incapacidade para identificar pequenas variações acústicas da fala e, conseqüentemente, dificuldade em produzir de forma correta os sons da fala ou interpretar a mensagem ouvida (BALEN, 1997).

Balen (1997) refere que a identificação do ponto e modo articulatório dos sons da fala depende da identificação das transições dos formantes. A perda da resolução temporal impede a análise acústica dos formantes F2 e F3 das consoantes. Estas transições, além de possuírem durações muito pequenas variam de acordo com a velocidade de fala e articulação de cada falante, podendo ser mais curta se a fala for produzida em velocidade acelerada. A autora defende a hipótese de que em indivíduos com dificuldades na resolução temporal do sistema auditivo, quanto menor a transição dos formantes maior será a dificuldade para identificação do ponto e modo articulatório dos sons da fala. Isso pode repercutir na produção de fala favorecendo, por exemplo, a ocorrência do desvio fonológico.

Por outro lado, para Balen (1997), a identificação das vogais é realizada com facilidade pelos indivíduos com problemas de resolução temporal, pois estas possuem maior amplitude e estão centradas em frequências mais baixas. Entretanto, as vogais contribuem pouco para a inteligibilidade da fala.

O reconhecimento dos aspectos supra-segmentais da fala, caracterizados por modificações na frequência fundamental, intensidade e duração dependem da adequada resolução temporal do sistema auditivo. Dessa forma, uma sílaba enfatizada pode ser identificada como tal em virtude da elevação da frequência fundamental, aumento da duração

e intensidade desta sílaba. O indivíduo consegue perceber a ênfase em uma determinada sílaba de uma palavra, ou perceber a prosódia da fala como um todo, a partir da identificação dessas pequenas variações do sinal acústico (BALEN, 1997).

Davis e McCroskey (1980) afirmam que as habilidades de fusão, integração e discriminação auditivas são essenciais para a percepção de padrões de formantes na fala, além da segmentalidade, que favorecem na percepção de diferentes fonemas. Essas habilidades estão diretamente relacionadas com a resolução temporal.

Segundo Wightman *et al.* (1989 *apud* BALEN, 1997), a maior dificuldade na avaliação da resolução temporal de crianças está na manutenção da concentração durante os testes, fato que representa, muitas vezes, pouca colaboração dessas crianças na realização dos mesmos. Além da dificuldade de produção de respostas abstratas necessárias durante o processo de avaliação. Entretanto, essas dificuldades não impossibilitam a realização da avaliação.

Balen (1997) informa que a resolução temporal não é comumente avaliada no Brasil dentro dos procedimentos realizados na prática Fonoaudiológica, no entanto, em diversos países ela é avaliada e estudada por inúmeros pesquisadores. Ressalta que na prática fonoaudiológica existem muitas crianças com audição periférica dentro dos limites da normalidade que apresentam alterações na fala caracterizadas, especialmente, por substituições do ponto articulatorio dos fonemas. Questiona se essa substituição não ocorre por dificuldades na resolução temporal do sistema auditivo, ainda que esse não seja o único fator desencadeador do problema de fala.

Pinheiro e Musiek (1985) enfatizam que todos os fenômenos acústicos ocorrem no tempo, portanto, todas as funções do sistema nervoso auditivo central são influenciadas pelo tempo. A ordem e a seqüencialização temporal envolvem o processamento de dois ou mais estímulos auditivos, de acordo com a ocorrência no tempo. Segundo os autores, o padrão de atividade neural seria fortemente mediado pela informação temporal precisa. A percepção da

ordem temporal depende, necessariamente, de respostas comportamentais e o processamento dessas respostas ocorre em nível mais central. A área cortical envolvida na percepção de padrões seqüenciais de estímulos está localizada no lobo temporal, primariamente no Giro temporal de *Herschl*. Entretanto, a codificação da informação temporal parece ocorrer, também, em nível mais periférico, no tronco cerebral.

Pinheiro e Musiek (1985) acrescentam que a ordenação ou seqüencialização temporal é de suma importância para a linguagem. A seqüencialização temporal seria uma das mais básicas e importantes funções do sistema nervoso auditivo central, e possivelmente, ambos os hemisférios cerebrais devem estar envolvidos. Para os autores, o hemisfério esquerdo do cérebro, por ser o analítico, apresenta fundamental importância na ordenação serial das informações, comparando e analisando as relações entre os componentes de uma seqüência. Provavelmente esse hemisfério é o responsável pelo processamento da linguagem, tanto em indivíduos destros, como em alguns sinistros. O hemisfério direito reconhece as seqüências de informações na sua totalidade, fica responsável pela decodificação do padrão do contorno acústico (entonação, tonicidade e ritmo), igualmente importantes para a seqüencialização temporal. No entanto, quando são solicitadas respostas verbais aos sujeitos, elas são processadas nas áreas da linguagem na região têmporo-parietal do hemisfério cerebral esquerdo.

Dessa forma, ainda de acordo com Pinheiro e Musiek (1985), para uma adequada resolução temporal se faz necessário uma interação inter-hemisférica através do corpo caloso, além da participação das áreas têmporo-parietais posteriores e das regiões frontais do cérebro na organização da resposta motora. Para que a seqüência seja processada, também é necessário o envolvimento da memória de curto prazo, cuja localização cerebral responsável ainda é discutida, uma vez que uma seqüência não poderia ser reconhecida como tal ou processada até que estivesse completa dentro de um determinado tempo.

### 3. Teste de padrão de duração do som (TPD)

Os testes relacionados com a ordenação ou resolução temporal começaram a ser amplamente utilizados por diversos pesquisadores a partir da década de 1960, com a finalidade de avaliar disfunções do sistema nervoso auditivo central (SCHOCHAT, 1998). Segundo a autora, na prática clínica, esses testes apenas começaram a ser utilizados após os trabalhos de Pinheiro (1977), que introduziu o teste conhecido como ‘Reconhecimento de Padrões do *Pitch*’, bastante sensível para a identificação de lesões corticais ou inter-hemisféricas.

Ainda de acordo com Schochat (1998), os testes comportamentais relacionados com a resolução temporal, embora não sejam significativamente difundidos no Brasil, são de fácil aplicação e podem ser utilizados com pessoas portadoras de perdas auditivas, além de serem disponíveis para utilização com falantes de qualquer língua ou em sujeitos com alterações da fala, uma vez que são procedidos através de sons não verbais.

O teste de padrão de duração do som (TPD) ou *Duration pattern test* (DPT) foi desenvolvido por Musiek e colaboradores em 1990 e consiste na apresentação de estímulos do tipo tons (*tones burst*) longos ( L ), com duração de 500ms e curtos ( C ), com duração de 250ms. Os tons devem ser apresentados por meio de um CD *player*, conectado a um audiômetro, que transmite ao examinado (localizado no interior de uma cabina acústica) através de fones de ouvido. Entre a apresentação de um tom e outro existe um intervalo de 300ms de silêncio. A frequência dos tons deve ser mantida constante em 1000Hz, a uma intensidade de 50dBNS em relação ao limiar de reconhecimento de fala da audiometria (MUSIEK *et al.*, 1990; SCHOCHAT, 1998).

O teste envolve a apresentação de seqüências de três tons, onde o examinado é solicitado a descrever verbalmente as seqüências ouvidas. Em cada seqüência dois dos três

tons possuem a mesma duração, enquanto o terceiro tem duração diferente, o que significa dizer que não existe uma apresentação de três tons iguais, mas sempre uma combinação entre curtos e longos. A partir desses parâmetros é possível uma combinação de seis seqüências de tons (CCL, CLC, LLC, LCL, CLL, LCC). As porcentagens de acertos podem ser obtidas para cada orelha individualmente ou por um índice binaural, de acordo com o protocolo escolhido pelo audiologista (MUSIEK *et al.*, 1990).

Musiek *et al.* (1990) estudaram o desempenho de 21 sujeitos com lesões cerebrais auditivas, na identificação de seqüências ordenadas de duração, comparando-os a 50 sujeitos com audição normal e 24 sujeitos com perda auditiva coclear. Os estímulos utilizados foram três tons consecutivos, longos e curtos, conforme descritos anteriormente (500ms e 250ms, a 50dBNS, na freqüência de 1000Hz, com intervalo inter-estímulos de 300ms). Os estímulos foram apresentados de forma monoaural, através de fones de ouvido. Os indivíduos foram solicitados a responderem verbalmente a cada seqüência ouvida. Os resultados obtidos foram: desempenho similar entre os grupos de audição normal e perda auditiva coclear; não foi observada diferença significativa nas respostas entre orelhas. Além disso, o teste apresentou boa sensibilidade (86%) e boa especificidade (92%) para detectar e diagnosticar lesões cerebrais. Os autores defendem a aplicação desse teste como *screenig* para avaliação do sistema nervoso auditivo central.

Os valores de referência para normalidade ao TPD encontrados na literatura divergem entre autores. Musiek (1994) sugere, a partir de estudos realizados com sujeitos jovens e normais, que o valor mínimo de acertos em cada orelha deve ser de 70%. Ptacek e Pinheiro (1971), no entanto, em um estudo realizado com crianças de 9 a 10 anos, sugerem um valor mínimo de 76% para se considerar correspondente à normalidade.

O TPD tem por objetivo fazer com que o ouvinte reconheça contornos acústicos. Diversos processos auditivos contribuem para essa habilidade, incluindo a discriminação de

diferentes estímulos; seqüencialização de elementos lingüísticos, ou ordenação temporal de sons; reconhecimento do todo; transferência inter-hemisférica e memória quanto ao número de itens utilizados na série. O teste de padrão de duração é de fácil realização, além de poder ser utilizado por indivíduos com problemas da fala e com crianças. A percepção adequada da duração, enquanto seqüência de eventos, é imprescindível para o processamento das pistas acústicas da fala, devendo, portanto, ser analisada durante o processo diagnóstico (MUSIEK, 1994 *apud* FROTA e PEREIRA, 2004).

Existe uma forte relação entre as habilidades perceptuais e a idade, entretanto, o desempenho de crianças de 8 a 10 anos é semelhante ao desempenho dos adultos nesse teste. Fatores como compreensão das instruções, motivação, atenção à tarefa, capacidade de aprendizado, maturação do sistema nervoso auditivo e memória auditiva podem justificar a existência de uma relação entre as habilidades perceptuais e a idade dos indivíduos (ELFENBEIN 1993 *apud* FROTA e PEREIRA, 2004).

Na capacidade de ordenar e seqüencializar os estímulos acústicos, estão envolvidas as habilidades de reconhecer o estímulo acústico isoladamente, discriminá-lo em relação a outros estímulos, armazená-lo por um curto período de tempo e reproduzí-lo através de murmúrio, respostas verbais ou apontar a seqüência através de figuras (BALEN, 1997).

Segundo Musiek, Baran e Pinheiro (1990), o reconhecimento e a identificação de seqüências auditivas ordenadas envolvem uma grande variabilidade de processos perceptuais e cognitivos, sendo necessária a percepção da variação dos elementos acústicos da seqüência, além de sua ordenação temporal. A tarefa de discriminação da duração é uma função auditiva que envolve os níveis corticais mais altos do cérebro e está relacionada ao processo maturacional das vias auditivas. Conforme os autores, a utilização de diferentes seqüências de duração possui a vantagem de ser altamente sensível na detecção de alterações do córtex auditivo e de não proporcionar limitações com relação à aplicabilidade em diferentes faixas

etárias, nível sócio-cultural e lingüístico do indivíduo avaliado, em virtude do estímulo utilizado.

O teste de padrão de duração, na concepção de Hall e Muller (1997 *apud* BALEN, 1997) é sensível na detecção de alterações corticais e inter-hemisféricas, mesmo em casos de perda auditiva coclear, pois utiliza apenas uma frequência para aplicação do estímulo. Possui excelente aplicabilidade na avaliação de indivíduos com alterações de linguagem, pois não utilizam estímulo de fala. No entanto, não são sensíveis na detecção de alterações do tronco cerebral.

#### 4. Potenciais evocados auditivos

Na área da Audiologia Clínica, a associação de métodos objetivos e subjetivos para avaliação auditiva está se tornando cada vez mais freqüente. A principal finalidade de se utilizar essa estratégia de avaliação é potencializar a precisão diagnóstica dos transtornos auditivos centrais e/ou periféricos. Dentre os métodos objetivos mais utilizados está a pesquisa dos potenciais evocados auditivos (PEA), cuja finalidade é avaliar a atividade neuroelétrica na via auditiva, desde o nervo auditivo até o córtex cerebral, em resposta a um estímulo ou evento acústico (JUNQUEIRA; FRIZZO, 2002).

Potencial evocado significa uma série de mudanças elétricas ocorridas no sistema nervoso periférico e central como consequência de estimulações relacionadas a vias sensoriais, podendo ocorrer em diversas vias, dependendo do órgão sensorial que é estimulado (sistema visual, auditivo ou somato-sensorial). Nos potenciais evocados auditivos, as mudanças elétricas acontecem nas vias auditivas periféricas e centrais, decorrentes de estimulações acústicas. Esses potenciais são classificados de acordo com o tempo (latência) que a via auditiva demanda para reagir a um estímulo, podendo ser de curta, média e longa latência; além do tipo do potencial, que pode ser endógeno ou exógeno (McPHERSON, 1996).

Segundo Musiek (1989 *apud* JUNQUEIRA e FRIZZO, 2002), o sistema auditivo periférico e o central funcionam de maneira interdependente e assim devem ser concebidos. Anatomicamente, o sistema auditivo central representa uma abrangência maior do que o periférico, fato que justifica maior ênfase em estudos relacionados a essa região. Dessa forma, os potenciais evocados auditivos, além de permitirem a investigação periférica da audição do indivíduo avaliam também a integridade das vias auditivas centrais, a maturação durante o

processo de desenvolvimento e as disfunções causadas por diversas doenças que possam comprometer a função auditiva.

McPherson (1996) enfatiza que as mudanças decorrentes do desenvolvimento observadas nos potenciais evocados auditivos estão relacionadas não apenas aos componentes anatômicos ou funcionais, como também aos padrões organizacionais que ocorrem com base no comportamento e na aprendizagem.

As respostas eletrofisiológicas podem ser captadas por eletrodos de superfície aderidos a diversas regiões da cabeça (orelha, face e couro cabeludo), dependendo do tipo de potencial que se pretende avaliar. As respostas são filtradas e amplificadas por um pré-amplificador e, posteriormente, promediadas, ou seja, distinguidas e separadas dos artefatos e depois somadas, gerando assim um traçado em forma de onda que pode ser observado no monitor do equipamento utilizado ou no computador (JUNQUEIRA; FRIZZO, 2002).

De acordo com a classificação em relação ao intervalo de tempo que levam para ocorrer, ou seja, latência entre o estímulo apresentado e a origem da resposta, os potenciais auditivos de curta latência ou precoces são originados no nervo acústico e nas vias auditivas do tronco cerebral nos primeiros 10 milissegundos. Os de média latência são originados, predominantemente, nas áreas primárias do córtex auditivo após 10 a 80 milissegundos. Os potenciais tardios ou de longa latência são originados nas áreas primárias e secundárias do córtex auditivo após 80 a 750 milissegundos. Todos os potenciais são registrados em forma de ondas, com picos positivos e negativos (JUNQUEIRA; FRIZZO, 2002; MUNHOZ *et al.*, 2003b). Há potenciais auditivos de longa latência que ocorrem em decorrência de mudanças na atividade elétrica cerebral relacionada a eventos internos como a percepção e a cognição. Esses ocorrem a partir de 200 milissegundos após o estímulo e são denominados de potenciais relacionados a eventos (ERP), onde o mais importante é o P<sub>300</sub> (McPHERSON, 1996).

#### 4.1 Potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL)

Desde o início da década de 1990, o interesse por estudos relacionados aos potenciais auditivos de longa latência vem aumentando sensivelmente, especialmente destinados aos indivíduos com alterações do processamento auditivo, desordens cognitivas e de linguagem. Da mesma forma, os estudos dirigidos aos fenômenos psicoacústicos crescem gradativamente, facilitando nas correlações com a clínica audiológica. A avaliação utilizando associadamente potenciais de longa latência e testes comportamentais de processamento auditivo central tem se mostrado cada vez mais potente como método diagnóstico para os problemas relacionados com o sistema nervoso auditivo central (SCHOCHAT, 2003).

Os PEALL, também chamados potenciais tardios, foram observados pela primeira vez por Pauline Davis, em 1939. Após essa constatação, inúmeros estudos foram conduzidos e diversas respostas de longa latência foram verificadas, entretanto, poucos desses estudos entraram para a rotina clínica. Dentre os tipos de PEALL utilizados até os dias de hoje como método diagnóstico de diversas patologias merecem destaque o *Mismatch negativity* (MMN) e o P<sub>300</sub> (MUNHOZ *et al.*, 2003b).

Os PEALL refletem a atividade eletrofisiológica do tálamo e área cortical envolvida nas habilidades de atenção, discriminação, memória e tomada de decisão, e estão também relacionados com a resolução temporal (MUSIEK; LEE, 2001; JUNQUEIRA; FRIZZO, 2002; SCHOCHAT, 2004).

Assim como outros potenciais evocados, os PEALL não são específicos para determinar o tipo de doença envolvida, porém fornecem informações sobre o funcionamento do sistema auditivo. Esses potenciais são menos afetados pelas propriedades físicas do estímulo e mais afetados pelo uso funcional que o indivíduo faz do estímulo. Essa definição permite a classificação e distinção dos potenciais evocados em endógenos e exógenos, onde os

exógenos (ex. audiometria de tronco cerebral ou, em inglês, *Auditory Brainstem Response* - ABR e respostas de latência média) são fortemente influenciados pelas características físicas do estímulo (intensidade, frequência e duração); e os endógenos relacionam-se com o uso funcional que o cérebro faz em relação ao estímulo, ou seja, a atenção ao estímulo, execução de uma tarefa associada à presença do estímulo ou uma mudança no estímulo. Os PEALL possuem componentes endógenos e exógenos ocorrendo simultaneamente, no entanto, são predominantemente endógenos, pois tarefas cognitivas estão relacionadas a potenciais endógenos (SCHOCHAT, 2003).

Esses potenciais são provocados, geralmente, ou por um simples estímulo que se repete ou por um estímulo raro que difere dos demais estímulos que aparecem frequentemente, dentro de uma série de estímulos apresentados (MUNHOZ *et al.*, 2003b).

O entendimento dos processos neurofisiológicos envolvidos no mecanismo de descargas neurais e captação dos potenciais que se originam em ondas registradas no equipamento utilizado para o exame é de fundamental importância para o estudo dos potenciais auditivos de longa latência, por isso, alguns aspectos serão abordados a seguir.

#### **4.1.1 Aspectos neurofisiológicos relacionados aos PEALL**

Funcionalmente, o neurônio possui uma carga elétrica na face extraneuronal de sua membrana e uma outra carga elétrica com polaridade contrária na face intraneuronal, o que significa que existe uma diferença entre o potencial elétrico intracelular e o extracelular. Quando um neurônio responde a um determinado estímulo, ocorre um fluxo iônico bidirecional, através de sua membrana celular, com conseqüente mudança de polaridade entre as cargas elétricas intra e extracelulares. Esse fenômeno resulta na transmissão nervosa e permite que, quando ativado, uma parte do nervo apresente polaridade positiva, e a outra,

polaridade negativa, gerando um dipolo elétrico. Esse campo elétrico gerado é captado e registrado nos exames relacionados a potenciais evocados (McPHERSON, 1996; MUNHOZ *et al.*, 2003a).

De acordo com McPherson (1996) é o disparo sincronizado de um grupo neuronal de diversas regiões do córtex que permite a obtenção dos registros dos potenciais evocados auditivos de longa latência através de eletrodos posicionados na superfície do couro cabeludo. Neste tipo de registro forma-se uma teia neuronal que influencia o potencial registrado pelo eletrodo. Esses neurônios se dispõem em forma de círculos (decorrentes de várias regiões estimuladas, onde não se sabe com precisão a localização do sítio gerador do estímulo, chamado de campo fechado – comum entre os neurônios subcorticais); ou são organizados dispostos seqüencialmente em um campo aberto, como observado em neurônios do córtex cerebral. Portanto, as respostas obtidas não correspondem a respostas isoladas de um único trato neuronal, mas de um grupo de neurônios.

Segundo Munhoz *et al.* (2003a), os potenciais evocados auditivos de longa latência refletem os campos elétricos gerados por milhões de neurônios localizados em diferentes fibras, tratos ou núcleos do sistema nervoso auditivo central. Quanto maior for o número de neurônios envolvidos, maior será a amplitude do potencial evocado.

Apesar da organização neuronal altamente estruturada, existe uma variedade de orientação dos grupos de neurônios estimulados formando uma interação elétrica complexa. Dessa maneira, o tipo e a orientação do dipolo influenciará nas características morfológicas do potencial captado a partir dos eletrodos posicionados no couro cabeludo. O que pode ser registrado pelos eletrodos não reflete exatamente o que ocorre dentro do córtex cerebral, pois a polaridade e o campo do potencial podem depender da relação geométrica entre o gerador axonal e o eletrodo responsável pelo registro (McPHERSON, 1996).

Existem duas modalidades de registro para os potenciais auditivos: o registro próximo ao campo (*near-field*) e o registro longe do campo (*far-field*). O registro é considerado próximo do campo quando o eletrodo de gravação encontra-se posicionado junto à fonte geradora, por outro lado, o registro é considerado longe do campo quando o eletrodo de gravação encontra-se posicionado longe da fonte geradora do potencial. Como o campo neuronal dos potenciais auditivos de longa latência possui diferentes orientações, além da possibilidade de existir mais de um gerador para um dado potencial, o registro é considerado próximo do campo. Dessa forma, o registro próximo ao campo pode surgir a partir de uma complexidade de distribuição de campo elétrico, não possibilitando, portanto, uma precisão quanto à localização do sítio gerador, já que existem múltiplas fontes para o potencial evocado obtido (McPHERSON, 1996).

Quanto maior a distância entre os eletrodos de captação e a fonte geradora, menor a resolução espacial da resposta, isso quer dizer que não se pode estabelecer a contribuição individual de cada pólo, e sim, captar duas fontes intracranianas (dipolo) como um único componente. Além desse fator, o aumento da distância entre os eletrodos e a fonte geradora do potencial também diminui a amplitude das respostas, além de possibilitar o aparecimento de potenciais mais complexos, já que as respostas podem surgir a partir de um número maior de múltiplas fontes (McPHERSON, 1996; MUNHOZ *et al.*, 2003a).

Tonnquist-Uhlén *et al.* (1996) pesquisaram a respeito da topografia dos potenciais evocados auditivos corticais em crianças com distúrbio severo de linguagem e avaliaram as latências e amplitudes de cada componente em relação à posição dos eletrodos na cabeça. As crianças com comprometimento de linguagem foram comparadas com as que não apresentaram esse comprometimento. Ao final, os autores concluíram que a avaliação topográfica dos potenciais evocados auditivos de longa latência pode representar uma importante ferramenta auxiliar no diagnóstico clínico dos distúrbios da linguagem.

Para Munhoz *et al.* (2003b), uma das grandes vantagens da avaliação da função auditiva através dos PEALL é a facilidade e rapidez de realização do exame, além de ser possível a captação de maneira não invasiva, pois seus sítios geradores respondem aos estímulos com energia suficiente para atravessar os tecidos e líquidos do sistema nervoso central.

Embora vários estudos tenham sido desenvolvidos na tentativa de pesquisar a localização exata dos sítios geradores dos potenciais auditivos de longa latência, assim como dos potenciais relacionados a eventos (ERP), até o momento, apenas foram esclarecidos os componentes desses potenciais (BARRY *et al.*, 2003).

A seguir, estão descritos os principais componentes dos potenciais evocados auditivos de longa latência, visto que dois destes, o N<sub>2</sub> e o P<sub>300</sub>, fazem parte da análise deste estudo.

#### **4.1.2 Descrição dos componentes dos PEALL**

Os potenciais evocados auditivos de longa latência possuem como componentes básicos o P<sub>60</sub>, o N<sub>100</sub>, o P<sub>160</sub> e o N<sub>200</sub>, também chamados de P<sub>1</sub>, N<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, e N<sub>2</sub>, que são componentes exógenos. Além do P<sub>300</sub> ou P<sub>3</sub> e do MMN (*Mismatch Negativity*), com características endógenas. A nomenclatura utilizada serve para designar os registros que ficam acima da linha de base (positivos – P) ou abaixo da linha de base (negativos – N). Os algarismos arábicos que acompanham as letras P e N servem para identificar, no registro, a seqüência dos picos (ondas) positivos e negativos, ou podem indicar o tempo decorrido entre o estímulo sonoro fornecido e a ocorrência da onda em foco (latência). Por exemplo: N<sub>200</sub>, P<sub>300</sub>. Os principais componentes estudados são o N<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, P<sub>300</sub> e MMN (MUNHOZ *et al.*, 2003b; JUNQUEIRA; FRIZZO, 2002).

As ondas N<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> e N<sub>2</sub> formam o complexo N<sub>1</sub> - P<sub>2</sub> - N<sub>2</sub>, uma seqüência de três ondas de polaridade positiva, negativa e positiva, ocorrendo como uma resposta a uma seqüência

repetida de estímulos acústicos. São controladas, especialmente, por aspectos físicos e temporais do estímulo, porém, também pelo estado de atenção do indivíduo (JUNQUEIRA; FRIZZO, 2002).

O  $N_1$  é o primeiro pico negativo, bastante proeminente e, por isso, facilmente identificável. Possui 80 a 150 milissegundos de latência e representa o córtex auditivo supratentorial. O  $P_2$  é uma resposta positiva de grande amplitude logo após o componente negativo  $N_1$ . Ocorre entre 145 e 180 milissegundos e representa o córtex auditivo supratentorial laterofrontal. O  $N_2$  é um potencial misto, normalmente registrado após o  $P_2$ , com latência entre 180 e 250 milissegundos. Sofre influência da discriminação e do estado de atenção e representa atividade do córtex auditivo supratentorial. Os componentes exógenos  $N_1$ ,  $P_2$  e  $N_2$  têm amplitudes maiores e morfologia mais definida quando o indivíduo mantém atenção ao estímulo. (McPHERSON, 1996; MUNHOZ *et al.*, 2003b).

Uma série de estímulos repetidos idênticos provoca uma onda negativa em torno de 100 milissegundos após o estímulo ( $N_1$ ). Se um estímulo diferente for inserido na série de estímulos repetitivos, além do  $N_1$  aparecerá um pico negativo adicional, que permanecerá por mais outros 100 milissegundos. Esse outro pico é denominado MMN (SCHOCHAT, 2003).

O MMN reflete o processamento central de diferenças sutis relacionadas ao estímulo acústico. Pode ocorrer, por exemplo, quando a diferença entre o estímulo raro e o padrão é tão pequena quanto 8Hz ou 5dB, mesmo quando essas diferenças estão próximas do limiar psicofísico. Se o estímulo raro for muito diferente do estímulo padrão, ou seja, de fácil discriminação, essa onda negativa não aparece. Para o seu surgimento é necessária a manutenção da memória dos estímulos precedentes (McPHERSON, 1996; SCHOCHAT, 2003; BARRY *et al.*, 2003).

O componente  $N_2$  e o MMN refletem a atividade de atenção e de percepção, além do construto físico em relação ao estímulo. O  $N_2$  pode ser eliciado tanto por uma tarefa de

discriminação física (fator exógeno – atividade passiva), quanto por uma tarefa de discriminação semântica (fator endógeno – tarefa de atenção seletiva), por isso é considerado um componente misto (McPHERSON, 1996).

Segundo McPherson (1996), o  $N_2$  pode ser classificado como uma negatividade, seguida do  $P_2$ , influenciada pela longa duração dos componentes negativos e visualizada por uma janela com tempo superior ao aparecimento do  $N_1$ . Existem dois componentes distintos na latência do  $N_2$ : um é influenciado pela intensidade do estímulo, melhor registrado a partir do couro cabeludo; o outro não sofre interferência quanto ao nível de intensidade apresentado e pode ser mais bem registrado com o eletrodo posicionado na nasofaringe. A amplitude do primeiro componente é influenciada pela atenção, pela probabilidade temporal do estímulo desviante, pela modalidade e intensidade do estímulo. Dessa forma, esse componente poderia representar uma resposta para avaliação do estímulo.

Quanto maior a dificuldade para discriminação do estímulo raro, maior a latência dos componentes  $N_2$  e  $P_{300}$ , indicando que eles podem fazer parte de uma série de potenciais evocados que refletem uma seqüência de funções e de eventos neurais causados pela discriminação do evento raro (McPHERSON, 1996; MUNHOZ *et al.*, 2003b).

De acordo com Sams, Alho e Näätänen (1983), o  $N_2$  provavelmente se relaciona ao processamento de informações e é considerado como uma resposta passiva e automática que precede ao estímulo, enquanto o  $P_{300}$  relaciona-se à velocidade do estímulo e à atividade do processamento das informações.

O  $P_{300}$  e o MMN são também conhecidos como potenciais cognitivos ou relacionados a eventos, pois refletem processos cognitivos envolvidos em um determinado evento ou tarefa. No entanto, o MMN é eliciado passivamente através de um estímulo freqüente e um raro, ao contrário do  $P_{300}$ , que requer atenção do indivíduo (JUNQUEIRA; FRIZZO, 2002; SCHOCHAT, 2003).

O gerador do P<sub>300</sub> encontra-se, provavelmente, no sistema límbico, particularmente no hipocampo. É provável que as vias que envolvem a formação reticular mesencefálica, o tálamo medial e o córtex pré-frontal também contribuam para o seu surgimento, uma vez que essas estruturas apresentam importante função no que se refere ao desempenho da atenção seletiva. O mapeamento cerebral, os registros intracranianos e os dados de campo neuromagnético também indicam que o córtex frontal, o centroparietal e o córtex auditivo contribuem para o surgimento do P<sub>300</sub>. No entanto, de uma forma geral e simplista, são consideradas áreas geradoras do P<sub>300</sub> o córtex frontal, centroparietal e o hipocampo. (McPHERSON, 1996; JUNQUEIRA; FRIZZO, 2000; MUNHOZ *et al.*, 2003b).

O P<sub>300</sub> é uma resposta objetiva relacionada a aspectos da função mental, como percepção e cognição. Pode ser observado quando ocorre o reconhecimento consciente de mudanças nos estímulos sensoriais, sejam estímulos acústicos, visuais ou somatossensoriais. É eliciado a partir de uma tarefa ou paradigma do tipo *oddball*, que consiste em discriminar dois estímulos acústicos diferentes: o estímulo padrão (apresentado de forma freqüente) e o estímulo raro ou desviante (apresentado aleatoriamente). O indivíduo deve ser orientado a dirigir a atenção (preferencialmente contar mentalmente) apenas ao estímulo raro, e como consequência, é observada a formação de uma onda positiva, com aproximadamente 300 milissegundos de latência após o estímulo e 10µV de amplitude (JUNQUEIRA; FRIZZO, 2002).

Na concepção de Polich *et al.* (1990), a produção do P<sub>300</sub> acontece quando o sujeito atende e discrimina eventos acústicos que diferem um do outro em alguma dimensão. É um potencial de grande amplitude, com polaridade positiva e latência aproximada de 300 milissegundos. No entanto, McPherson (1996) refere que a latência do P<sub>300</sub> pode ocorrer entre 220 e 380 milissegundos e que sua amplitude está em torno de 15µV.

McPherson (1996) informa que o P<sub>300</sub> não é uma tarefa mental ou motora, por isso, existe a possibilidade de ser registrado sem a participação do examinado, embora a atenção é

um fator de importância fundamental para a análise do exame, pois a resposta é melhorada sobremaneira quando o indivíduo encontra-se atento à tarefa de detectar os estímulos alvos (raros). Esses estímulos apresentam uma probabilidade de 20% de aparecimento em relação aos estímulos frequentes. A amplitude do P<sub>300</sub> é modulada por dois sub-eventos do estímulo acústico: a probabilidade e o significado do estímulo raro.

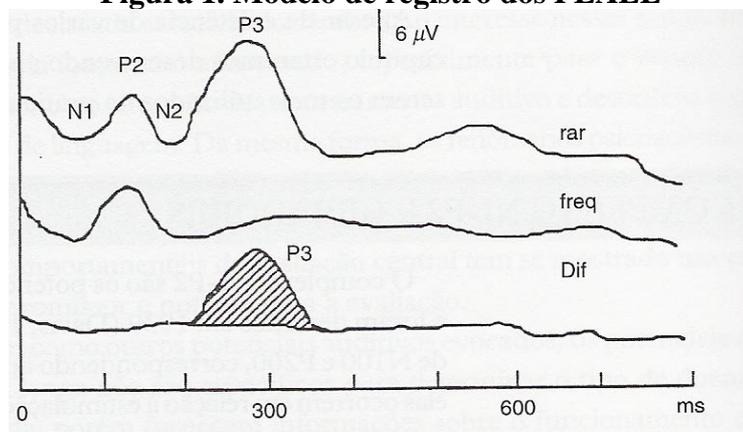
Segundo Munhoz *et al.* (2003b), o potencial auditivo endógeno relacionado a eventos possui como principal sítio gerador o hipocampo, vinculado com a discriminação de palavras. Portanto, a partir da obtenção do componente P<sub>300</sub> é possível conseguir informações a respeito da atividade do tálamo, córtex auditivo, do hipocampo, da atenção auditiva, cognição, além da capacidade de processamento auditivo central. Frizzo e Junqueira (2001) complementam que os sítios geradores do P<sub>300</sub> estão no neocórtex inferior, área onde estão envolvidas as habilidades de orientação e atenção para tarefas relacionadas a eventos relevantes, porém, existe uma relação dessa área com as áreas pré-frontais medial e lateral, que respondem aos processos de atenção e com o hipocampo, responsável pela memória.

Além dos componentes acima descritos, existem outros componentes que podem ser observados nos potenciais evocados auditivos de longa latência, dependendo de um ajuste na janela durante o exame. Esses outros componentes não são amplamente difundidos na prática clínica como os demais. São: o N<sub>4</sub> ou N<sub>400</sub>, que é um potencial que surge a partir da discriminação semântica (detectar palavras diferentes em uma sentença); o CNV – *Contingent negative variation*, que é um potencial negativo lento surgido a partir de uma tarefa de condicionamento, onde o sujeito normalmente é condicionado a criar uma resposta dependente de um estímulo que aparecerá antes. Existe também o processamento de negatividade (Nd), uma onda lenta que ocorre entre 80, 600 e 700 milissegundos, em forma de onda bimodal com duração aproximada de 100 a 200 milissegundos. O Nd é um componente concorrente de outros potenciais evocados auditivos e relacionados a eventos,

originado no córtex auditivo e relacionado à memória e cognição, considerado um potencial endógeno. Para a captação do Nd, a resposta de um estímulo não atendido é subtraída da resposta do estímulo atendido, produzindo, dessa forma, uma negatividade diferente (Nd) (McPHERSON, 1996).

As figuras 1 e 2 demonstram um registro, em forma de ondas, representando os potenciais auditivos de longa latência descritos anteriormente.

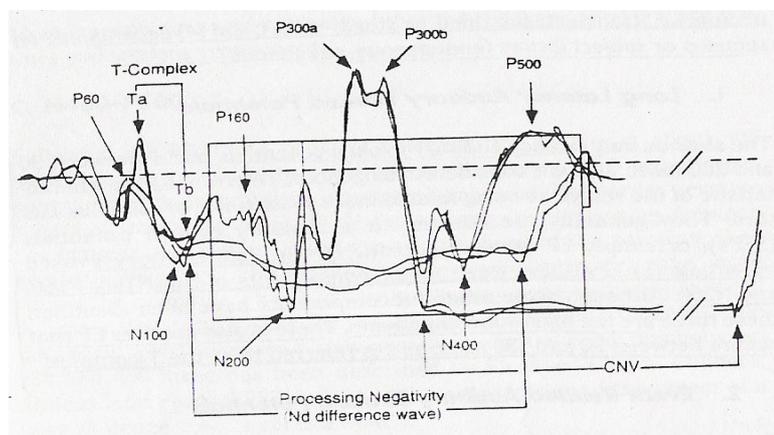
**Figura 1. Modelo de registro dos PEALL**



Legenda: (*rar*) – registro das respostas ao som raro; (*freq*) – registro das respostas ao som freqüente; (*dif*) – diferença da amplitude entre as duas situações de respostas.

Fonte: SCHOCHAT, 2003.

**Figura 2. Componentes dos PEALL**



Fonte: McPHERSON, 1996.

O quadro 4 traz um resumo dos componentes observados nos PEALL, no que diz respeito ao tipo do componente, classificação do potencial, latência em milissegundos, amplitude das ondas e possíveis fontes geradoras.

**Quadro 4. Componentes dos potenciais auditivos de longa latência**

Componente	Classificação	Descrição	Latência(ms)	Amplitude ( $\mu$ V)	Fonte possível
P60	Exógeno Potencial tardio PEALL	Primeiro pico positivo depois do potencial de média latência. Depende dos parâmetros de estímulo.	55 – 80	5 – 7	Projeções talâmicas do córtex auditivo Sistema sensorial específico
N100	Exógeno Potencial tardio PEALL	Primeiro pico negativo depois do P60. Este é um pico robusto e PEALL Características acústicas da audição.	80 – 150	5 -10	Córtex auditivo supratemporal Sistema sensorial não específico
P160	Exógeno Potencial tardio PEALL	Resposta robusta após o N100 Características acústicas da audição.	145 – 180	3 -6	Córtex auditivo supratemporal, lateral-frontal
N200	Endógeno Potencial tardio PEALL Resposta perceptual	Uma pequena amplitude de resposta. Parece ser relacionado a atenção Características acústicas da audição.	180 – 250	3 -6	Córtex auditivo supratemporal
P300	Endógeno	Tipo de estímulo e reconhecimento causarão mudanças nas características das respostas Podem ser bimodais	220 – 380	8 – 15	Hipocampo e lobo frontal Córtex auditivo específico e não específico Não avalia o sistema sensorial
N400	Endógeno	Onda negativa em resposta a construção semântica	400 (final da oração)	6 – 10	Geradores sequenciais e paralelos múltiplos
P500	Endógeno	Onda positiva em resposta às diferenças das palavras (não no contexto, mas na própria palavra)	500 (final da oração)	28 – 23	Geradores sequenciais e paralelos múltiplos
Tcomplex	Exógenos	Forma de onda lenta positiva para negativa	80 – 140	2-6	Lobo temporal posterior
CNV	Endógeno	Última onda lenta negativa próximo a 1000 ms	450 – 480	30 – 40	Núcleo talâmico Formação reticular
Processing Negativity	Endógeno	Última onda lenta negativa próximo a 700 ms	70 – 750	1.8 – 2.9	Córtex auditivo

Fonte: McPHERSON, 1996 adaptado e traduzido por ADVÍNCULA, 2004.

### 4.1.3 Parâmetros para aquisição dos registros dos PEALL

O equipamento utilizado para a aquisição dos registros dos PEALL deve conter um amplificador, com um pré-amplificador incluso, um mediador de sinal e um gerador de sinal (McPHERSON, 1996).

O amplificador aumenta o sinal registrado, transformando-o em uma faixa de resolução de acordo com a amplitude do conversor analógico-digital, além de melhorar a amostragem da polaridade do sinal desejado (positiva ou negativa) e reduzir os sinais indesejados. Antes ou depois da promediação dos sinais desejados podem ser utilizados filtros para a eliminação de artefatos. Esses filtros podem ser do tipo passa-alto, eliminando as frequências mais baixas (variam de 1, 5, 10, 25, 100 e 300Hz), ou passa-baixo, para filtrar artefatos elétricos de frequências agudas (variam de 100, 250, 500, 1000 e 3000Hz). O uso de filtragens pode favorecer bastante o processo de análise pelo conversor analógico digital, no entanto, pode ocasionar modificações na latência e amplitude do sinal, por isso, requer cautela. Um dos principais geradores de interferências na aquisição dos sinais dos potenciais evocados auditivos é a lâmpada fluorescente comum, que emite uma frequência de 60Hz (McPHERSON, 1996; MUNHOZ *et al.* 2003b).

Quanto ao paradigma utilizado, o modelo mais comum corresponde à apresentação de dois *tones bursts* diferentes. Um é usado como estímulo raro ou desviante, na frequência de 2000Hz, e outro como estímulo freqüente, de 1000Hz. O examinado deverá ignorar o estímulo freqüente e focar sua atenção no estímulo raro. São apresentados 300 estímulos no total, divididos em 20% de raros e 80% de freqüentes, ou seja, 60 *tones bursts* de 1000Hz distribuídos entre 240 de 2000Hz, pois, quanto menor a probabilidade do estímulo raro, maior a amplitude do P<sub>300</sub> (JUNQUEIRA; FRIZZO, 2002; MUNHOZ *et al.*, 2003b).

O processamento do sinal corresponde a uma média temporal dos sinais registrados contínuos no tempo. Quanto mais pontos de sinais registrados em forma de onda, maior a precisão de representação na memória do computador. Dessa forma, a relação sinal-ruído é melhorada, pois o sinal é considerado *time-locked* em relação ao estímulo, enquanto o ruído ocorre aleatoriamente, tornando fácil a separação entre um e outro. Então, o ruído é desprezado e apenas os sinais são preservados pelo equipamento (McPHERSON, 1996; MUNHOZ *et al.*, 2003b).

Os potenciais evocados auditivos, de uma maneira geral, sofrem influência de mudanças nos parâmetros físicos do estímulo acústico, como: intensidade; duração; tempo de subida (*rise*) e descida (*fall*); tempo de manutenção (*plateau*); intervalo interestímulo; número de estímulos apresentados; ritmo (deve situar-se ao redor de um estímulo por segundo); frequência; polaridade (a alternada normalmente é preferida, porém não é fundamental a sua escolha); tipo de estímulo (*click*, *tone pip*, *tone burst*) e espectro (McPHERSON, 1996; MUNHOZ *et al.*, 2003b). Polich (1991) enfatiza a importância da utilização de estímulo auditivo para a captação do P<sub>300</sub>, justificando que esse tipo de estímulo requer uma maior atenção do sujeito examinado com menor produção de artefatos.

O *rise* depende do nível de estimulação desejado. Um *rise* muito curto representa um som bastante estimulante à membrana basilar, ocorrendo um disparo síncrono de muitas neurofibrilas. O *plateau* está relacionado com a seletividade de frequência, ou seja, quanto maior o *plateau*, mais específica será a frequência do estímulo. O tempo de manutenção do estímulo não deve ser muito longo, para não se confundir com a resposta. O *tone burst* (estímulo mais utilizado) é um estímulo longo onde os *rise* e *fall* giram em torno de 2 microssegundos e o *plateau* de 1 microssegundo. A polaridade alternada representa uma variação uniforme e seqüencial na maneira de transmitir a energia sonora, que é iniciada com uma compressão das moléculas em suspensão no ar, ou não, onde a inversão das suas

características ajuda na diferenciação das respostas auditivas e artefatos comuns ao exame (MUNHOZ *et al.*, 2003b).

Embora os *tones bursts* sejam mais utilizados para a execução dos PEALL, devido à simplicidade de execução, esses fornecem menos informações do que os estímulos de fala no que se refere ao processamento e funções neurais (McPHERSON, 1996).

Para a aquisição dos PEALL é recomendado o posicionamento dos eletrodos de acordo com as derivações da linha média (Fpz – frente acima do nariz, Fz – frente e Cz – vértix), já que os PEALL não conseguem informar a lateralidade das lesões, quando são unilaterais. Além da manutenção dos eletrodos posicionados nas duas orelhas ao mesmo tempo, uma vez que não é relevante a distinção entre orelhas. Os eletrodos mais indicados são os de ouro, prata, cloreto de prata e zinco, nessa ordem (MUNHOZ *et al.*, 2003b).

Os artefatos musculares provocados pela contração das musculaturas do couro cabeludo, pós-auriculares, temporal, frontal, cervical e, principalmente dos olhos podem interferir na captação dos potenciais auditivos de longa latência, por isso é importante a observação da postura do examinado durante a execução do exame, onde o mesmo deverá permanecer relaxado tanto quanto possível (McPHERSON, 1996).

#### **4.1.4 Parâmetros para análise dos registros dos PEALL**

Diversos autores estudaram a morfologia, amplitude e latência das ondas dos PEALL através da utilização de vários tipos de estímulos com a finalidade de determinar valores normativos. No entanto, esses potenciais são sujeitos a variações decorrentes da interferência de fatores extrínsecos e intrínsecos. Essas variações implicam na dificuldade de se estabelecer com precisão um banco de dados normativos. Por outro lado, pelo mesmo motivo, é de suma importância a normatização dos parâmetros empregados em cada estudo para determinar uma

maior confiabilidade nos resultados. Para que seja estabelecido um banco de dados normativos são necessárias algumas considerações, como o tipo de estímulo empregado, as condições de registro, o ambiente de registro, o estado geral do sujeito examinado (incluindo idade, variações biológicas e fatores psicológicos), além de critérios estatísticos usados para estabelecer parâmetros de normalidade, que podem variar de serviço para serviço (McPHERSON, 1996; COLAFÊMINA *et al.*, 2000; JUNQUEIRA; FRIZZO, 2002; MUNHOZ *et al.*, 2003b; SCHOCHAT, 2004).

Para comparação entre os dados normativos encontrados em novos estudos com os publicados na literatura, deve-se utilizar, no mínimo, 10 indivíduos normais. Se for constatada uma boa concordância nesse cruzamento é possível a utilização desse critério. Se houver diferença é interessante que o laboratório que está desenvolvendo o estudo realize seu próprio banco de dados normativos. Pode ser considerada uma boa quantidade do ponto de vista estatístico, um banco de dados normativos contendo 50 sujeitos, porém, a quantidade mínima recomendada é de 20 sujeitos, levando em consideração o grande número de componentes analisados (McPHERSON, 1996; MUNHOZ *et al.*, 2003b).

Quanto à morfologia, ou seja, a qualidade geral das características das ondas observadas em um registro, sua alteração não deve ser considerada sob o ponto de vista do normal ou anormal, apenas vale como uma observação a ser acrescida ao resultado final. O mesmo não ocorre com a amplitude, pois esta representa um parâmetro bastante importante na análise dos potenciais evocados auditivos de longa latência (MUNHOZ *et al.*, 2003b).

Entende-se como amplitude o tamanho do componente, que deve ser medido e expresso em microvolts ( $\mu\text{V}$ ). Essa medição pode ser realizada através de três métodos distintos: partindo da linha de base do registro até o pico da onda a ser analisada; partindo do pico de uma polaridade até o próximo pico de polaridade contrária (exemplo: componente  $N_1-P_2$ ) ou determinando-se a área de uma onda. O primeiro método é considerado de preferência para

análise dos potenciais evocados auditivos de longa latência, entretanto, eventualmente pode ser observada, por alguns autores, a análise de acordo com o segundo método. De uma forma ou de outra, o critério utilizado deve ser bem explicado, bem como os valores encontrados de amplitude e latência de cada onda ou conjunto de componentes – de um pico ao outro, com polaridades inversas (MUNHOZ *et al.*, 2003b).

A latência corresponde ao intervalo de tempo percorrido entre a apresentação do estímulo acústico e o desencadeamento da resposta, por isso, deve ser medida a partir do início do estímulo. Para os potenciais evocados auditivos de longa latência, as medidas de amplitude e latência podem variar de acordo com as características do evento acústico, ou seja, diferentes tipos de estímulos irão promover diferentes efeitos na amplitude e na latência desses potenciais (McPHERSON, 1996). Na concepção de Munhoz *et al.* (2003b), a medida da latência das ondas dos PEALL corresponde ao principal parâmetro de análise.

De acordo com Junqueira e Frizzo (2002), além do fato dos PEALL serem influenciados por variáveis como sexo, idade, habilidade cognitiva, maturação e tipo de tarefa, são encontrados na literatura diversos valores referentes às amplitudes e latências dos componentes. A inexistência de uma padronização internacional contribui para uma subjetividade de interpretação em meio à objetividade das respostas.

A replicação dos traçados, ainda segundo Junqueira e Frizzo (2002), é a maneira mais utilizada para identificação das ondas. As latências devem ser marcadas no maior pico (ponto de máxima amplitude). O  $N_1$  e o  $P_2$  podem ser marcados no traçado do estímulo freqüente, porém o  $N_2$  e o  $P_3$  devem ser marcados no traçado do estímulo desviante. Todavia, o mais comum é a marcação de todos os componentes no traçado do estímulo desviante.

#### 4.1.5 A importância da atenção durante a captação dos PEALL

A atenção durante a execução dos PEALL, de acordo com Hillyard e Pictons (1979 *apud* ADVÍNCULA, 2004) corresponde ao processamento seletivo da informação sensorial que torna capaz as respostas de percepção a serem realizadas de maneira seletiva enquanto os estímulos irrelevantes são rejeitados. A atenção avaliada nesses potenciais pode ser do tipo seletiva, quando requer discriminação; ativa, quando requer algum tipo de resposta aos estímulos; passiva, quando não requer atenção focada nos estímulos ou; atitude de ignorar, quando o sujeito é solicitado a realizar alguma tarefa de distração em relação ao estímulo.

Os componentes  $N_2$  e  $P_{300}$  são diretamente influenciados pela atenção. O  $N_2$  apresenta maior amplitude na condição de atender aos estímulos do que na condição de ignorar, sejam estímulos lingüísticos ou *tones bursts*. Nos indivíduos com transtornos do déficit de atenção esse componente tem se mostrado severamente alterado. O  $P_{300}$  é influenciado pela atenção, pelo estado de alerta, excitação e pelo estado psicológico do sujeito. No paradigma *oddball*, o  $P_{300}$  aparece mais robusto, com maior amplitude e menor latência, mostrando a importância da atenção seletiva. Na atenção passiva, o  $P_{300}$  apresenta amplitude diminuída, enquanto na atividade de ignorar o estímulo é muito reduzido, ou simplesmente não aparece (McPHERSON, 1996; JUNQUEIRA; FRIZZO, 2002; MUNHOZ *et al.*, 2003b).

De acordo com McPherson (1996), o  $P_{300}$  pode ser eliciado através de um estímulo visual, auditivo ou somatossensorial, além da utilização de estímulos mistos. Em qualquer modalidade empregada como estímulo o efeito de atenção possui relação similar.

#### 4.1.6 Principais aplicações clínicas dos PEALL

A principal aplicabilidade dos PEALL na audiologia clínica, segundo Schochat (2004), é a investigação da relação desses potenciais com as habilidades de codificação, seleção, memória auditiva e tomada de decisão a partir de uma estimulação acústica.

McPherson (1996) e Aquino (2002) explicam que os potenciais evocados auditivos de longa latência não são específicos para caracterizar doenças, entretanto fornecem informações sobre o funcionamento do sistema, o que significa que esse exame deve ser aplicado como complementar a outros exames, não possuindo muita validade quando utilizado isoladamente.

Junqueira e Frizzo (2002) defendem a combinação entre testes eletrofisiológicos, dentre os quais encontram-se os PEALL, e testes comportamentais da audição, onde se enquadra o teste de padrão de duração do som, para otimizar o conhecimento da avaliação clínica do sistema nervoso auditivo central. Além disso, elegem a integridade do processamento temporal da audição como fator determinante para o bom funcionamento do sistema nervoso auditivo central.

A sincronia neural do estímulo acústico, fundamento das respostas evocadas auditivas, bem como a discriminação temporal fina monoaural e binaural, indispensável para a localização e lateralização sonora, são funções críticas para a compreensão da fala. Dessa forma, a principal contribuição dos potenciais evocados auditivos, na concepção de Junqueira e Frizzo (2002), é a possibilidade de correlacionar aspectos comportamentais da audição com fenômenos fisiológicos observáveis.

McPherson (1996) e Barry *et al.* (2003) realizaram estudos sobre as aplicações clínicas dos PEALL e encontraram resultados semelhantes. O P<sub>300</sub>, conforme os autores, tem sido utilizado para estudos relacionados com a memória, processamento da informação sequencial e tomada de decisão. Em estudos com sujeitos que apresentam doença de Parkinson, não foi

observada alteração nos componentes N1 e P<sub>2</sub>, no entanto, ocorreram aumentos nas latências de N<sub>2</sub> e P<sub>300</sub>. Esses achados podem estar relacionados com as mudanças cognitivas que envolvem a memória, a percepção e as razões abstratas. Em pacientes soropositivos foram observadas latências maiores de N<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> e P<sub>300</sub>. Em sujeitos com demência foi observada dificuldade de processamento através do P<sub>300</sub>. Em indivíduos com esquizofrenia e crianças com transtorno do déficit de atenção e hiperatividade também foram encontradas alterações na pesquisa desses potenciais.

Jirsa e Clontz (1990); Misorelli e Alvarez (2000) encontraram aumento de latência dos componentes N<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> e P<sub>300</sub> de crianças com desordem de processamento auditivo em comparação com um grupo controle, indicando o estudo desses potenciais, sobretudo o P<sub>300</sub>, para aplicação clínica nos casos de desordens de processamento auditivo, dificuldade de linguagem receptiva e expressiva, leitores lentos e transtornos na atenção e memória auditiva.

Outros estudos relacionados com os PEALL evidenciaram alterações importantes em crianças com epilepsia, diminuição da capacidade de inteligência e outras alterações neurológicas, como os de Otsuka *et al.* (1993); Visioli-Melo e Rotta (2000). Isso demonstra a variedade de aplicações clínicas possíveis para esses potenciais.

Advíncula (2004) em pesquisa comparando os PEALL de um grupo de 10 crianças com desvio fonológico com outro da mesma quantidade, porém sem alterações de fala, concluiu que, apesar das variabilidades e diferenças no comportamento das ondas observadas nos dois grupos e por orelha, a diferença estatisticamente significativa encontrada na amplitude do componente N2 indica que crianças com desvio fonológico apresentam comportamento neurofisiológico alterado referente à atenção do indivíduo frente a um estímulo sonoro, diferentemente das crianças que não apresentam tal distúrbio. No componente P<sub>300</sub>, no entanto, não houve diferença estatisticamente significativa, representando

um forte indício que crianças com desvios fonológicos não apresentam fatores cognitivos relacionados à memória diferente da população normal.

Em um estudo que verificou a relação entre potenciais relacionados a eventos e o aprendizado de uma nova língua em crianças, desenvolvido por Shestakova *et al.* (2003), foi observado um aumento da amplitude do MMN e da relação N<sub>2</sub>-P<sub>3</sub> para o grupo de crianças que aprendiam a nova língua em relação ao grupo controle.

Segundo Schochat (2004), as respostas encontradas nos potenciais evocados auditivos de longa latência, em especial os relacionados a eventos, parecem representar a atividade neuronal para as habilidades de discriminação de numerosos atributos do estímulo auditivo. Esse fato indica que a utilização desses potenciais como auxiliar na identificação dos distúrbios da fala pode ser de grande valia, uma vez que a percepção de fala depende de uma resposta neuronal a uma mudança de estímulo. Dessa forma, a contribuição dos potenciais evocados auditivos de longa latência está, sobretudo, na possibilidade de identificação do fator determinante do problema, ou seja, se é de ordem articulatória ou determinada por dificuldades na percepção auditiva.

---

## CAPÍTULO II

---

### PERFIL METODOLÓGICO DA PESQUISA

#### 1. Considerações sobre o estudo

Este estudo foi desenvolvido no período de setembro de 2005 a junho de 2006. Refere-se a uma pesquisa qualitativa analítica, centrada na interpretação de dados.

A pesquisa qualitativa é descritiva e possui como característica a tentativa de captar não apenas a aparência do fenômeno, mas também suas essências. O desenvolvimento de uma pesquisa qualitativa permite uma maior flexibilidade para formulações e reformulações de hipóteses à medida que se realiza, todavia, como todo estudo de natureza científica, deve se debruçar sobre bases teóricas.

O *corpus* dessa pesquisa é formado a partir da análise da resolução temporal e atenção auditiva de duas crianças com desvio fonológico. Para tanto, foram realizados dois exames envolvidos com o processamento auditivo. Esses exames, um de ordem eletrofisiológica (potenciais evocados auditivos de longa latência - PEALL) e o outro comportamental (teste de padrão de duração do som – TPD), foram realizados nos dois participantes antes e depois de se submeterem a tratamento fonoaudiológico. O foco principal do tratamento constou da estimulação da atenção auditiva e da discriminação auditiva para os sons da fala, habilidades envolvidas com a resolução temporal.

Durante a pesquisa buscou-se alcançar o objetivo principal de analisar a atenção auditiva e a resolução temporal em duas crianças com desvio fonológico antes e após o tratamento fonoaudiológico.

Por se tratar de um estudo exploratório descritivo, onde os sujeitos em estudo são submetidos a intervenções fonoaudiológicas durante o processo, surgiu a opção de um número reduzido de participantes, um estudo de dois casos, fato que tornou possível uma análise qualitativa dos dados obtidos.

### **1.1 Área de estudo**

O desenvolvimento dessa pesquisa se deu em quatro serviços de fonoaudiologia, todos situados na cidade de Recife-PE. São duas clínicas privadas, onde em uma foi realizado o exame eletrofisiológico para captação dos potenciais evocados auditivos de longa latência, e na outra, o teste de padrão de duração. Os outros dois serviços funcionam em hospitais públicos, onde, no primeiro foram realizadas as audiometrias e imitanciometrias (decisivas no critério de inclusão dos participantes), e no outro, os participantes realizaram as sessões de terapia fonoaudiológica.

### **1.2 Seleção dos participantes**

Os participantes desta pesquisa foram selecionados a partir de uma triagem fonoaudiológica rotineiramente realizada durante o primeiro contato com os indivíduos que procuram o serviço de fonoaudiologia de um hospital público situado na cidade de Recife/PE.

A triagem e o tratamento fonoaudiológico foram realizados por uma fonoaudióloga, funcionária do hospital, especialista em Linguagem e com experiência prática em tratamento para desvio fonológico.

Por se tratarem de crianças, os sujeitos da pesquisa compareceram ao serviço de fonoaudiologia acompanhados pelas respectivas mães, que referiram interesse em iniciar o tratamento e em participar da pesquisa, como voluntárias, demonstrando satisfação em colaborar em todos os procedimentos em que foram solicitadas. As crianças também se mostraram solícitas e colaboradoras.

O critério utilizado para seleção da amostra foi o de incluir os dois primeiros sujeitos que procurassem o setor de fonoaudiologia deste hospital, no mês de outubro de 2005, identificados no momento da triagem como apresentando desvio fonológico, sem alteração orgânico-funcional nos órgãos fonoarticulatórios, queixas de dificuldade para aprendizagem, história de doenças neurológicas progressas e alteração da acuidade auditiva. Para tanto, os participantes foram submetidos a uma avaliação otorrinolaringológica.

Obedecendo aos critérios de inclusão, também constava a faixa etária dos participantes, que não poderia ser inferior a oito anos, uma vez que até os sete anos as crianças podem apresentar dificuldade para realização desses exames decorrente de fatores maturacionais. A partir dos oito anos de idade seu desempenho deve se equiparar ao dos adultos (PTACEK; PINHEIRO, 1971; MUSIEK; LEE, 2001). Por outro lado, esses sujeitos não poderiam apresentar idade superior a 12 anos, pois, dificilmente os desvios fonológicos de caráter evolutivo, sem comprometimentos orgânicos associados, perduram até essa faixa etária (GRUNWELL, 1990).

A opção pelo pareamento com relação à idade e grau de escolaridade possui justificativa na similaridade de estágio maturacional do sistema nervoso auditivo central, além da

possibilidade de utilização das mesmas estratégias de tratamento fonoaudiológico. O gênero dos participantes não foi relevante como critério de inclusão durante a seleção da amostra.

Para avaliação da audição os sujeitos foram submetidos a uma audiometria, onde apenas seriam incluídos aqueles que apresentassem todos os limiares auditivos iguais ou melhores que 15dBNA, pois de acordo com Northern e Downs (2005), limiares auditivos iguais ou maiores que 20dBNA em crianças representam uma perda auditiva. Os dois primeiros sujeitos avaliados se enquadraram nesse critério.

O equipamento utilizado para a realização da audiometria foi um audiômetro da marca interacoustics, modelo AC 40. Os sujeitos realizaram o exame no interior de uma cabina acústica, em sala silenciosa. Antes da audiometria houve a inspeção do conduto auditivo externo dos examinados através do otoscópio de marca Heine Optotechnik, modelo otoscópio mini 2000, para verificar possíveis alterações de conduto auditivo externo, presença de corpos estranhos ou cerume que impossibilitasse a realização do exame. Nenhum impedimento foi detectado.

Após a audiometria, os dois sujeitos foram submetidos a uma imitanciometria, pois problemas de orelha média como perfuração do tímpano e otite serosa; alterações do timpanograma ou ausência de reflexos estapedianos representariam exclusão dos mesmos. Entretanto, essas alterações não foram observadas. O imitanciômetro utilizado foi da marca interacoustics, modelo AZ-7. A audiometria e a imitanciometria foram os únicos exames realizados pela pesquisadora.

A partir do momento em que a amostra foi constituída, as mães foram contactadas para agendarem os exames referentes aos potenciais evocados auditivos de longa latência e o teste de padrão de duração do som. Os dois exames foram realizados durante o mês de outubro de 2005 e a partir do dia 31 de outubro o tratamento fonoaudiológico teve início. Ao final do tratamento, quando a fonoaudióloga responsável informou que os sujeitos haviam adquirido

os fonemas que antes não conseguiam pronunciar, os exames (PEALL e TPD) foram repetidos, pelas mesmas fonoaudiólogas que realizaram a primeira testagem, com o cuidado de se utilizar os mesmos parâmetros para execução e análise que foram utilizados no primeiro momento.

Os exames eletrofisiológicos e comportamentais (PEALL e TPD) foram executados por fonoaudiólogas não envolvidas diretamente com a pesquisa, especialistas em audiolgia, com larga experiência clínica. Esse critério foi adotado para garantia de boa qualidade do exame, manutenção do caráter científico, e conseqüentemente, assegurar a fidedignidade dos resultados, uma vez que se fossem aplicados pela pesquisadora poderiam ser influenciados pela ansiedade em confirmar suas hipóteses.

### **1.3 População de estudo**

Esta pesquisa foi realizada com dois participantes, um do gênero masculino e outro feminino, residentes na cidade de Recife/PE, estudantes de escolas públicas, cursando a primeira série do ensino fundamental. O participante masculino iniciou a pesquisa com idade de 8 anos e 1 mês e o feminino com idade de 8 anos e 2 meses. Por razões bioéticas, eles serão referidos, respectivamente, por participante 1 (masculino) e participante 2 (feminino).

### **1.4 Método de coleta de dados**

O instrumento para a coleta de dados foi composto por uma entrevista aplicada às mães dos participantes contendo dados de identificação geral da criança (ANEXO I); realização de uma avaliação fonológica específica na criança (ANEXO II); exames audiológicos básicos (audiometria tonal, audiometria vocal e imitanciometria); os potenciais evocados auditivos de

longa latência e o teste de padrão de duração do som. Os dois últimos correspondem ao instrumento analisado, conjuntamente com as avaliações fonológicas.

Previamente à realização de qualquer avaliação houve um contato com as mães para que as mesmas fossem elucidadas a respeito da pesquisa que seria realizada com seus filhos. Após o entendimento e anuência verbal das mães afirmando que concordavam em participar, as duas assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE I).

As mães foram indagadas a respeito da história de vida das crianças, onde foram abordados os seguintes fatores: desenvolvimento psicomotor, social e emocional; atraso na aquisição da linguagem oral e escrita; sono e doenças relacionadas à perda auditiva. Qualquer alteração encontrada com relação a esses questionamentos representaria exclusão da criança para a pesquisa.

Após a seleção inicial da amostra através da entrevista, as crianças foram submetidas à triagem fonoaudiológica (avaliação fonológica para confirmação do diagnóstico de desvio fonológico) e em seguida, avaliação audiológica básica (audiometria e imitanciometria).

A confirmação do diagnóstico de desvio fonológico foi realizada através da proposta de avaliação fonológica de Yavas (YAVAS; HERNANDOREMA; LAMPRECHT, 2002). Após a avaliação foi elaborado um relatório conforme exemplificado (ANEXO III). A avaliação foi baseada em três critérios:

1. Conversa espontânea, com a finalidade de descartar alterações na estrutura morfosintática, que poderiam ser observadas através do nível do vocabulário e da capacidade discursiva da criança. Para evitar que as crianças apresentassem outros comprometimentos associados ao desvio fonológico seriam excluídas as crianças que não obtivessem bom desempenho em uma dessas habilidades.
2. Ditado de palavras, com a finalidade de observar a capacidade de escrita; embora a escrita, por si só, não represente um dado a ser analisado ou relacionado nessa

pesquisa com os exames em questão, todavia, auxilia na identificação de um desvio fonológico sem outras implicações associadas.

3. Emissão de fala espontânea, onde as crianças foram encorajadas a dizer o que viam numa figura e contar uma história a partir dos itens observados. Dessa forma, seria possível observar as trocas fonêmicas na produção da fala.
4. Repetição de uma lista de palavras ditadas pela fonoaudióloga.

A partir do momento em que a amostra estava constituída o processo de coleta dos dados transcorreu. Para tanto, foram realizados os registros dos potenciais evocados auditivos de longa latência e o teste de padrão de duração do som, antes dos sujeitos iniciarem o tratamento fonoaudiológico e ao final do tratamento. Nos dois momentos foram utilizados os mesmos critérios para execução e análise.

A mesma fonoaudióloga que realizou a triagem fonoaudiológica para identificação do desvio fonológico foi responsável pelo tratamento fonoaudiológico, desenvolvido de acordo com as observações metodológicas orientadas pela pesquisadora, necessárias para a execução da pesquisa. Ao final do tratamento, a fonoaudióloga forneceu à pesquisadora um relatório contendo informações sobre as avaliações fonológicas, a anamnese e a evolução dos dois participantes ao decorrer do tratamento. Embora a pesquisadora não tenha realizado o tratamento fonoaudiológico, a mesma esteve em contato permanente com a fonoaudióloga responsável e com as mães dos participantes, acompanhando todo o transcorrer do processo terapêutico.

O tratamento fonoaudiológico esteve pautado nos mecanismos facilitadores para desenvolver a habilidade de perceber e processar semelhanças e diferenças entre sons verbais. O planejamento terapêutico desenvolvido para o tratamento realizado com os participantes pode ser observado nos anexos (ANEXO IV). O participante 1 permaneceu em tratamento por

um período de quatro meses e vinte e um dias e o participante 2, por um período de quatro meses e vinte dias.

Os registros dos potenciais evocados auditivos de longa latência foram realizados antes do teste de padrão de duração do som nos dois momentos de avaliação (antes e depois do tratamento).

O exame para captação dos PEALL foi realizado em uma clínica privada, localizada na cidade de Recife, por uma fonoaudióloga especialista em Audiologia Clínica, com experiência em potencial evocado auditivo.

A execução do exame se deu através do analisador de potenciais evocados da marca Amplaid – modelo MK 22, composto de mediador de sinal (que soma e concede a média da atividade elétrica registrada), um amplificador (incluindo um pré-amplificador), um monitor (para visualização das ondas) e um gerador de sinal, devidamente calibrado, previamente normatizado e padronizado para a aquisição e análise do registro.

Os exames foram realizados com os participantes em decúbito dorsal em uma maca, com os olhos fechados e com eletrodos de prata fixados à pele através de pasta eletrolítica e esparadrapo. Os fones auditivos utilizados foram do tipo TDH-49, ambos posicionados sobre as orelhas.

Os eletrodos foram posicionados de acordo com as especificações do sistema internacional 10-20 (Jasper, 1958), mantendo o examinado conectado ao equipamento. Nesse sistema de marcação, o ponto central corresponde a um cruzamento entre uma linha imaginária situada entre a fronte e o occipício, e outra linha, que vai de uma orelha à outra. O sistema 10-20 propõe que a distância entre os pontos marcados nessa linha corresponda a 20% do comprimento total da linha para o primeiro ponto; 20% também para o segundo e para um eventual terceiro; 10% para um terceiro e um eventual quarto ponto. A enumeração dos diversos pontos dentro de uma mesma linha se faz com a utilização de algarismos arábicos.

Para as regiões à direita do escalpo a enumeração se faz com a utilização de números pares e, à esquerda, com números ímpares (MUNHOZ *et al.*, 2003b).

As regiões anatômicas onde passam essas linhas são representadas por letras, onde Z corresponde à linha média; C ao plano coronal; F ao frontal; T ao temporal e O ao occipital. A letra M significa mastóide (Mi e Mc correspondem à mastóide ipsilateral e contralateral) e A representa *auris* (orelha). Fp determina a fronte e N o *nasion*, que é um ponto localizado acima do nariz, entre as sobrancelhas (McPHERSON, 1996; MUNHOZ *et al.*, 2003b).

Dessa forma, os eletrodos foram dispostos da seguinte maneira: FPz (fronte acima do nariz), para o eletrodo terra; Fz (fronte) para o eletrodo invertido; A1 e A2 para os eletrodos de referência das orelhas esquerda e direita respectivamente.

A partir do modelo de Kraus e McGee (1999) foram determinados os parâmetros correspondentes aos paradigmas utilizados para o registro dos potenciais evocados auditivos de longa latência, sensíveis aos diversos distúrbios e apropriados para serem usados clinicamente. Para esse estudo foi adotado o paradigma *oddball*, onde os sujeitos foram instruídos a focarem a atenção nos estímulos raros emitidos através do fone auditivo. A tarefa comumente referida na literatura é a de solicitar aos examinados a contarem mentalmente o número de estímulos raros percebidos diante de uma estimulação que contém na sua maioria estímulos freqüentes (COLAFÊMINA *et al.*, 2000; FRIZZO *et al.*, 2001; BARRY *et al.*, 2003; SHESTAKOVA *et al.*, 2003; MUNHOZ *et al.*, 2003b). Então, foi solicitado que os sujeitos contassem e relatassem, ao final do exame, apenas a quantidade de sons raros (identificados pela criança testada como “apitos finos”) que pudessem perceber em meio aos sons freqüentes (identificados pela criança testada como “apitos grossos”). Dessa maneira, foi possível controlar se os estímulos raros foram verdadeiramente percebidos.

Após a explicação da tarefa solicitada foram realizados dois procedimentos de registros, onde o segundo foi utilizado para confirmar o primeiro.

O controle dos artefatos foi possível a partir do isolamento acústico da sala onde o exame de PEALL foi realizado, com a preocupação de manter as luzes fluorescentes desligadas, evitando assim, qualquer interferência produzida por essa luz elétrica. Outro critério de controle foi a baixa impedância entre o eletrodo e a superfície de contato (pele).

Para tanto, foi necessária uma limpeza da pele com gaze, álcool e pasta abrasiva. Em seguida, os eletrodos foram fixados à pele através de esparadrapo. Para garantir uma boa fixação e, conseqüentemente, uma impedância menor que 3000 ohm, o tempo decorrido entre o posicionamento dos eletrodos e o início do registro não foi inferior a 15 minutos. A causa mais comum para o surgimento de artefatos é o mau contato dos eletrodos quando a pele não for bem preparada (McPHERSON, 1996; MUNHOZ *et al.*, 2003b).

Os parâmetros de aquisição utilizados na realização dos potenciais evocados auditivos de longa latência foram baseados nas sugestões observadas em alguns estudos (McPHERSON, 1996; COLAFÊMINA *et al.*, 2000; MUNHOZ *et al.*, 2003b). Dessa forma, os parâmetros de aquisição apresentaram as seguintes características: filtro entre 0,5 e 30 Hz; estímulos binaurais (tons *burst* com plateau de 20 ms e rise/fall de 5 ms); apresentação do estímulo freqüente na freqüência de 1000 Hz e do estímulo raro na freqüência de 2000 Hz (probabilidade de 20%); intervalo entre os estímulos de 1,1 ms; intensidade de 80 dB NA; tempo de análise de 500 ms; sensibilidade de 160 microvolts; polaridade alternada. O número de amostras correspondeu a 200 estímulos, onde 40 foram estímulos raros. De acordo com Polich (1990), a partir 20 estímulos raros os registros se tornam confiáveis.

A marcação dos traçados foi realizada através do cursor do computador na tela do monitor. Posteriormente à marcação, os registros foram impressos. As medidas das amplitudes foram tomadas do pico para linha base, como sugere McPherson (1996). Dessa forma, a latência e a amplitude da onda N<sub>2</sub> foram marcadas a partir do aparecimento da primeira onda, no maior pico, em seqüência nas polaridades *negativa – positiva – negativa*,

respectivamente, ocorrendo na replicação do traçado freqüente e raro entre 60 e 300 ms. A onda P<sub>300</sub> foi identificada como a maior onda positiva, logo após o complexo N<sub>1</sub>-P<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>, ocorrendo na replicação do traçado para o estímulo raro, entre 200 e 500 ms.

A marcação dos registros nos componentes N<sub>2</sub> e P<sub>300</sub> se deu conforme as siglas, respectivamente, I<sub>3</sub> e I<sub>4</sub> para latência, A<sub>3</sub> e A<sub>4</sub> para amplitude.

O teste de padrão de duração foi realizado em uma clínica audiológica privada, localizada na cidade de Recife, por uma fonoaudióloga especialista em audiologia clínica, com experiência em avaliação do processamento auditivo. Esta fonoaudióloga não foi a mesma que realizou o PEALL.

Durante a realização do referido exame, os participantes estavam localizados no interior de uma cabina acústica, com nível de ruído externo inferior a 30 dB(A), conforme permitido pela *American National Standard Specification for Audiometer* – ANSI. A apresentação do teste ocorreu através de um audiômetro da marca Welch Allyn, modelo GSI 61, acoplado a um CD player da marca Panasonic, que possui a função de reproduzir o CD (*compact disc*) contendo o teste de padrão de duração (TPD). O TPD é um teste padronizado, gravado em estúdio e distribuído de forma a não possibilitar alterações personalizadas por parte do usuário. A marca do TPD utilizado foi Auditech.

Esse teste foi realizado em apresentação monótica (uma orelha de cada vez), como recomenda Ptacek e Pinheiro (1971). O padrão de resposta solicitado foi de nomeação, atividade que envolve, sobretudo, o hemisfério cerebral esquerdo, mas também a integração inter-hemisférica.

Antes da realização do teste, nas duas etapas (antes e depois do tratamento fonoaudiológico), após a explicação do que seria solicitado à criança e dos procedimentos aos quais seriam submetidas, houve um momento prévio de treinamento onde as crianças foram orientadas a repetirem verbalmente seqüências de combinações diferentes, inicialmente de

dois sons e depois, de três (curtos e longos). Esses sons foram produzidos verbalmente pela examinadora (treino prático com pista visual). O treinamento inicial possui a finalidade de garantir o entendimento do sujeito à tarefa solicitada. Apenas após da perfeita reprodução dessas combinações de estímulos verbais que simulam, grosseiramente, o TPD, o verdadeiro teste foi iniciado.

O treinamento auditivo com estímulo verbal representa um grau de dificuldade bastante inferior ao TPD propriamente dito, por isso, um bom desempenho no treinamento inicial não significa que ocorrerá o mesmo no momento do TPD. Dessa forma, a finalidade do treinamento é, exclusivamente, de garantir o entendimento do exame para assegurar que uma alteração ao TPD se refere a dificuldade de atenção e discriminação auditiva, problemas com a resolução temporal ou dificuldades para memória auditiva, uma vez que essas são as principais habilidades auditivas envolvidas no teste.

As três primeiras seqüências apresentadas a cada orelha através do CD também não fizeram parte da listagem avaliada no teste, e sim, de um treinamento com sons correspondentes aos que seriam utilizados a seguir durante a avaliação. Ou seja, a apresentação das combinações que fizeram parte da contagem de erros e acertos só foi iniciada após o treinamento com os *tones bursts* em condições semelhantes à do exame real.

O teste de padrão de duração do som (TPD), em inglês, *Duration pattern test* (DPT) foi realizado conforme metodologia desenvolvida por Musiek e colaboradores em 1990. Consistiu da apresentação de estímulos do tipo tons (*tones burst*) longos ( L ), com duração de 500ms e curtos ( C ), com duração de 250ms. Os tons, apresentados por meio de um CD *player* conectado a um audiômetro, foram transmitidos ao examinado através de fones auditivos. Os fones auditivos utilizados foram TDH-39. Entre a apresentação de um tom e outro existia um intervalo de 300ms de silêncio. A frequência dos tons foi mantida constante em 1000Hz, a uma intensidade de 50dBNS.

O teste envolveu a apresentação de 60 seqüências de três tons, trinta em cada orelha, combinadas de maneira inesperada pela criança, em 6 tipos de grupos de 10 seqüências, onde o examinado foi solicitado a descrever verbalmente cada seqüência ouvida (as crianças respondiam com pequeno e grande. Exemplo: pequeno – pequeno – grande; grande – pequeno – grande, e assim sucessivamente, conforme a apresentação). Em cada seqüência, dois dos três tons possuíam a mesma duração, enquanto o terceiro tinha duração diferente, ou seja, sempre uma combinação entre curtos e longos. A partir desses parâmetros foram apresentadas combinações de seis seqüências de tons (CCL, CLC, LLC, LCL, CLL, LCC). As porcentagens de acertos foram obtidas através de um índice monoaural, conforme sugerido por Ptacek e Pinheiro (1971). Foi considerado normal um índice de acerto maior ou igual a 76% (PTACEK; PINHEIRO, 1971).

Ao final de cada exame, a fonoaudióloga responsável pela execução totalizou os erros e acertos, possibilitando assim a conclusão e verificação do desempenho dos sujeitos em relação ao padrão de normalidade.

### **1.5 Análise dos dados**

A análise dos dados desta pesquisa esteve debruçada sobre uma comparação entre as respostas de duas crianças com desvio fonológico ao TPD e aos componentes N<sub>2</sub> e P<sub>300</sub> dos PEALL, antes e depois de realizarem tratamento fonoaudiológico, bem como, procurou comparar a produção de fala dos dois participantes antes e depois do tratamento a fim de estabelecer uma discussão contemplando os principais aspectos atencionais perceptuais auditivos envolvidos no desvio fonológico, incluindo discriminação auditiva e a resolução temporal para sons verbais e não verbais, abordando suas implicações para a percepção de fala nos dois participantes.

A análise dos resultados dos PEALL esteve baseada no comportamento das ondas correspondentes aos componentes  $N_2$  e  $P_{300}$ , no que se refere às medidas das latências e amplitudes. A análise do TPD tomou como base a quantidade de acertos, dada em percentual, em relação ao total de apresentações das combinações de tons curtos e longos que foram apresentados. A evolução do tratamento fonoaudiológico foi verificada a partir da avaliação fonoaudiológica para identificação dos fonemas alterados, realizada antes de iniciar e ao término do tratamento fonoaudiológico.

### **1.6 Considerações éticas**

Antes da realização do estudo, um projeto de pesquisa foi entregue ao Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos do Hospital Agamenon Magalhães para apreciação e aprovação, conforme normas para pesquisa envolvendo seres humanos, resolução 196/96. Após a aprovação prévia pelo referido comitê, no dia 27/10/2005 (ANEXO V), as responsáveis pelos participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido contendo informações sobre os objetivos e benefícios da pesquisa, os procedimentos pelos quais os participantes seriam submetidos e os possíveis riscos em relação aos procedimentos realizados. Os exames utilizados na coleta de dados não foram invasivos, não provocaram dor e o tratamento fonoaudiológico foi de total interesse das mães e dos participantes. Constava ainda no termo de consentimento que o anonimato dos participantes com relação aos dados pessoais seria absolutamente preservado.

Essas informações foram fornecidas por escrito e verbalmente, bem como ficou acordado com as mães que os dados referentes aos resultados da pesquisa poderiam ser publicados em revistas, anais de congressos ou quaisquer outros veículos de natureza científica.

## 2. Descrição dos casos clínicos

### 2.1 Participante 1

#### a) Avaliação fonoaudiológica

Anamnese: o participante 1 compareceu acompanhado pela mãe, referindo dificuldades na fala (troca de letras). De acordo com a genitora, ele nasceu pré-termo, aos sete meses de idade gestacional. É o primeiro filho de uma prole de dois. Apresentou desenvolvimento neuropsicomotor dentro do esperado no primeiro ano de vida. Inger alimentos de todas as consistências. É sociável e participativo, todavia, inicialmente tímido. Cursa a primeira série do ensino fundamental em escola pública. Na escola, sua dificuldade para fala está comprometendo o desempenho para leitura, causando timidez quando solicitado para realização dessa tarefa. Apresenta também, de acordo com informação materna, dificuldades para manutenção da atenção nas atividades escolares e na vida diária.

Produção de fala antes de iniciar o tratamento: apresentou substituição do / r / por / l / , no entanto, conseguiu realizar vibração lingual com o apoio do / t /. Essas substituições foram observadas sistematicamente, tanto na fala espontânea, quanto na repetição de palavras e na leitura.

Exemplos: nariz por 'naliz'; dirigir por 'diligir', cadeira por 'cadêla'.

Quando solicitado a discriminar os sons com o apoio de figuras não apresentou dificuldades, no entanto, no teste igual-diferente com pista puramente auditiva apresentou alterações.

Produção de fala ao final do tratamento: superou a dificuldade para produção do fonema / r / , tanto na fala espontânea quanto na repetição de palavras. Bom desempenho para

discriminação entre / r / e / l /, mesmo na apresentação desses fonemas com pista puramente auditiva.

#### b) Evolução do tratamento fonoaudiológico

Iniciou o tratamento no dia 04/11/2005, sendo orientado a comparecer uma vez por semana, para realizar sessões de fonoterapia com duração de 30 minutos cada, em atendimento individualizado e direcionado para o desvio fonológico. O tratamento esteve focado na estimulação da percepção auditiva, conforme planejamento terapêutico.

Realizou no total 17 sessões de fonoterapia, sempre às sextas-feiras, no horário da tarde, conforme conveniência da fonoaudióloga e da criança. Durante o período, não houve atendimento em uma semana no mês de dezembro, pois houve falta da criança.

A evolução do tratamento transcorreu conforme descrito no apêndice II.

## 2.2 Participante 2

#### a) Avaliação Fonoaudiológica

Anamnese: a participante 2 compareceu ao serviço de Fonoaudiologia acompanhada pela mãe, referindo dificuldades na produção de fala (troca de letras). É a primeira filha de uma prole de dois e nasceu a termo. Apresentou desenvolvimento neuropsicomotor dentro do esperado no primeiro ano de vida. Começou a falar pouco antes dos dois anos de idade. Inger alimentos de todas as consistências. É sociável e participativa. Não apresenta problemas quanto à escolaridade. Estuda em escola pública, cursando a primeira série do ensino fundamental. Não apresenta antecedentes patológicos que comprometam a fala. A irmã, com

cinco anos de idade, também apresenta desvio fonológico. A criança referiu ficar triste quando fala com as colegas da escola e não consegue se fazer entender.

Produção de fala antes de iniciar o tratamento: apresentou substituição do / v / por / f / ; / z / por / s / e / ž / por / š /. Essas substituições foram observadas sistematicamente, tanto na fala espontânea, quanto na repetição de palavras e nomeação de figuras.

Exemplos: cavalo por ‘cafalo’; televisão por ‘telefissão’; janela por ‘chanela’.

Produção de fala ao final do tratamento: superou a dificuldade para produção dos fonemas alterados, tanto na fala espontânea quanto na repetição de palavras. Bom desempenho para discriminação entre / v / e / f / ; / z / e / s / ; / ž / e / š / , mesmo na apresentação desses fonemas com pista puramente auditiva.

#### b) Evolução do tratamento fonoaudiológico

Iniciou o tratamento no dia 31/10/2005, sendo orientada a comparecer uma vez por semana para realizar sessões de fonoterapia, com duração de 30 minutos cada, em atendimento individualizado e direcionado para o desvio fonológico. O tratamento esteve focado na percepção auditiva, conforme planejamento terapêutico.

Realizou no total 16 sessões, sempre às segundas-feiras, no horário da tarde, conforme conveniência da fonoaudióloga e da criança. Durante o período, não houve atendimento em uma semana no mês de novembro e uma semana no mês de fevereiro, por motivo de ponto facultativo (feriado) no hospital. Não houve cancelamento de nenhuma sessão por falta da criança.

A evolução do tratamento transcorreu conforme descrito no apêndice III.

---

## CAPÍTULO III

---

### ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Atendendo ao objetivo principal da pesquisa, de analisar a atenção auditiva e a resolução temporal em duas crianças com desvio fonológico antes e após o tratamento fonoaudiológico, e procurando contemplar aos objetivos específicos, de investigar a resolução temporal e a atenção auditiva em duas crianças com desvio fonológico através do teste de padrão de duração do som (TPD) e das respostas dos componentes  $N_2$  e  $P_{300}$  dos potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL); analisar as respostas obtidas ao TPD e ao PEALL antes e depois do tratamento fonoaudiológico; comparar a produção de fala dos dois participantes antes e depois do tratamento fonoaudiológico; discutir os aspectos envolvidos com a atenção auditiva e a resolução temporal abordando suas implicações para a percepção de fala nos dois participantes, a análise desse estudo esteve debruçada sobre os aspectos teóricos relacionados com a percepção auditiva, no que se refere às habilidades de atenção auditiva e de resolução temporal.

Esta pesquisa foi realizada a partir do estudo de dois casos. Para o desenvolvimento da análise e discussão, inicialmente foram descritas as substituições fonêmicas identificadas nas falas dos participantes no momento da primeira avaliação fonológica, realizada antes do tratamento. Houve, também, uma comparação entre a avaliação da produção de fala ao início e ao final do tratamento fonoaudiológico. Na sequência, foram apresentados os resultados dos exames aplicados aos participantes como forma de avaliar as habilidades de atenção auditiva e de resolução temporal. No momento seguinte foram discutidas as respostas apresentadas aos

exames e estabelecidas correlações com postulados teóricos que envolvem a atenção auditiva e a resolução temporal. Por fim, foram considerados alguns fatores referentes ao processamento auditivo que podem estar envolvidos com o desvio fonológico.

A tabela 1 mostra as alterações encontradas na produção da fala durante a avaliação fonológica realizada antes do tratamento fonoaudiológico e a produção de fala apresentada na avaliação final, ao término do tratamento, em relação aos dois participantes.

**Tabela 1. Resultado da avaliação fonológica ao início e ao término do tratamento, dos participantes 1 e 2.**

Participante	Avaliação fonológica	
	Antes do tratamento	Após o tratamento
1	Substituição sistemática do fonema / r / pelo / l /	Dificuldade superada
2	Substituições sistemáticas dos fonemas / v / pelo / f /; / z / pelo / s / e / ž / pelo / š /	Dificuldade superada

O objetivo do tratamento fonoaudiológico foi desenvolver a habilidade de perceber e processar semelhanças e diferenças entre sons. Para tanto foram apresentados sons verbais e não verbais. Os sons não verbais foram apresentados por meio de sons ambientais e instrumentos musicais. Os sons verbais foram trabalhados através da apresentação do fonema alterado em diversas situações de escuta, tais como: fala espontânea, histórias e palavras isoladas. O produto final desse bombardeio auditivo focado no traço distintivo alterado foi a adequada percepção dos traços, a capacidade de diferenciar um traço de outro e a produção de fala de acordo com o modelo padrão observada ao final do tratamento.

Do ponto de vista fonético-fonológico, em se tratando dos fonemas alterados pelo participante 1, os fonemas / r / e / l / quanto ao modo de articulação são contínuos, quanto ao ponto de articulação são coronais e quanto ao traço de sonoridade são vozeados (sonoros), ou seja, ambos possuem praticamente as mesmas características, porém, o / l / é + lateral, possui maior tempo de sonorização e é mais agudo do que o / r / (RUSSO; BEHLAU, 1993; CALLOU; LEITE, 2001).

De acordo com Kent e Read (1992); Russo e Behlau (1993) e Gama (1994), as principais pistas facilitadoras para a discriminação entre os fonemas / l / e / r / consistem em diferenças acústicas e não em pistas visuais fornecidas pelo ponto de articulação. A continuidade e duração de transição dos formantes são diferentes entre / r / e / l /, onde no primeiro ocorre uma curta continuidade e longa duração de transição em relação ao segundo. Gama (1994) acrescenta que o tempo de aparecimento da consoante para a vogal (CV) também representa uma pista de diferenciação, onde para / l / é de 40ms e para / r / de 50ms.

A curta duração para a produção dos fonemas / r / e / l / pode representar a maior dificuldade para identificação e diferenciação entre um e outro, uma vez que requer maior capacidade de resolução temporal. Dessa forma, uma inabilidade ou incapacidade para perceber diferenças sutis de freqüências e durações entre sons pode repercutir na inabilidade ou incapacidade para a percepção dos traços distintivos desses fonemas (BALEN, 1997).

Da mesma maneira, em se tratando do participante 2, com relação às substituições observadas envolvendo os fonemas / v /; / f /; / z /; / s /; / ž / e / š /, a principal pista não variável para discriminação entre um e outro é o traço de sonoridade, ou seja, uma pista acústica, não visual. Os fonemas / v /; / z / e / ž / são vozeados (sonoros), enquanto os demais são não vozeados. Os fonemas vozeados são ( + ) contínuos, os não vozeados ( - ) (RUSSO; BEHLAU, 1993). Para a discriminação entre esses fonemas, mais uma vez observa-se a importância da atenção auditiva e resolução temporal.

O reconhecimento da vogal depende da sua duração em relação aos sons adjacentes e a identificação do vozeamento dos sons consonantais está relacionada à duração da vogal anterior. As transições dos formantes correspondem às principais pistas acústicas para a identificação do modo e ponto articulatorio dos fonemas. Portanto, a capacidade de resolução temporal do sistema auditivo auxilia ao indivíduo a identificar pequenas variações acústicas que ocorrem no sinal de fala (BALEN, 1997).

O fato das pistas acústicas constituírem as informações mais importantes para a diferenciação entre os dos fonemas / r / e / l /, bem como para os fonemas / v / e / f /, / z / e / s /, / ž / e / š / serviu como respaldo para a utilização de estratégias puramente auditivas durante o tratamento fonoaudiológico, cuja finalidade foi desenvolver a capacidade de produção desses fonemas adequadamente, tanto para o participante 1 como para o participante 2.

Os dois participantes iniciaram o tratamento fonoaudiológico apresentando dificuldade para a produção dos traços distintivos dos fonemas alterados. Ao final do tratamento (após quatro meses e vinte e um dias para o participante 1 e quatro meses e vinte dias para o participante 2), essa dificuldade foi superada. Para tanto, a capacidade de percepção entre padrões de durações e frequências diferentes para sons verbais foi adequada, pois, no contrário, a produção dos traços distintivos dos fonemas em questão de acordo com o modelo padrão não teria sido possível. Esse fato aponta para a eficiência da utilização de estratégias voltadas para a estimulação da percepção auditiva no tratamento realizado em crianças com desvio fonológico, em se tratando da conquista do objetivo principal de adequar a produção de fala ao modelo padrão de uma determinada língua.

Para a discriminação e produção dos traços distintivos dos fonemas estão envolvidas as habilidades de ordenar e sequencializar os sons da fala. Essas mesmas habilidades são necessárias para a percepção dos estímulos acústicos apresentados ao TPD e ao PEALL. Para

a realização desses dois exames estão envolvidas as habilidades de reconhecer o estímulo acústico isoladamente, discriminá-lo em relação a outros estímulos, armazená-lo por um curto período de tempo e reproduzi-lo de acordo com a tarefa solicitada (DAVIS; McCROSKEY, 1980; ELFENBEIN *et al.*, 1993). Para tanto, estão fundamentalmente envolvidas as habilidades de atenção auditiva e resolução temporal, uma vez que a atenção antecede a discriminação, e a discriminação dos sons depende da resolução temporal (MUSIEK *et al.*, 1990; FROTA; PEREIRA, 2005).

Este mesmo processo ocorre para a discriminação dos sons da fala, onde o ouvinte necessita identificar cada fonema isoladamente, com suas características acústico-perceptuais e guardá-los na memória, para posteriormente, compreender a palavra ou frase produzida pelo falante (FROTA; PEREIRA, 2005).

Partindo desse pressuposto, Ptacek; Pinheiro (1971); Polich (1990); Aquino *et al.* (2000); Musiek; Lee (2001) defendem o estudo das habilidades auditivas necessárias à percepção dos traços distintivos dos sons da fala através de exames comportamentais ou objetivos que utilizam sons não verbais, uma vez que, para os autores, as mesmas habilidades envolvidas para a percepção e discriminação dos sons não verbais estão envolvidas com a percepção e discriminação dos sons da fala.

A partir das afirmativas dos autores supra citados, a atenção auditiva e a resolução temporal dos dois participantes deste estudo foram avaliadas através do teste de padrão de duração do som e das respostas dos componentes  $N_2$  e  $P_{300}$  dos PEALL.

Não foram encontrados na literatura estudos utilizando o teste de padrão de duração do som e a obtenção dos potenciais evocados auditivos de longa latência para a avaliação da atenção auditiva e resolução temporal de crianças com desvio fonológico, na comparação intra-sujeito antes e após estimulação auditiva.

Alguns autores utilizaram o PEALL para estudar alterações da linguagem oral e/ou escrita. No entanto, essas alterações estavam associadas a outras patologias de natureza orgânica (McPHERSON, 1996; CÉSAR, 1998; VISIOLI-MELO; ROTTA, 2000; BARRY *et al.*, 2003; VALDIZÁN *et al.*, 2003; KOSLOWSKI *et al.*, 2004). Portanto, o foco principal desses estudos não corresponde ao desvio fonológico puramente evolutivo.

O estudo realizado por Advíncula (2004) verificou as medidas das latências e amplitudes dos componentes N<sub>2</sub> e P<sub>300</sub> de 10 sujeitos com desvio fonológico e comparou com o grupo controle. Apesar de ter sido realizado com desvio fonológico sem alterações associadas, o estudo de Advíncula (2004) diverge do desenvolvido para esta pesquisa, uma vez que no presente estudo, a comparação dos exames realizados nos dois participantes ocorreu intra-sujeito, ou seja, o desempenho de cada sujeito, individualmente, antes e após o tratamento fonoaudiológico.

Com relação ao TPD, Loch (2003) desenvolveu um estudo comparando o resultado de crianças com desvio fonológico com o padrão de normalidade referido na literatura, identificando alteração ao TPD para as crianças com desvio fonológico. Todavia, esse estudo também não estabeleceu uma comparação entre os resultados apresentados antes e depois do tratamento fonoaudiológico como o realizado nesta pesquisa, fato que remeteu a uma análise e discussão sob um prisma diferente.

Balen (1997) acrescenta que o TPD, no Brasil, não é realizado rotineiramente como um dos procedimentos que compõem a bateria de testes possíveis de serem utilizados para avaliação do processamento auditivo central.

Diante do exposto, a discussão dos resultados dos exames aplicados aos participantes desta pesquisa esteve embasada, fundamentalmente, nos princípios teóricos sobre o assunto. Embora, como ressalta Lowe (1996), pouco se considera a respeito do componente auditivo perceptivo do sujeito nas teorias que envolvem o desvio fonológico.

A tabela 2 mostra os resultados obtidos nos exames para captação dos PEALL, por orelha, antes e depois da realização do tratamento fonoaudiológico, com relação às medidas das amplitudes e latências dos componentes  $N_2$  e  $P_{300}$  do participante 1. A tabela 3 mostra os mesmos resultados, porém referentes ao participante 2.

**Tabela 2. Resultados do PEALL, com relação à amplitude e latência do  $N_2$  e  $P_{300}$  do participante 1, por orelha, antes e depois do tratamento fonoaudiológico.**

	Componente	Orelha	Antes do tratamento	Depois do tratamento
Amplitude ( $\mu v$ )	$N_2$	Direita	8.141	5.304
		Esquerda	3.878	3.868
	$P_{300}$	Direita	2.776	3.006
		Esquerda	3.721	4.427
Latência (ms)	$N_2$	Direita	279	269
		Esquerda	260	240
	$P_{300}$	Direita	328	357
		Esquerda	322	354

**Tabela 3. Resultados do PEALL, com relação à amplitude e latência do  $N_2$  e  $P_{300}$  do participante 2, por orelha, antes e depois do tratamento fonoaudiológico.**

	Componente	Orelha	Antes do tratamento	Depois do tratamento
Amplitude ( $\mu v$ )	$N_2$	Direita	8.308	3.172
		Esquerda	5.630	2.512
	$P_{300}$	Direita	1.294	1.686
		Esquerda	2.575	2.875
Latência (ms)	$N_2$	Direita	308	285
		Esquerda	316	252
	$P_{300}$	Direita	368	351
		Esquerda	372	324

Os resultados encontrados neste estudo revelaram variações entre amplitudes e latências com relação aos padrões esperados para comparação intra-sujeito, pois se os participantes realizaram os exames, inicialmente, apresentando alterações de percepção auditiva para fala e no momento do reteste esse problema já havia sido sanado através de estimulação da percepção auditiva, a hipótese inicial sugeria que no reteste os participantes apresentariam melhores respostas em todos os parâmetros analisados, ou seja, para as medidas das latências e amplitudes dos componentes  $N_2$  e  $P_{300}$  ao PEALL.

A amplitude representa a força da resposta, ou seja, o número de fontes geradoras de potenciais envolvidas, enquanto a latência representa o intervalo de tempo entre o estímulo e a resposta. A amplitude e a latência são parâmetros independentes, o aumento ou diminuição na medida da amplitude não significa, necessariamente, aumento ou diminuição na medida da latência (McPHERSON, 1996). Porém, para este estudo específico, em virtude da estimulação das habilidades auditivas envolvidas nos componentes  $N_2$  e  $P_{300}$  durante o tratamento fonoaudiológico, como a atenção, a discriminação e a resolução temporal, seria esperado um provável aumento das amplitudes e diminuição das latências dos dois componentes analisados, para os dois participantes, na comparação intra-sujeito.

O objetivo principal para a realização do PEALL através dos paradigmas utilizados para este estudo é a avaliação da resolução temporal e da atenção auditiva, embora outras habilidades auditivas também estejam envolvidas no processo, especialmente a memória (MUSIEK; RINTELMANN, 2001). Essas habilidades são as mesmas estimuladas durante o tratamento fonoaudiológico para desenvolver a habilidade de perceber as diferenças entre os traços distintivos dos sons da fala. Este fato justificaria um melhor desempenho ao PEALL para os dois participantes.

No entanto, como podem ser observadas, as medidas das amplitudes do componente  $N_2$  diminuíram ao reteste, nas duas orelhas, nos dois participantes estudados. Em relação ao  $P_{300}$

ocorreu o inverso, ou seja, um aumento da amplitude, que também não apresentou diferença de comportamento entre orelhas.

O comportamento semelhante entre orelhas não representa um achado relevante neste estudo, em decorrência da amostra reduzida, que impossibilita uma análise estatística para verificar esse efeito. Embora diversos estudos apontem a convergência de comportamentos entre orelhas nas respostas do PEALL (McPHERSON, 1996; AQUINO *et al.*, 2000; FRIZZO; JUNQUEIRA, 2001; ADVÍNCULA, 2004).

Advíncula (2004) comparando as medidas das latências e amplitudes dos PEALL entre um grupo de 10 crianças com desvio fonológico em relação ao grupo controle, evidenciou uma diminuição das amplitudes do grupo com desvio fonológico, especialmente no que se refere ao componente  $N_2$ . Esse fato foi associado ao estado de atenção, que seria mais facilmente mantido pelo grupo controle, uma vez que o  $N_2$  é um componente fundamentalmente representado pela atenção dada ao estímulo. Então, foi sugerido que crianças com desvio fonológico possuem dificuldades para atenção auditiva.

As amplitudes do  $P_{300}$ , no estudo de Advíncula (2004), não mostraram diferenças estatisticamente significantes entre os dois grupos, sugerindo que o grupo com desvio fonológico e o grupo controle possuem a mesma capacidade cognitiva para processamento de informações.

Partindo dos estudos de Advíncula (2004), o que poderia explicar, então, a diminuição das amplitudes do  $N_2$  evidenciada nos participantes dessa pesquisa após realizarem o tratamento fonoaudiológico? Se a base fundamental do tratamento foi a estimulação da percepção auditiva, onde estão incluídas as habilidades de atenção e discriminação, como as amplitudes do  $N_2$  diminuíram? Após a estimulação as crianças apresentaram menor capacidade de atenção ao estímulo?

Uma explicação para esse fenômeno pode estar embasada no fato do N<sub>2</sub> representar, essencialmente, uma resposta de atenção passiva e automática relacionada ao processamento de informações correspondentes à percepção do estímulo (SAMS; ALHO; NÄÄTÄNEN, 1983; MUNHOZ *et al*, 2003b; FROTA; PEREIRA, 2005). Embora a atenção seletiva também esteja envolvida no surgimento desse potencial, uma vez que a tarefa solicitada envolve discriminação do estímulo, o componente N<sub>2</sub> também pode ser observado na condição de ignorar o estímulo, apesar desse fenômeno implicar em uma redução da amplitude (McPHERSON, 1996; JUNQUEIRA; FRIZZO, 2002; MUNHOZ *et al.*, 2003b). Esse fato significa que a atenção auditiva envolvida no surgimento do N<sub>2</sub> não corresponde, exatamente, à atenção envolvida na discriminação dos fonemas da fala.

Em outras palavras, a atenção auditiva estimulada no tratamento fonoaudiológico esteve focada na percepção dos traços distintivos dos fonemas. É uma atenção intencional, contextualizada por eventos sonoros significativos (como a fala ou sons ambientais e de instrumentos musicais), seletiva, associada à capacidade discriminativa auditiva, porém, não relacionada completamente com a atenção avaliada no N<sub>2</sub> do PEALL. Todavia, de acordo com Kraus e McGee (1994), a função cortical envolvida para a resposta do N<sub>2</sub> também está relacionada com a função auditiva para a percepção de palavras (córtex auditivo primário - lobo temporal superior; córtex auditivo secundário e sistema límbico). Então, o que difere, fundamentalmente, é tipo de atenção designada para cada situação.

O N<sub>2</sub> pode ser eliciado tanto por uma tarefa de discriminação física (fator exógeno – atividade passiva), quanto por uma tarefa de discriminação semântica (fator endógeno – tarefa de atenção seletiva), portanto considerado um componente misto (McPHERSON, 1996). A atenção exigida para a percepção de traços fonêmicos na fala é sempre seletiva.

Como esta pesquisa corresponde ao estudo de dois casos, não se pretende, portanto, questionar a aplicabilidade clínica da amplitude do componente N<sub>2</sub> ao PEALL, mas verificar

sua resposta antes e depois de estimular a percepção auditiva durante o tratamento fonoaudiológico para desvio fonológico. Então, ao que se observa, a medida da amplitude desse componente ao reteste não correspondeu ao comportamento perceptivo auditivo observado no tratamento fonoaudiológico para os dois participantes, uma vez que, embora a percepção auditiva para os traços distintivos dos sons da fala tenha se adequado, as amplitudes do N<sub>2</sub> diminuíram.

No P<sub>300</sub> foi observado aumento das amplitudes para os dois participantes, fato que poderia sugerir uma melhor capacidade de processamento das informações no que se refere à identificação (percepção) do estímulo raro. Para essa tarefa são necessárias as habilidades auditivas relacionadas com a discriminação e resolução temporal, atenção seletiva e memória auditiva (HALL,1992; McPHERSON, 1996; MUSIEK; LEE, 2001; SCHOSCHAT, 2003; MUNHOZ *et al.* 2003b).

O P<sub>300</sub> é gerado, provavelmente, nas regiões do sistema límbico, particularmente no hipocampo, que possui atividade vinculada com a memória e a discriminação de palavras. Também no lobo parietal inferior, onde estão envolvidas as habilidades de atenção para tarefa de estímulos relevantes, além de associações com áreas pré-frontais medial e lateral, envolvidas com o processo de atenção seletiva. É uma resposta objetiva relacionada à percepção e cognição, no caso, percepção auditiva, que ocorre quando há reconhecimento consciente de mudanças nos estímulos sensoriais. Por isso é considerado um potencial relacionado a eventos (McPHERSON, 1996; FRIZZO; JUNQUEIRA, 2001; AQUINO, 2002; MUNHOZ *et al.*, 2003b).

Dessa forma, o aumento na amplitude do P<sub>300</sub> após a realização do tratamento fonoaudiológico pode representar maior facilidade para discriminação entre padrões diferentes de estímulos sonoros, mesmo que esses estímulos não sejam iguais aos estímulos

de fala. No entanto, Advíncula (2004) não observou diferença estatisticamente significativa entre a amplitude do P<sub>300</sub> de sujeitos com desvio fonológico em relação ao grupo controle.

A percepção de fala depende da distinção de sinais acústicos (GAMA, 1994; SCHOSCHAT, 1996; BALEN, 1997; PEREIRA, 2004), capacidade comprometida nas crianças com desvio fonológico (BALEN, 1997). Os estímulos apresentados ao PEALL possuem intervalos reduzidos, praticamente sobrepostos, assim como na produção de fala. Talvez esse fenômeno seja responsável pelo aumento da amplitude do P<sub>300</sub> após o tratamento fonoaudiológico, uma vez que, ao se estimular a percepção para os estímulos de fala também são estimuladas áreas corticais envolvidas na resposta do P<sub>300</sub>.

Com relação às latências do N<sub>2</sub>, os dois participantes obtiveram diminuição quando comparadas as respostas antes e depois. Advíncula (2004) encontrou latências do N<sub>2</sub> mais elevadas para o grupo com desvio fonológico do que para o grupo controle, no entanto, essa diferença não se mostrou estatisticamente significativa para a amostra por ela estudada.

Como a medida da latência corresponde ao intervalo de tempo percorrido entre a apresentação do estímulo e a resposta (McPHERSON, 1996), os resultados observados ao N<sub>2</sub> sugerem que, após a estimulação da percepção auditiva, os participantes necessitaram de menor tempo para discriminarem os sons raros em meio aos frequentes. Talvez esse fenômeno seja o mesmo observado na percepção e produção de fala, quando as crianças conseguem generalizar e automatizar a percepção/produção de um traço distintivo anteriormente não percebido/produzido. Assim, por conseguir uma adequada percepção dos traços, a produção se torna fluente, espontânea e sistemática. Todavia, apenas com este estudo não se pode estabelecer uma relação existente entre a maior facilidade e agilidade para discriminação auditiva dos fonemas e a diminuição da latência do N<sub>2</sub>.

Considerando que o N<sub>2</sub> avalia fundamentalmente a competência para atenção passiva (SAMS; ALHO; NÄÄTÄNEN, 1983; MUNHOZ *et al*, 2003b; PEREIRA, 2004), e como

discutido anteriormente, essa não corresponde exatamente ao tipo de atenção dispensada para a discriminação auditiva da fala, são necessários outros estudos, com maiores populações, para verificar a relação existente entre a melhora do desempenho para percepção de fala e a diminuição da latência desse componente.

De acordo com Munhoz *et al.* (2003b), a latência das ondas é o parâmetro mais importante na análise dos potenciais evocados auditivos. No entanto, quando se refere a comparações inter-sujeitos, diversos autores sugerem que as latências podem apresentar variabilidades diversas, não correspondendo, necessariamente, a alterações do processamento auditivo (McPHERSON, 1996; TONNQUIST UHLÉN *et al.*, 1996; KRAUS; McGEE, 1999; MIZORRELI; ALVAREZ, 2000; SCHOSCHAT, 2003). Este estudo, no entanto, estabelece uma comparação intra-sujeito.

Com relação à latência do P<sub>300</sub>, o participante 2 apresentou uma resposta ao reteste de acordo com o esperado pós estimulação auditiva ao tratamento fonoaudiológico, ou seja, foi observada uma diminuição da latência. Contudo, o participante 1 apresentou um aumento da latência após o tratamento fonoaudiológico, em comparação ao obtido antes do tratamento. O resultado apresentado ao reteste pelo participante 1 diverge do desempenho comportamental para a percepção e produção dos sons da fala ao final do tratamento.

Entre os potenciais auditivos de longa latência, o P<sub>300</sub> reflete a atenção e a discriminação auditiva relacionadas com a capacidade cognitiva (FARIAS; TONIOLO; CÓSER, 2004). Atraso na latência do P<sub>300</sub> significa uma resposta cortical mais lenta (DINIZ, 1996). O que justificaria, portanto, após a estimulação da discriminação auditiva ocorrer um atraso na latência desse componente para o participante 1? Após a estimulação da percepção auditiva e a adequação da produção dos fonemas da fala decorrente da discriminação auditiva dos traços distintivos, o participante 1 apresentou maior dificuldade para discriminar o estímulo raro em meio aos estímulos freqüentes durante a realização do PEALL?

De acordo com McPherson (1996) e Munhoz *et al.* (2003b), quanto maior a dificuldade para discriminação do estímulo raro, maior a latência dos componentes N<sub>2</sub> e P<sub>300</sub>, indicando que eles podem fazer parte de uma série de potenciais evocados que refletem uma seqüência de funções e de eventos neurais causados pela discriminação do evento raro.

Alguns estudos têm demonstrado que valores de latência do P<sub>300</sub> são confiáveis e não há diferença significativa entre o teste e o reteste (FARIAS; TONIOLO; CÓSER, 2004). Porém, para esta pesquisa, considerando que antes da execução do reteste os participantes submeteram-se a uma estimulação da percepção auditiva, a medida da latência do P<sub>300</sub> não se mostrou compatível com a performance do participante 1 para a discriminação e produção dos sons da fala.

O P<sub>300</sub> é influenciado pela atenção auditiva, estado de alerta, excitação e estado psicológico do sujeito (McPHERSON, 1996; JUNQUIRA; FRIZZO, 2002; MUNHOZ *et al.*, 2003b). Dessa forma, existe a possibilidade de ocorrer um aumento na latência desse componente mesmo na condição de maior facilidade de discriminação do estímulo raro, em consequência da condição emocional e comportamental do sujeito variar de um dia para o outro.

Portanto, considerando a existência de variáveis não controláveis, mais estudos nessa área são necessários, com a finalidade de verificar a eficiência do monitoramento através da latência do P<sub>300</sub> na comparação intra-sujeito, antes e depois de tratamento fonoaudiológico para desvio fonológico. Como já foi mencionado anteriormente, não faz parte dos objetivos desta pesquisa a verificação da aplicabilidade clínica dos exames realizados, mas a análise da atenção auditiva e da resolução temporal através da utilização desses exames.

Em suma, os resultados obtidos ao potencial evocado auditivo de longa latência para os casos estudados nesta pesquisa, na comparação intra-sujeito antes e após o tratamento fonoaudiológico, não corresponderam ao desempenho para a percepção auditiva para os

traços distintivos dos fonemas da fala. Uma vez que foram observadas ao reteste, diminuições das amplitudes do N<sub>2</sub> nos dois participantes e aumento da latência do P<sub>300</sub> no participante 1. O esperado, no entanto, seria diminuição da latência e aumento da amplitude em todos os componentes. Embora a amplitude e a latência não sejam interdependentes, esse comportamento era esperado em consequência da estimulação da percepção auditiva que antecedeu ao reteste.

Alguns fatores devem ser considerados como possíveis causadores para a incompatibilidade dos PEALL na comparação da performance intra-sujeito dos dois participantes, antes e após o tratamento fonoaudiológico, estabelecendo uma relação entre o desempenho para discriminação de sons verbais e não verbais:

1. Para a realização do exame é necessário o estado de atenção voluntária, no sentido de participação ativa e concentração do sujeito examinado, que pode variar de um dia para o outro, de acordo com o interesse, estímulo, possível estado de sonolência, cansaço, além de outros fatores de ordem emocional, social, orgânica, que podem prejudicar no momento do teste e/ou reteste.
2. A terapia fonoaudiológica é muito abrangente em relação à especificidade do teste. Os estímulos apresentados para a obtenção dos PEALL não correspondem aos produzidos na fala, nem mesmo aos não verbais, que são apresentados por meio de sons ambientais e instrumentos musicais. O trabalho desenvolvido no tratamento fonoaudiológico busca a estimulação da percepção auditiva de maneira contextualizada, enfocando as habilidades auditivas alteradas envolvidas nas dificuldades de linguagem.
3. Os sons do tipo tons oferecem menos informações do que os estímulos de fala para processamento e funções neurais, podendo, dessa maneira, representar maior dificuldade para diferenciação do que os traços distintivos dos fonemas.

4. A alteração de fala correspondente ao desvio fonológico é de causa funcional, não orgânica. Como definem Yavas; Hernandorena e Lamprecht (2002), o desvio fonológico é uma alteração no desenvolvimento fonológico em relação ao modelo padrão, sem que haja uma etiologia orgânica aparente. Dessa forma, talvez, a explicação para o fato das medidas das latências e amplitudes dos componentes  $N_2$  e  $P_{300}$  dos PEALL não se mostrarem compatíveis com a evolução dos participantes ao tratamento fonoaudiológico esteja embasada nessa teoria, uma vez que, de acordo com diversos estudos, onde se destacam McPherson (1996); César (1998); Visioli-Melo e Rotta (2000); Barry *et al.* (2003) e Valdizán *et al.* (2003), o PEALL tem se mostrado sensível, fundamentalmente, para as alterações da linguagem de natureza orgânica. No caso do desvio fonológico, ao contrário, não existe alteração orgânica aparente. Finley *et al.* (1985) constatou que o estudo da latência do  $P_{300}$  pode ser um método sensível para identificar alterações cognitivas funcionais, porém acompanhadas de desordens orgânicas que se correlacionam.

McPherson (1996) e Barry *et al.* (2003), em estudos sobre as aplicações clínicas dos PEALL encontraram resultados semelhantes. O  $P_{300}$ , de acordo com esses autores, apresenta boa aplicabilidade clínica para estudos relacionados com a memória, processamento da informação seqüencial e tomada de decisão. Em estudos com sujeitos que apresentam doença de Parkinson foram observados aumentos nas latências do  $N_2$  e do  $P_{300}$ , mas não foi observada alteração nos componentes  $N_1$  e  $P_2$ . Esses achados foram relacionados com as mudanças cognitivas que envolvem a memória, a percepção e as razões abstratas envolvidas nos sujeitos acometidos pelo Parkinson.

Em pacientes soropositivos, McPherson (1996) e Barry *et al.* (2003) encontraram latências maiores de  $N_1$ ,  $P_2$ ,  $N_2$  e  $P_{300}$ . Em sujeitos com demência foi observada dificuldade de processamento auditivo através do  $P_{300}$ . Em indivíduos com esquizofrenia e crianças com

transtorno do déficit de atenção e hiperatividade também foram encontradas alterações na pesquisa desses potenciais.

Jirsa e Clontz (1990); Misorelli e Alvarez (2000) encontraram aumento da latência dos componentes  $N_1$ ,  $P_2$  e  $P_{300}$  em crianças com desordem de processamento auditivo em relação ao grupo controle. Os autores sugeriram o estudo desses potenciais, sobretudo o  $P_{300}$ , nos casos de desordem de processamento auditivo, dificuldade de linguagem receptiva e expressiva, leitores lentos e transtornos na atenção e memória auditiva.

Otsuka *et al.* (1993); Visioli-Melo e Rotta (2000) evidenciaram alterações importantes aos PEALL em crianças com epilepsia, diminuição da capacidade de inteligência e outras alterações neurológicas.

Kozlowski *et al.* (2004), em um estudo de três casos com o objetivo de verificar a efetividade do treinamento auditivo na desordem do processamento auditivo central em crianças com distúrbios de atenção e memória auditiva evidenciou que, após quatro meses de tratamento fonoaudiológico com enfoque nas habilidades auditivas alteradas identificadas através de uma bateria de testes comportamentais para avaliar o processamento auditivo, a latência do  $P_{300}$  diminuiu na comparação intra-sujeito com o exame realizado antes do treinamento auditivo nos três casos. Os autores sugeriram que esse método de avaliação possui boa sensibilidade para monitoramento da evolução do tratamento fonoaudiológico direcionado ao processamento auditivo.

Apesar de também se tratar de um estudo de caso, a grande diferença entre a presente pesquisa e a desenvolvida por Kozlowski *et al.* (2004) consiste no fato das três crianças avaliadas através do  $P_{300}$  apresentarem transtorno do déficit de atenção e hiperatividade, diagnosticado previamente por um neurologista. Além disso, uma das crianças apresentava distúrbio de atenção decorrente de lesão no parênquima cerebral. Dessa forma, os resultados encontrados por Kozlowski *et al.* (2004) também convergem para os trabalhos de Melo e

Rotta (2000); Barry *et al.* (2003) e Valdizán *et al.* (2003), que apontam o PEALL como sendo essencialmente sensível para as alterações orgânicas.

Aquino *et al.* (2000), ao estudar sujeitos com distúrbios de memória e atenção auditiva encontrou alterações nos testes comportamentais de processamento auditivo e na latência do P<sub>300</sub> em relação ao grupo controle, evidenciando mais uma vez a importância da associação de exames eletrofisiológicos e comportamentais para o estudo das habilidades auditivas.

Alguns aspectos relacionados à neurofisiologia aplicada ao PEALL também podem dificultar ou facilitar a possibilidade de variações de respostas intra-sujeitos e inter-sujeitos.

Para o surgimento dos potenciais evocados auditivos milhões de neurônios localizados em diferentes fibras, tratos ou núcleos do sistema nervoso central são estimulados. Esse fenômeno implica em uma definição imprecisa da origem do sítio gerador de um dado potencial. A amplitude do potencial é diretamente influenciada pelo número de neurônios envolvidos no seu surgimento (McPHERSON, 1996; MUNHOZ *et al.*, 2003b).

A polaridade e o campo do potencial podem depender da relação geométrica entre o gerador axonal e o eletrodo de registro, uma vez que o campo neuronal pode ter orientações diferentes e pode haver mais de um gerador para um determinado potencial. Isso significa que um registro próximo ao campo pode surgir a partir de uma complexidade de distribuição de campo elétrico e um registro longe do campo pode surgir de uma outra complexidade diferente (HALL, 1992; McPHERSON, 1996).

O aumento da distância entre os eletrodos e a fonte geradora do potencial pode desencadear uma resolução espacial da resposta muito menor, uma diminuição da amplitude e um aumento na complexidade dos potenciais, que podem ser originados a partir de um número maior de fontes geradoras do que as captadas através de um registro próximo ao campo. Portanto, quanto maior a distância entre a fonte geradora do potencial e os eletrodos de captação, maiores as possibilidades de variações inter-sujeitos e intra-sujeitos. A transição

entre os meios (couro cabeludo, líquidos intracranianos e massa cortical de cada sujeito) também causará um efeito sobre o registro, isso justifica a preocupação com o posicionamento dos eletrodos (HALL, 1992; McPHERSON, 1996; MUNHOZ *et al.*, 2003b).

Para esta pesquisa, os eletrodos foram dispostos da seguinte maneira: FPz (frente acima do nariz), para o eletrodo terra; Fz (frente), para o eletrodo invertido; A1 e A2 para os eletrodos de referência das orelhas esquerda e direita respectivamente. Talvez, se o eletrodo invertido estivesse posicionado em Cz (vértex), por estar mais próximo ao campo, as respostas encontradas sofressem menor variabilidade intra-sujeito do que as obtidas com a disposição de eletrodos utilizada neste estudo.

Pode-se, então, sugerir mais pesquisas nessa área, adotando diferentes derivações para o posicionamento dos eletrodos, com a finalidade de verificar as variações observadas aos registros, quando comparados inter-sujeitos e intra-sujeitos.

Em se tratando de desvio fonológico evolutivo, sem a associação de alterações orgânicas, não são encontrados trabalhos publicados com esse tema fazendo uma relação com os potenciais auditivos de longa latência antes e após a realização de tratamento fonoaudiológico, embora alguns autores (McPHERSON, 1996; JIRSA; CLONTZ, 1990; MISORELLI; ALVAREZ, 2000; JUNQUEIRA; FRIZZO, 2002; SCHOCHAT, 2004; KOSLOWSKI *et al.*, 2004) já venham mencionando os benefícios da utilização desse exame como auxiliar na identificação de possíveis causas para os problemas de fala.

Schochat (2004) defende a posição de que muitos estudos ainda deverão ser realizados para que sejam estabelecidas, com precisão, as reais contribuições dos exames objetivos como os potenciais evocados auditivos de longa latência para a área da Linguagem.

A tabela 4 mostra os resultados do teste de padrão de duração do som dos dois participantes, com relação ao percentual de acertos, por orelha, antes e depois do tratamento fonoaudiológico.

**Tabela 4. Percentual de acertos ao TPD antes e depois do tratamento fonoaudiológico, dos dois participantes, por orelha.**

Participante	Orelha	Antes do tratamento	Depois do tratamento
1	Direita	39,96%	53,28%
	Esquerda	33,3%	66,60%
2	Direita	46,62%	69,93%
	Esquerda	33,3%	73,26%

Na comparação entre os resultados encontrados ao teste de padrão de duração do som (TPD), antes e depois do tratamento fonoaudiológico, para os dois participantes, foi observada uma melhora no percentual de respostas corretas. No entanto, embora as respostas obtidas após a estimulação da percepção auditiva tenham melhorado, os dois participantes ainda permaneceram com resultados alterados em relação aos valores estabelecidos para normalidade.

Os valores de referência para normalidade ao TPD encontrados na literatura divergem entre os autores. Musiek (1994) sugere, a partir de estudos realizados com sujeitos jovens e normais, que o valor mínimo de acertos em cada orelha deve ser de 70%. Ptacek e Pinheiro (1971), no entanto, sugerem um valor mínimo de 76%. Embora Ptacek e Pinheiro defendam maior quantidade de acertos para se enquadrar dentro da normalidade, seus estudos foram

realizados e normatizados para crianças, por isso serviram como padrão de normalidade nesta pesquisa.

Ao que se percebeu, portanto, os resultados encontrados ao TPD dos dois participantes indicam prejuízo no mecanismo de discriminação do padrão de duração dos sons, cuja habilidade auditiva fundamentalmente envolvida é a de perceber os aspectos temporais, especificamente de resolução e ordenação temporal. Esse achado está de acordo com a literatura especializada, onde há um consenso de que alterações nos aspectos temporais estão presentes em crianças com problemas de linguagem que envolve a incapacidade de manipular os sons da fala, como no desvio fonológico (PINHEIRO; TINTA, 1977; DAVIS; McCROSKEY, 1980; BALEN, 1997; FROTA; PEREIRA, 2005).

Como no momento do reteste, após a estimulação auditiva para discriminação dos traços distintivos dos sons da fala, as crianças ainda não obtiveram resultados dentro da normalidade, indica que a dificuldade de resolução temporal para sons não verbais permanece. Dessa forma, parece que, ao se desenvolver a capacidade para discriminação entre os traços distintivos dos sons da fala, ou seja, trabalhando a resolução temporal para os sons da fala, a resolução temporal para sons não verbais não será necessariamente adequada. Assim, o TPD, por ser utilizado com sons não verbais, não se mostrou suficientemente sensível para monitorar a capacidade de discriminação auditiva para sons da fala nos dois participantes.

Por outro lado, questiona-se a respeito da possibilidade de um resultado dentro da normalidade se o tratamento fonoaudiológico perdurasse por mais algumas sessões, após mais estimulações da discriminação auditiva. Os resultados encontrados aos exames após o tratamento fonoaudiológico, conjuntamente com os estudos que evidenciam a existência de dificuldades para habilidades auditivas nos casos de desvio fonológico, sugerem a necessidade de um direcionamento do tratamento para desvio fonológico, não apenas para a

percepção dos traços distintivos alterados na fala, mas para uma estimulação auditiva global, voltada para o processamento auditivo como um todo. Talvez, dessa forma, o TPD possa contribuir melhor para comparação com o desempenho dos indivíduos ao tratamento fonoaudiológico, pois o ponto fundamental para o fato desse exame não se mostrar suficientemente compatível com a performance dos sujeitos para a discriminação dos sons da fala pode constar da adequação da percepção e produção dos traços dos fonemas, apesar da permanência de uma inabilidade para o processamento auditivo de sons não verbais.

Outras pesquisas precisam ser realizadas com a finalidade de monitorar a habilidade de resolução temporal ao teste de padrão de duração, comparando com a mesma habilidade para os traços distintivos dos fonemas da fala, porém, com a utilização de estratégias metodológicas diferentes. Uma possibilidade é a de verificar se após a adequação da produção de fala as crianças devem continuar um trabalho de estimulação do processamento auditivo nas sessões de fonoaudiologia para conseguir resultados dentro da normalidade ao TPD.

Muitos estudos revelam uma relação entre a alteração do processamento auditivo, incluindo a habilidade de resolução e ordenação temporal dos sons de diferentes frequências e duração em crianças com déficit de consciência fonológica, onde se enquadra o desvio fonológico (PINHEIRO; TINTA, 1977; DAVIS; McCROSKEY, 1980; BALEN, 1997; TALLAL, 1998; GIMENES, 2000; GUILHERME, 2002; FROTA; PEREIRA, 2005). Apenas o estudo desenvolvido por Nittrouer (1999) foi encontrado na literatura afirmando o oposto.

Diante disto, os resultados encontrados ao TPD para esta pesquisa evidenciaram exatamente a relação entre a dificuldade para a habilidade auditiva de resolução temporal e a discriminação entre os traços distintivos dos sons da fala, porém, não se conseguiu estabelecer uma relação direta entre a superação da dificuldade para a percepção dos traços e a normalidade nas respostas ao exame, embora as respostas ao TPD tenham melhorado após o tratamento.

De acordo com Balen (1997), a desordem do processamento auditivo não representa necessariamente um problema de linguagem, porém é comumente encontrada nos transtornos que envolvem a linguagem falada ou escrita. No desvio fonológico, a desordem de processamento pode associar-se, principalmente, a dificuldades para discriminação auditiva, resolução temporal, memória auditiva e atenção auditiva. Não significa dizer, porém, que o desvio fonológico é causado pela dificuldade nessas habilidades, mas que acompanha essa dificuldade.

Um dos sérios problemas possíveis de ocorrer em decorrência da dificuldade para resolução temporal diz respeito a alterações na habilidade de leitura e escrita. Gimenes (2000) observou pior desempenho ao TPD em crianças que apresentavam dificuldade para o ditado em relação ao grupo controle. Harel e Nachson (1997) constataram a dificuldade para resolução temporal através do teste de padrão de frequências em sujeitos considerados maus leitores, também em relação ao grupo controle.

De acordo com a literatura especializada, a percepção dos padrões temporais do som, tanto de duração quanto de frequência, exerce um papel fundamental na percepção da fala, na habilidade de segmentar os sons da fala, no aprendizado e na compreensão da linguagem. Essa habilidade auditiva também é considerada pré-requisito para a aquisição da leitura e da escrita (PITACEK; PINHEIRO, 1971; TALLAL, 1978; BALEN, 1997; GIMENES, 2000).

Diante do exposto, justifica-se a preocupação em se avaliar e direcionar o tratamento fonoaudiológico para desvio fonológico também para a estimulação das habilidades auditivas relacionadas ao processamento auditivo, incluindo a resolução temporal, para evitar que o problema que envolve a produção de fala seja superado, mas outras implicações como dificuldade para a leitura e escrita sejam instaladas ou agravadas.

Os aspectos temporais da audição, como a resolução temporal, ordem e seqüência temporal, atuam diretamente na capacidade do ouvinte em reconhecer, discriminar e perceber

as modificações acústicas da fala. Todos esses aspectos são influenciados pela maturação das vias auditivas, pelo desenvolvimento lingüístico, psíquico e cognitivo dos indivíduos. Apenas a integração adequada desses sistemas permitirá ao ouvinte perceber e compreender a mensagem transmitida pelo falante (BALEN, 1997).

Segundo Lowe (1996); Balen (1997); Mota (2001); Yavas; Hernandorena e Lamprecht (2002), uma das alterações mais encontradas nos casos de desvio fonológico refere-se à substituição do fonema / r / pelo / l /, como observado no participante 1. Conforme L. Souza; V. Souza (2002); Alvarez *et al.* (2003); Machado (2003); Pereira e Cavadas (2003) uma das manifestações mais comuns da desordem do processamento auditivo se refere à essa mesma substituição, porém, outras substituições também podem ser evidenciadas, incluindo a troca entre fonemas surdos e sonoros, como no participante 2.

Pinheiro e Musiek (1985) afirmam que, quando são solicitadas respostas verbais nos testes relacionados ao processamento auditivo, essas são processadas pelas áreas da linguagem, na região têmporo-parietal do hemisfério cerebral esquerdo. Também são necessárias a interação inter-hemisférica e a participação das regiões motoras da fala (região frontal do córtex cerebral). Segundo os autores, as diferenças de frequência são processadas pelo hemisfério cerebral direito. No entanto, Musiek *et al* (1990) acrescentam que as diferenças de duração são processadas pelo hemisfério esquerdo. Os dois estudos concordam com a associação inter-hemisférica, especialmente quando a resposta solicitada é verbal.

Ptacek; Pinheiro (1971); Pinheiro e Musiek (1985); Musiek *et al* (1990); Cranford *et al* (1996) comprovaram que indivíduos com comissurectomia do corpo caloso apresentaram dificuldade para discriminação entre diferentes frequências e durações dos sons. Esse fato mostra a importância da associação inter-hemisférica para essa atividade.

Dessa forma, Ptacek; Pinheiro (1971); Musiek *et al* (1990); Cranford *et al* (1996) apostam na aplicação de testes para o processamento auditivo, mesmo através da utilização de

estímulos não verbais, para avaliar alterações relacionadas com a linguagem, pois, na concepção dos autores, é possível avaliar as mesmas áreas cerebrais estimuladas através da apresentação de sons verbais com a utilização de sons não verbais.

Por outro lado, Zatorre et al (1992), em um estudo verificando a região cerebral ativada em diferentes situações de escuta constatou que para a análise dos estímulos verbais algumas regiões cerebrais são ativadas diferentemente do que ocorre com os estímulos não verbais. Não que as áreas cerebrais estimuladas sejam totalmente distintas, mas comparando as regiões ativadas pela apresentação da fala com as ativadas pela apresentação do ruído branco, do tom puro e pela tarefa de discriminação entre grave e agudo, foram observadas algumas diferenças.

Mais uma vez, então, é necessária a realização de pesquisas envolvendo o estudo das habilidades auditivas envolvidas com o processamento auditivo, utilizando a apresentação de estímulos sonoros não verbais, para se verificar a possibilidade de avaliar e comparar com a percepção de sons verbais.

Quanto aos testes comportamentais de processamento auditivo, embora o TPD não seja amplamente divulgado, outros testes que compõem a bateria utilizada para esse tipo de avaliação são bastante estudados. Com isso, a relação entre desordem de processamento auditivo e desvio fonológico tem sido cada vez mais evidenciada (BALEN, 1997; CARVALHO, 1998; MUSIEK, 2001; SCHOCHAT, 2004; FROTA; PEREIRA, 2005).

Os efeitos maturacionais do sistema nervoso auditivo central parecem influenciar diretamente na habilidade de detectar pequenas diferenças de duração e frequência entre sons, refletindo especialmente na capacidade de atenção e memória auditiva (PTACEK; PINHEIRO, 1971; MUSIEK *et al.*, 1990; ELFENBEIN *et al.*, 1993; BALEN, 1997). Essa habilidade está comumente alterada no desvio fonológico (BALEN, 1997). Partindo desse raciocínio, pode-se questionar também se no desvio fonológico ocorre um atraso na

maturação do sistema nervoso auditivo central. Diante disso, esta imaturidade também repercutiria em maior dificuldade para a realização do PEALL e do TPD.

A tarefa de discriminação é função auditiva dos níveis corticais mais altos do cérebro e está relacionada ao processo maturacional das vias auditivas. A utilização de diferentes seqüências de duração tem a vantagem de ser sensível na detecção de alterações do córtex auditivo e não proporcionar limitações em sua aplicabilidade com relação ao nível-sócio cultural e lingüístico do indivíduo avaliado em virtude do estímulo utilizado (MUSIEK, 1994; BALEN, 1997). Porém, em se tratando de uma imaturidade do sistema nervoso auditivo central, a capacidade de resolução temporal, essencialmente ligada à habilidade de discriminação auditiva, estaria prontamente comprometida.

Neste estudo não ficou evidente a sensibilidade desses exames para comparar as dificuldades nas habilidades auditivas avaliadas com as dificuldades comportamentais apresentadas ao desvio fonológico. No entanto, com relação ao monitoramento do processamento auditivo, com a finalidade de direcionar o tratamento fonoaudiológico, indicando quais as habilidades auditivas comprometidas, além de monitorar a evolução desse tratamento, alguns estudos vêm mostrando a efetividade da latência do P<sub>300</sub> e da bateria de testes comportamentais do processamento auditivo, inclusive o TPD (JIRSA; CLONTZ, 1990; MISORELLI; ALVAREZ, 2000; JUNQUEIRA; FRIZZO, 2002; SCHOCHAT, 2004; KOSLOWSKI *et al.*, 2004).

Para Balen (1997); Frota e Pereira (2005), uma das principais vantagens do TPD e de outros exames que avaliam o processamento auditivo através de estímulos não verbais é a possibilidade de ser realizado em crianças que não adquiriram linguagem oral ou com fala incompreensível, porém, uma das desvantagens é a dificuldade na manutenção do interesse e atenção à tarefa solicitada por parte da criança. Talvez, esta dificuldade para a manutenção da

atenção se deva à natureza abstrata do estímulo, que por não ser contextualizado pode se tornar irrelevante para o examinado.

Estabelecendo um paralelo entre os estímulos sonoros não verbais apresentados nas sessões fonoaudiológicas para a estimulação da discriminação auditiva (sons curtos e longos, graves e agudos, fortes ou fracos) em relação aos apresentados aos exames, nas sessões fonoaudiológicas este processo se deu através de batida de palmas, percussão de instrumentos musicais, assobio, tosse, espirro e batida de portas. Os dois participantes não apresentaram dificuldade para a discriminação entre esses sons logo no primeiro momento da apresentação, enquanto aos exames, a dificuldade permaneceu mesmo ao final do tratamento.

Este fato pode ter ocorrido devido à abstração dos estímulos do tipo *tones bursts* utilizados para os exames, pois diferentemente dos estímulos sonoros ambientais e dos sons de instrumentos musicais, os *tones bursts* não são inseridos em um contexto significativo para a criança e não fazem parte dos eventos sonoros aos quais os indivíduos estão expostos rotineiramente. Além de contextualizados, e inclusive por isso, os estímulos sonoros utilizados na terapia também não são capazes de isolar as qualidades acústicas: frequência, duração e intensidade, como existe a possibilidade nos testes que utilizam estímulos sonoros do tipo *tons*.

Balen (1997) acrescenta que a identificação da ordem e seqüência temporal dos sons da fala é uma atividade mais refinada do que para os sons do tipo *tons*. Porém possui a vantagem de contar com mais informações do que para os *tons*.

Ainda de acordo com Balen (1997), todas as pistas acústicas relacionadas à frequência, intensidade e duração, bem como as pistas semânticas, sintáticas e pragmáticas, são redundâncias extrínsecas presentes na fala e auxiliam ao ouvinte na percepção dos sons. Diferentemente dos exames, onde as redundâncias fornecidas são bem menores.

No entanto, apesar das diferenças existentes entre os sons da fala e os sons ambientais que fazem parte do dia-a-dia, Junqueira e Frizzo (2002) defendem a combinação entre testes eletrofisiológicos, dentre os quais encontram-se os PEALL, e testes comportamentais da audição, onde se enquadra o teste de padrão de duração do som, para otimizar o conhecimento da avaliação clínica do sistema nervoso auditivo central. Essa sugestão das autoras converge para o pensamento de Musiek (1989 *apud* JUNQUEIRA e FRIZZO, 2002), que elege a integridade do processamento temporal da audição como fator determinante para o bom funcionamento do sistema nervoso auditivo central.

A realização de estudos com os PEALL utilizando a estratégia de comparação de resultados intra-sujeitos também é defendida por Junqueira e Frizzo (2002). A justificativa para essa estratégia de análise consiste no fato dos PEALL serem influenciados por variáveis como sexo, idade, habilidade cognitiva, maturação e tipo de tarefa. Dessa maneira, são encontrados na literatura diversos valores referentes às amplitudes e latências dos componentes. A inexistência de uma padronização internacional contribui para uma subjetividade de interpretação em meio à objetividade das respostas.

Ainda de acordo com Junqueira e Frizzo (2002), os PEALL não são específicos para determinar o tipo de doença envolvida, porém fornecem informações sobre o funcionamento do sistema auditivo. Esses potenciais são menos afetados pelas propriedades físicas do estímulo e mais afetados pelo uso funcional que o indivíduo faz do estímulo.

McPherson (1996) e Aquino (2002) também explicam que os potenciais evocados auditivos de longa latência não são específicos para caracterizar doenças, entretanto fornecem informações sobre o funcionamento do sistema. Por isso, esse exame deve ser aplicado como complementar a outros exames, não possuindo muita validade quando utilizado isoladamente.

As pesquisas enfocando aspectos relacionados à identificação e discriminação entre sons, como os PEALL e o TPD, na concepção de Pinheiro e Musiek (1985), podem sofrer

bastante influência de algumas variáveis, tais como: treinamento dos sujeitos, estímulos variados (tom, click, ruído, fala), modo de apresentação dos estímulos e o tipo de resposta solicitada ao examinado. Esses fatores podem prejudicar a comparação entre os resultados de diferentes estudos. Dessa forma, esses autores também defendem o procedimento de comparação intra-sujeito.

Diante do exposto, torna-se evidente a interdependência entre o processamento auditivo e a capacidade de perceber as diferenças sutis entre os traços distintivos dos fonemas da fala, onde a atenção auditiva e a resolução temporal possuem importância fundamental, pois dificuldades nessas habilidades auditivas podem implicar em uma produção de fala desviante em relação ao modelo padrão.

O estudo das habilidades auditivas necessárias à percepção dos traços distintivos dos sons da fala através de exames comportamentais e objetivos que utilizam sons não verbais pode ser de grande valia para a área da linguagem, porém, faz-se necessário mais pesquisas nessa área, buscando esclarecer, cada vez mais, como ocorre o processamento das informações acústicas pelo ouvinte e como as habilidades auditivas do sistema nervoso central podem interferir nesse processo.

Com relação às estratégias utilizadas para a avaliação e o tratamento fonoaudiológico destinado aos indivíduos com desvio fonológico, questiona-se a importância de uma avaliação do processamento auditivo concomitante à avaliação fonológica. Uma vez identificada a dificuldade em uma ou mais habilidades auditivas, a estimulação da percepção dos sons da fala deveria ser associada às estratégias terapêuticas utilizadas para a estimulação do processamento auditivo como um todo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de estratégias voltadas para a estimulação da percepção auditiva no tratamento para desvio fonológico dos dois participantes se mostrou eficiente, uma vez que as substituições fonológicas observadas ao início do tratamento foram superadas ao final do mesmo.

A capacidade de resolução temporal do sistema auditivo é requisito indispensável para que o indivíduo consiga identificar pequenas variações acústicas que ocorrem no sinal de fala. Conjuntamente com a resolução temporal estão envolvidas as habilidades relacionadas à atenção e discriminação auditiva.

O potencial evocado auditivo de longa latência (PEALL) para os casos estudados nesta pesquisa, assim como o teste de padrão de duração (TPD), na comparação intra-sujeito antes e após o tratamento fonoaudiológico, não se mostraram adequados para monitorar a habilidade da percepção auditiva para os traços distintivos dos fonemas da fala.

Dentre os fatores considerados como possíveis causadores para a incompatibilidade dos PEALL e do TPD na comparação com a performance intra-sujeito para os sons da fala neste estudo destacam-se o estado de atenção, interesse e concentração do sujeito examinado, que pode variar de um dia para o outro, além de fatores de ordem emocional, social, orgânica, que podem prejudicar no momento do teste e/ou reteste.

A estimulação da percepção auditiva no tratamento fonoaudiológico é muito abrangente em relação à especificidade dos testes aplicados. Os estímulos apresentados para a obtenção dos PEALL e do TPD não correspondem aos produzidos na fala.

A alteração de fala correspondente ao desvio fonológico é de causa funcional, não orgânica. O PEALL tem se mostrado sensível, fundamentalmente, para as alterações da linguagem de natureza orgânica.

Os resultados encontrados no TPD dos dois participantes indicam prejuízo no mecanismo de discriminação do padrão de duração dos sons.

Outra possibilidade para a incompatibilidade entre as respostas apresentadas aos exames após o tratamento fonoaudiológico em relação à performance dos dois participantes para a percepção e produção dos sons da fala pode constar de uma dificuldade para as habilidades auditivas relacionadas ao processamento auditivo central de sons não verbais, nestes casos específicos envolvendo a atenção auditiva e a resolução temporal, apesar da superação dessa dificuldade em se tratando dos sons da fala. Dessa forma, a dificuldade de resolução temporal para sons não verbais pode permanecer mesmo após a superação dessa dificuldade para os sons da fala.

O TPD é sujeito a interferências comportamentais do examinado, enquanto o PEALL sofre interferências comportamentais e neurofisiológicas.

É importante a realização de mais estudos para verificar a sensibilidade desses exames na comparação intra-sujeito, verificando as respostas eletrofisiológicas e comportamentais

para resolução temporal e atenção auditiva de sons não verbais, estabelecendo uma correlação entre os aspectos temporais da audição para os sons da fala com fenômenos fisiológicos observáveis.

Os resultados encontrados nos exames após o tratamento fonoaudiológico, conjuntamente com os estudos que evidenciam a existência de dificuldades para habilidades auditivas nos casos de desvio fonológico, sugerem a necessidade de um direcionamento do tratamento para desvio fonológico, não apenas para a percepção dos traços distintivos alterados na fala, mas para uma estimulação auditiva global, voltada para o processamento auditivo como um todo.

## REFERÊNCIAS

- ADVÍNCULA, K.P. **Estudo dos potenciais evocados auditivos de longa latência em crianças com desvio fonológico**. 2004. 143f. Dissertação de Mestrado, Recife, UNICAP.
- AIMARD, P. **A linguagem da criança**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1986.
- ALBANO, E.C. O Português brasileiro e as controvérsias da Fonética atual pelo aperfeiçoamento da Fonologia articulatória. **DELTA**, vol. 15, nº especial: 23-50, 1999.
- ALVAREZ, A.M.M.A., *et al.* Processamento auditivo central: proposta de avaliação e diagnóstico diferencial. *In: Munhoz, M.S.L et al. Audiologia clínica*. São Paulo: Atheneu, 2003. 2 ed., p. 103–120.
- AQUINO, A.M.C.M. Percepção e Plasticidade. *In: AQUINO, A.M.C.M. (Org). Processamento Auditivo – Eletrofisiologia e Psicoacústica*. São Paulo: Lovise. 2002.cap. 13, p. 169-173.
- AQUINO, A.M.C.M. *et al.* O potencial endógeno nos distúrbios de atenção e memória auditiva. I Congresso Triológico de Otorrinolaringologia (**Anais**). São Paulo/ SP, 2000.
- BALEN, S.A. **Análise dos traços distintivos do sistema fonológico de crianças com alterações na fala**. 1995, 112f. Monografia de Especialização - Universidade de Santa Maria. Santa Maria, RS.
- \_\_\_\_\_. **Processamento auditivo central: aspectos temporais da audição e percepção acústica da fala**. Dissertação de Mestrado – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 1997.182p.
- BALL, M.J. **Phonetics for speech pathology**. 2.ed. London: Whurr Publishers Ltd, 1993. 302 p.
- BARAN, J.A.; MUSIEK, F.E. Avaliação comportamental do sistema nervoso auditivo central. *In: Perspectivas atuais em avaliação auditiva*. São Paulo: Manole, 2001. 1ª edição brasileira. Cap. 13. P. 371-379. Trad: Daniela Gil.
- BARRY, R.J.; JOHNSTONE, S.J.; CLARKE, A.R. A review of electrophysiology in attention-deficit / hyperactivity disorder: II. Event-related potentials. **Clinical Neurophysiology**. Elsevier, Austrália, n.114, p. 184-198, junho/2003.
- CALLOU, D. e LEITE, Y. **Iniciação à fonética e à fonologia**. 8.ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2001. 127p.
- CESAR, C.P.H.A.R. **Do potencial evocado tardio relacionado a eventos em indivíduos com síndrome de Down**. 1998. 168f. Tese de doutorado – UNIFESP, São Paulo.
- COLAFÊMINA, J.F. *et al.* Potenciais evocados auditivos de longa latência (P<sub>300</sub>) em adultos jovens saudáveis, um estudo normativo. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia (RBORL)**, 66(2), parte 1, janeiro/março 2000, ISSN 0034-7299.
- CRANFORD, J.L. *et al.* Changes in central auditory processing following temporal lobectomies in children. **Jornal Am. Acad. Audiol.**, 7:289-95, 1996.

DAVIS, S.M.; McCROSKEY, R.L. Auditory fusion in children. **Child Development**. **51**: 75-80, setembro/1980.

DINIZ JR, J. **Contribuição ao estudo do potencial evocado auditivo de longa latência em crianças**. 1996. 147f. Dissertação de Mestrado – UNIFESP, São Paulo.

ELFENBEIN, J.L.; SMALL, A.M.; DAVIS, J.M. Developmental patterns of duration discrimination. **J Speech Hear Res.**, 36:842-9, março/1993.

FARIAS, L.S.; TONIOLO, I.F.; COSER, P.L. **P<sub>300</sub>: avaliação eletrofisiológica da audição em crianças sem e com repetência escolar**. Revista Brasileira de Otorrinolaringologia (RBORL), março/abril 2004, vol. 70, n.2, p. 194-199. ISSN 0034-7299.

FRIZZO, A.C.F., JUNQUEIRA, C.A.A. Potenciais evocados auditivos de Longa latência no processo maturacional. São Paulo, **Acta AWHO**, 20-2, 74-80, 2001.

FROTA, S.; PEREIRA, L.D. Processos temporais em crianças com déficit de consciência fonológica. **Revista Ibero-americana de Educación**. ISSN: 1681-5653. Disponível em 02/01/2005, 18:33h em: [http://www.campus.oei.org/revista/investigacion/763 Frota. PDF](http://www.campus.oei.org/revista/investigacion/763%20Frota.PDF).

GAMA, M.R. **Percepção de fala: uma proposta de avaliação qualitativa**. São Paulo: Pancast, 1994. cap. I e II, p. 15-39.

GIMENES, V.D. **Identificação de padrões acústicos de duração e de frequência e habilidade grafo-fônicas**. 2000, 136f. Tese de doutorado: Universidade Federal de São Paulo.

GUILHERME, L.D.S. **Processamento auditivo em dislexos: padrão de duração, sequencialização e teste dicótico não verbal**. Tese de doutorado: Universidade Federal de São Paulo, 2002, 153p.

GONÇALVES, A.C.R. **Utilização da teoria dos traços distintivos no trabalho com a substituição das consoantes sonoras homorgânicas nos desvios fonológicos: um estudo de caso**. 1999. Dissertação de Mestrado – UFPE, Recife.

GONÇALVES-PESSOA, A.C.R. Aplicação da teoria dos traços distintivos (TTD) no desvio fonológico: um estudo de caso. **Fonoaudiologia Brasil**. Vol.1. n.2. dezembro/2001. ISSN 1516-8131. p. 51-55.

GRUNWELL, P. Os desvios fonológicos evolutivos numa perspectiva Lingüística. *In*: YAVAS, M.S. (Org) **Desvios fonológicos em crianças; teoria, pesquisa e tratamento**. Porto Alegre: Mercado aberto, 1990. cap. 3. p. 51-77.

GUEDES, Z. – Atuação fonoaudiológica nos distúrbios articulatorios. *In*: LOPES FILHO *et. al*. **Tratado de Fonoaudiologia**. São Paulo: Rocca, 1997. p. 638.

HALL, J.W. **III Handbook of auditory evoked responses** – Needhman Heights, MA: Allyn & Bacon, 1992.

HAREL, S.; NACHSON, I. Dichotic listening to temporal tonal stimuli by good and poor readers. **Percept Mot Skills**, 1997. 84:467-73.

HERNANDORENA, C.L.M. Introdução à teoria Fonológica. *In*: Bisol, L. (org) **Introdução a estudos de Fonologia do português brasileiro**. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2001. cap. 1. p.11-90.

JIRSA, R.E.; CLONTZ, K.B. Long latency auditory event-related potentials from children with auditory processing disorders. **Ear and Hearing**. 11:222-232, setembro/1990.

JUNQUEIRA, C.A.; FRIZZO, A.C.F. Potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência. *In*: AQUINO, A.M.C.M. (Org). **Processamento Auditivo – Eletrofisiologia e Psicoacústica**. São Paulo: Lovise. 2002. cap. 4, p. 63-86.

KATZ, J.; WILDE, L. Desordens do processamento auditivo. *In*: KATZ, J. (Ed). **Tratado de audiologia clínica**. 4.ed. São Paulo: Manole, 1999. p.486-498.

KENT, R.D. e READ, C. **The acoustics analysis of speech**. California, Singular Publishing Group, 1992, 238p.

KOSLOWSKI, L. **A percepção auditiva e visual da fala**. Rio de Janeiro: Revinte, 1997. cap. 3, p. 11-28.

KOSLOWSKI, L *et al*. A efetividade do treinamento auditivo na desordem do processamento auditivo central: estudo de caso. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**. São Paulo, maio/junho 2004, vol. 70, n. 3, p. 412-423. ISSN: 0034-7299.

KRAUS, N.; MCGEE, T. Potenciais Evocados de Longa Latência. *In*: Katz, J. **Tratado de Audiologia Clínica**. 4ª Edição. São Paulo: Manole, 1999.

LAMPRECHT, R.P. A aquisição da fonologia do português na faixa etária dos 2:9 e 5:5. **Letras de hoje**. 28(2): 95-106, 1993.

LOWE, R.J. Fonologia. *In*: **Fonologia: avaliação e intervenção** - aplicações na patologia da fala. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. cap 1, p.11-15. Trad. Marcos A. G. Domingues.

LOCH, L. **Desempenho de crianças com desvios fonológicos no teste de padrões de duração**. 2003. *In*: Encontro Internacional de Audiologia, 18, Curitiba, 2003. Anais.

MACHADO, S.F. **Processamento auditivo: uma nova abordagem**. São Paulo: Plexus Editora, 2003. 140 p.

McPHERSON, D. L. – **Late potentials of the auditory system** – Singular Publishing Group, San Diego - London, 1996.

MIZORRELI, M.I.L; ALVAREZ, A.M.M.A. P<sub>300</sub> – uma breve revisão de literatura. **Revista Fono Atual**, n.12, São Paulo, outubro/2000.

MOORE, B.C.J. The temporal resolution of the auditory system. *In*: MAY, M.M.; RASTATTER, M.P.; SIMMONS, F. **An introduction to psychology of hearing**. 3. ed. Cambridge: Academic Press, 1989. p. 137-157.

MOTA, H.B. Fonologia: Intervenção. *In*: Ferreira, L.P. ; Befi-Lopes, D.M. ; Limongi, S.C.O. (Orgs). **Tratado de Fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 2001. Cap 63, p. 787- 813.

MUNHOZ, M.S.L *et al*. Potenciais evocados auditivos -Aspectos históricos e técnicos.*In*: MUNHOZ, M.S.L. *et al*. (Org). **Audiologia Clínica**. Série Otoneurológica. Vol.2, 2 ed., São Paulo: Atheneu. 2003(a). p.149-154.

\_\_\_\_\_. Respostas auditivas de longa latência.*In*: \_\_\_\_\_. **Audiologia Clínica**. Série Otoneurológica. Vol.2, 2 ed. São Paulo: Atheneu. 2003(b). cap. 14, p.231-242.

MUSIEK, F.E.; BARAN, J.A.; PINHEIRO, M.L. Duration Pattern recognition in normal subjects and patients with cerebral and cochlear lesions. **Audiology** **1990**. **29**: 304-313.

MUSIEK, F.E.; LEE, W.W. Potenciais auditivos de média e longa latência. *In*: **Perspectivas atuais em avaliação auditiva**. São Paulo: Manole, 2001. 1ª edição brasileira. Cap. 8. P. 239-256. Trad: Daniela Gil.

NITTROUER, S. Do temporal processing deficits cause phonological processing problems? **J Speech Lang Hear Res**, 1999, 42:925-42.

NORTHERN, J.N.; DOWNS, M.P. **Audição na infância**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2005. 5ª edição brasileira. Cap. 1. p.11. Trad: Antônio Francisco Dieb Paulo.

OLIVEIRA, R. de. **Neurolingüística e o aprendizado da linguagem**. 1 ed. Catanduva, SP: Editora Respel, 2003. 422 p.

OTZUKA, T.; *et al*. Correlation in children between P300 latency and scores on the wechsler intelligence scale for childre-revised. **American Journal of EEG technology**. 33:49-58, ASET, Iowa, 1993.

PARRA, V.M.; *et al*. Teste de padrão de frequência e de duração em idosos com sensibilidade auditiva normal. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**. São Paulo, Jul/ago 2004, vol. 70, n. 4, p. 517-523. ISSN: 0034-7299.

PARKER, F. Teoria Fonológica *In*: LOWE, R.J. **Fonologia: avaliação e intervenção** – aplicações na patologia da fala. Porto Alegre: Artes médicas, 1996. cap. 2. p. 17-31. trad. de Marcos A.G. Domingues.

PEREIRA, L.D. Processamento auditivo central: abordagem passo a passo. *In*: Pereira, L.D.; Schochat, E. **Processamento auditivo central: manual de avaliação**. São Paulo: Lovise, 1997. cap. 5. p.49-60.

PEREIRA, L.D.; CAVADAS, M. Processamento auditivo central. *In*: FROTA, S. **Fundamentos em Audiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 2 ed. cap. 11. p. 135-146.

PINHEIRO, M.L.; MUSIEK, F.E. Sequence and temporal ordering in the auditory system. *In*: PINHEIRO, M.L.; MUSIEK, F.E **Assessment of central auditory dysfunction – foundation and clinical correlates**. Baltimore: Willians & Wilkins; 1985. p. 219-238.

PINHEIRO, M.L.; TINTA, T. Differences among response mode in pitch pattern perception. *In: ANDREWS Jr, Burns, editors. Select papers in language and phonology.* Evanston, I.L. Institute for continuing professional education, 1977. vol. 2, p. 179-191.

POLICH, J.; LADISH, C.; BURNS, T. Normal variation of P<sub>300</sub> in children: age, memory span and head size. **International Journal of Psychophysiology.** v.9, p. 237 – 248, 1990.

PTACEK, P.H.; PINHEIRO, M.L. Pattern reversal in auditory perception. **Journal of the acoustical society of America.** Janeiro/1971. v.49, p. 493-498.

RUSSO, I.; BEHLAU, M. **Percepção da Fala: análise acústica do português brasileiro.** São Paulo: Lovise, 1993.

RUTH, R.A. LAMBERT, P.R.. Auditory evoked potentials. **Otolaryngologic Clinics of North America,** 24(2): 349-370, Guidelines, outubro/dezembro,1991.

SAMS, M.; ALHO, K.; NÄÄTÄNEN, R. Sequential effects on the ERP in discriminating two stimuli. **Biological Psychology,** 17:41-58, setembro/1983.

SCHUEER, C.I. Memória e Linguagem. *In: Ferreira, L.P. ; Befi-Lopes, D.M. ; Limongi, S.C.O. (Orgs.), Tratado de Fonoaudiologia.* São Paulo: Roca, 2004. Cap. 72. p. 913-919.

SCHOCHAT, E. **Processamento auditivo.** São Paulo: Editora Lovise, 1996. cap. 1 e 2. p. 15-56.

\_\_\_\_\_. Avaliação do processamento auditivo: revisão da literatura. **RBM-ORL.** vol. 5. n.1, p. 24-31, janeiro/1998.

\_\_\_\_\_. Respostas de longa latência *In: CARVALLO, R.M.M. (Org.) Fonoaudiologia: Informação para formação – Procedimentos em audiologia,* São Paulo: Guanabara Koogan, 2003. Cap. 2 – p. 71-85.

\_\_\_\_\_. Avaliação Eletrofisiológica da Audição *In: Ferreira, L.P.; Befi-Lopes, D.M.; Limongi, S.C.O. (Orgs.), Tratado de Fonoaudiologia.* São Paulo: Roca, 2004. Cap. 51. p. 656-666.

SHESTAKOVA, A.; *et al.* Event-related potentials associated with second language learning in children. **Revista Clinical Neurophysiology.** 114, p. 1507-1512. Publi. Elsevier Ireland, agosto2003.

SILVA, T.C. **Fonética e fonologia do português.** São Paulo: Contexto, 1999. p. 187-195.

SOUZA, L.B. de; SOUZA, V.M.C de. Avaliação comportamental das habilidades auditivas centrais. *In: AQUINO, A.M.C.M. de. Processamento auditivo: – Eletrofisiologia e Psicoacústica.* São Paulo: Lovise. 2002. p. 129-134.

STOEL-GAMMON, C. Teorias sobre desenvolvimento fonológico e suas implicações para os desvios fonológicos. *In: Yavas, M. S. (org). Desvios Fonológicos em Crianças – Teoria, Pesquisa e Tratamento.* Porto Alegre: Mercado Aberto, 1990. p.11-34.

TALLAL, P.; NEWCOMBE, F. **Impairment of auditory perception and language comprehension in dysphasia.** *Brain Lang.* 5:13-24, abril/1998.

TEIXEIRA, C.F. Percepção e processamento auditivo. *In*: MENEZES, P de L; CALDAS NETO, S; MOTTA, M.A. da. **Biofísica da audição**. São Paulo: Editora Lovise, 2005. cap. 8, p. 133-139.

TONNQUIST-UHLÉN, I. *et al.* Topography of auditory evoked potentials in children with severe language impairment: the N1 component. **Rev. Electroencephalography and clinical Neurophysiology**. 100(3), p. 250-260, fevereiro/1996.

VISIOLI-MELO, J.F.; ROTTA, N.T.; Avaliação pelo P<sub>300</sub> de crianças com e sem epilepsia e rendimento escolar. **Arquivos de Neuropsiquiatria**. Vol. 58, n 2B, São Paulo, 2000.

WERTZNER, H. F. Fonologia: Desenvolvimento e Alterações. *In*: Ferreira, L. P.; Befi-Lopes, D.M. ; Limongi, S.C.O. (Orgs), **Tratado de Fonoaudiologia**, São Paulo: ed. Roca, 2004 Cap. 62. p. 772-783.

YAVAS, M. Padrões na aquisição da fonologia do português. **Letras de hoje**. 23: 7-30, novembro/dezembro,1998.

YAVAS, M., HERNANDORENA, C.L.M., LAMPRECHT, R.R. **Avaliação fonológica da criança: reeducação e terapia**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

ZATORRE *et al.* Lateralization of phonetic and pitch discrimination in speech processing. **Science**, 256:846-9, 1992.

---

## ANEXOS E APÊNDICES

---

### ANEXO I

#### ENTREVISTA COM AS MÃES

##### Dados de Identificação:

Nome da criança:

Data de Nascimento:

Escolaridade:

Nome da mãe:

##### Antecedentes e Desenvolvimento:

1. Gestação:

uso de medicação. Qual? \_\_\_\_\_

hipertensão.

diabetes

outras: \_\_\_\_\_

2. Parto:

pré-termo

à termo

pós-termo

3. Alimentação atual:

pastoso

sólido e pastoso

4. Desenvolvimento da linguagem:

Quando falou a primeira palavra?

< 10 meses

12/24 meses

> 24 meses

5. Atualmente apresenta alterações na fala?

sim

não

Exemplifique: \_\_\_\_\_

##### Aspectos Sócio-Emocionais:

1. Atividades de higiene pessoal:

dependente

independente.

2. Sociabilidade:

satisfatória

inadequada.

**Saúde Geral:**

## 1. Alergias respiratórias?

sim

não

## 2. Queixas otológicas:

sem queixas

otites de repetição

otalgias

perda auditiva.

outros: \_\_\_\_\_

## 3. Tratamentos realizados:

fonoaudiológico

psicológico

neurológico

outros: \_\_\_\_\_

**Escolaridade:**

## 1. Idade que ingressou:

&lt; que 3 anos

4/6 anos

&gt; 7 anos

## 2. História de repetição escolar:

sim não

## 3. Queixa de falta de atenção na escola:

sim não

## ANEXO II

## MODELO DA AVALIAÇÃO FONOLÓGICA

## 1. Palavras do Instrumento: vocábulos para repetição.

Fonemas		
/p/	Passarinho – peixe – pedra – palhaço – pescoço – pular.	Lápis – tapete – chapéu – esperar
/b/	Borboleta – bicicleta – bolso – banquinho	Sabonete – abacaxi – rabo - cabelo
/t/	Televisão – toalha – tocar	Martelo – gato - estante
/d/	Dente – dedo – dois	Guarda-chuva – geladeira – nadar – andar
/k/	Calça – camisa – cachorro – carro – café – comer	Zoológico – disco – açúcar – escovar – tocar
/g/	Garrafa	Fogão – fogo
/f/	Fumaça – feijão	Microfone – sofá
/v/	Verde – vela – voar	Nuvem – chave – navio – ovo
/s/	Sol – soprar – sapato – saia	Bolso
/z/	Zero – zebra	Tesoura – mesa – azulejos
/ʃ/	Chinelo – chaminé	
/ʒ/	Jornal – janela	Relógio – dirigir
/m/	Menino	Armário
/n/	Nariz	Banana – antena – sino
/ɲ/	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	Dinheiro
/R/	Rádio – roda	
/r/	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	Esperar – orelha – âncora
/l/	Livro – latir	Pular – cabelo – bolo
/ʎ/	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	Toalha – olhar – espelho
{R}	Verde – porta – perna	Trator – flor
{S}	Vestido – estante	Cruz

Considerações sobre o quadro:

- Os espaços em branco correspondem a palavras já repetidas pelas crianças.
- Os espaços com XXXXX correspondem a posições que não existem na língua.

## 2. Desenhos temáticos:

- Banheiro
- Sala
- Cozinha
- Zoológico
- Meios de transportes.

### ANEXO III

#### RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO

A avaliação da linguagem do(a) menor \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_ anos de idade foi realizada no dia \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Foram observados os seguintes aspectos em sua linguagem: interação/motivação, percepção auditiva, emissão e recepção oral e Sistema Sensório Motor Oral (SSMO).

Para a coleta dos dados foi escolhido como método a conversa espontânea mediada por instrumentos como figuras, de forma que todos os fonemas sejam eliciados. Seus registros foram transcritos no decorrer da avaliação.

Após uma análise fonológica, pudemos observar em seu discurso algumas alterações como: \_\_\_\_\_, que podem ser representadas no quadro abaixo:

p	t	k	
b	d	g	
f	s	ʃ	
v	z	ʒ	
m	n	ɲ	
	r	h	c (r) v
	l	λ	{r}
	w	y	c (l) v

Menor necessita de atendimento fonoterápico: \_\_\_\_SIM \_\_\_\_NÃO

## ANEXO IV

### PLANEJAMENTO TERAPÊUTICO PARA DESVIO FONOLÓGICO

#### OBJETIVOS:

- Desenvolver as habilidades de perceber e processar semelhanças e diferenças entre sons
- Apresentar o som alvo em diferentes situações
- Desenvolver a percepção produtiva do traço alterado
- Promover generalização do fonema adquirido

#### CONTEÚDOS

- Trabalho com discriminação auditiva de sons ambientais
- Trabalho com discriminação de instrumentos musicais
- Trabalho com presença e ausência do traço alterado
- Trabalho com bombardeio auditivo
- Facilitação da produção do traço alterado
- Verificação da generalização em diferentes situações

#### SUGESTÃO DE ATIVIDADES

- Batida de palmas, porta, pés, mãos, assobio, espirro, tosse, etc., solicitando à criança que identifique cada um dos sons apresentados. Inicialmente, pode ser permitido que a criança vivencie os sons para depois identifica-los, conforme a dificuldade de cada um.
- Apresentar instrumentos musicais para que a criança identifique os sons de cada um, no que diz respeito a ‘mais grave ou mais agudo’, ‘mais longo ou mais curto’.
- Nos casos de troca, apresentar os dois fonemas chamando a atenção para a presença ou ausência do traço. Em caso de omissão, associar o som a uma onomatopéia.
- Apresentar figuras solicitando à criança que indique a presença ou ausência do traço distintivo.
- Ao final de cada sessão, apresentar uma lista de palavras onde o traço trabalhado deverá estar presente. A situação de apresentação pode ser variada.
- Facilitar a produção do som através de pistas diversas.
- Em atividades gerais (espontâneas) observar a produção do som.

## ANEXO V



SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DE PERNAMBUCO  
HOSPITAL AGAMENON MAGALHÃES

---

**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

Recife, 28 de outubro de 2005

Prezada Investigadora

Informamos a V.S<sup>a</sup> que foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa deste Hospital, na reunião do dia 27/10/2005 o projeto de pesquisa: **“ESTUDO DOS ASPECTOS ENVOLVIDOS COM A RESOLUÇÃO TEMPORAL E ATENÇÃO AUDITIVA EM CRIANÇAS COM DESVIO FONOLÓGICO ATRAVÉS DOS POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE LONGA LATÊNCIA E TESTE DE PADRÃO DE DURAÇÃO DO SOM”**, conforme normas para pesquisa envolvendo seres humano resolução 196/96.

Atenciosamente,

---

✓ Maria Aparecida Torres de Lacerda  
Secretária do Comitê de Ética em Pesquisa - HAM

## APÊNDICE I

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Seu (sua) filho(a) está sendo convidado(a) a participar da pesquisa: “Estudo dos aspectos envolvidos com a resolução temporal e atenção auditiva em crianças com desvio fonológico através dos potenciais evocados auditivos de longa latência e teste de padrão de duração do som”. O objetivo desta pesquisa é investigar a relação das questões que envolvem a atenção auditiva em crianças com desvio fonológico, através das respostas dos componentes  $N_2$  e  $P_{300}$  dos potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL) e do teste de padrão de duração do som (TPD).

Para a aplicação do exame eletrofisiológico (PEALL), seu (sua) filho(a) deverá permanecer deitado(a) em uma maca e serão colocados eletrodos em determinadas regiões da cabeça e um fone no ouvido. Através do fone ele(a) irá ouvir alguns sons semelhantes a apitos.

Para a realização do TPD, o seu (sua) filho(a) também irá ouvir alguns sons do tipo apito, porém, será necessário que ele(a) permaneça dentro de uma cabina acústica.

Antes da aplicação dos referidos testes será realizada uma avaliação da audição e da fala do(a) seu (sua) filho(a).

Após a conclusão desses exames, seu (sua) filho(a) irá realizar um tratamento Fonoaudiológico para desvio fonológico e, ao final, realizará o PEALL e o TPD novamente.

As avaliações serão realizadas no hospital Barão de Lucena, no hospital Agamenon Magalhães, na clínica Otorrinolaringológica Recife e na Audioclínica, em datas e horários previamente agendados.

Esta pesquisa será realizada pela Fonoaudióloga Patrícia Maria de Andrade Leite Barros com a orientação da Professora doutora Erideise Gurgel da Costa.

Sei que a minha identidade e privacidade, assim como a do(a) meu (minha) filho(a), serão mantidas em segredo profissional, que terei a garantia de esclarecimentos suficientes e a liberdade de recusar a nossa participação ou retirar meu consentimento em qualquer fase da pesquisa.

Entendo também a importância e os benefícios que a pesquisa trará sobre a contribuição do diagnóstico objetivo da percepção auditiva, expandindo a aplicação clínica dos exames de PEALL e TPD, como mais um método diagnóstico para auxiliar os profissionais que visam a integridade da comunicação da criança. Além disso, existe o benefício para a terapia fonoaudiológica, pois as crianças que demonstrarem alguma alteração nos testes poderão receber uma estimulação mais direcionada para o seu tipo de problema.

As informações fornecidas por você, bem como todas as avaliações realizadas com o(a) seu (sua) filho(a) são sigilosas e confidenciais. Você não receberá benefício econômico por estar participando desta pesquisa, porém não terá nenhum ônus decorrente da sua participação. Caso exista alguma dúvida poderá perguntar agora ou quando necessitar.

Consentimento pós-esclarecido

Declaro que, após esclarecimento dos pesquisadores e de ter entendido o que foi explicado, aceito que meu (minha) filho(a) \_\_\_\_\_ participe da presente pesquisa.

Recife, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_

voluntário(a)

\_\_\_\_\_

1ª testemunha

\_\_\_\_\_

2ª testemunha

\_\_\_\_\_

Erideise Gurgel da Costa

\_\_\_\_\_

Patrícia Leite

## APÊNDICE II

### EVOLUÇÃO DO TRATAMENTO FONOAUDIOLÓGICO DO PARTICIPANTE 1

- 1ª sessão: 04/11/2005

Realizado trabalho com atenção e discriminação auditiva, além de resolução temporal para sons ambientais e instrumentos musicais (sons não verbais). Os sons ambientais foram apresentados a partir de atividades como: batida de palmas; batida de portas; assobio; tosse; espirro, onde a criança era solicitada a identificar cada um dos sons apresentados. Antes da apresentação de cada som foi permitido que a criança observasse e reconhecesse um a um, com a finalidade de garantir que esses sons seriam familiares para a criança.

Na atividade onde foram apresentados os instrumentos musicais, como tambor, flauta, reco-reco e sino, foi solicitado que a criança identificasse diferenças entre esses sons do tipo grave (identificado pela criança como mais grosso) e agudo (identificado como mais fino), além de se trabalhar a condição longo-curto (trabalho de identificação de duração).

Ao final desta sessão, a criança já havia superado a dificuldade para percepção de diferenças no padrão de apresentação desses sons. Portanto, essa atividade não voltou a ser realizada em outras sessões.

- 2ª sessão: 11/11/2005

Foram apresentadas figuras representando palavras para que a criança identificasse a presença ou ausência do traço distintivo que possui dificuldade para produção na fala (/ r /). Nesta sessão, a criança compreendeu a tarefa solicitada, porém, executou com bastante dificuldade, acertando em alguns momentos, errando em outros, quanto à presença ou não do traço. Foi decidido, então, que essa atividade teria continuidade na sessão seguinte.

- 3ª sessão: 18/11/2005

Mantido o trabalho com figuras para identificação do traço distintivo iniciado na sessão anterior. Inicialmente a criança apresentou melhor desempenho em relação à segunda sessão, porém, quando a atividade se prolonga a criança começa a produzir respostas inconsistentes e aleatórias, demonstrando dificuldades para manutenção da atenção focada na tarefa. Foi decidido que na sessão seguinte seria iniciado um trabalho de solicitação à criança que produzisse o fonema envolvido no desvio fonológico.

- 4ª sessão: 25/11/2005

Foi realizado um trabalho de discriminação auditiva dos fonemas / r / e / l /. No primeiro momento, esses fonemas foram apresentados através de palavras combinadas, onde a fonoaudióloga chamava a atenção para as diferenças e semelhanças entre um e outro, com relação aos traços e depois, durante uma conversa espontânea foram identificadas algumas produções corretas por parte da criança, todavia, de maneira assistemática. Essas produções eram mais evidentes em situações de encontros consonantais. Exemplos: troco; prato; branco.

Foram estimuladas atenção e memória auditiva na atividade de repetição de combinações de palavras.

- 5ª sessão: 02/12/2005

Trabalho realizado com jogo do tipo trilha, enfatizando os fonemas / r / e / l /. Nesse momento foram exploradas atenção, discriminação e memória auditiva. Também foi realizado um trabalho de produção verbal do / r /.

- 6ª sessão: 16/12/2005

Nessa sessão foi realizada uma nova avaliação para verificação da evolução da criança com relação ao tratamento. Essa avaliação foi baseada na apresentação de palavras com e sem a presença do fonema / r /. Essas palavras foram apresentadas verbalmente, onde a criança iria repetir o que ouviu, sem pista visual (lábios da fonoaudióloga encobertos por uma folha de

papel), e através de palavras escritas, onde a criança era encorajada a ler. A criança ainda demonstrou dificuldades para percepção auditiva, inclusive na leitura, e no momento da produção, ainda mantinha a dificuldade para produzir o fonema na condição consoante-vogal. Como existia a proposta de avaliação, diferentemente das sessões anteriores, a fonoaudióloga procurou evitar a postura de facilitadora. Foi decidido que nas sessões seguintes o foco principal seria percepção/produção do fonema / r /, na condição consoante-vogal, em palavras isoladas.

- 7ª sessão: 23/12/2005

Mantida a conduta da sessão anterior.

- 8ª sessão: 30/12/2005

Mantida a conduta da sessão anterior.

- 9ª sessão: 07/01/2006

Conduta mantida, com o incremento de estórias e conversa espontânea. Sempre com ênfase na percepção e produção do fonema / r /, distinguindo-o do / l / em relação ao traço distintivo. Nessa sessão a criança apresentou-se especialmente participativa e demonstrou perceber as diferenças entre / r / e / l /, no entanto, ainda com dificuldades para produção. Foi bastante explorada a atenção auditiva, onde a criança sempre era solicitada a manter o foco na atividade, pois seria importante que estivesse atenta para boa performance durante sua realização.

- 10ª sessão: 14/01/2006

Mantida a conduta da sessão anterior.

- 11ª sessão: 21/01/2006

Manutenção do objetivo, porém, com a estratégia de utilização de um jogo cuja tarefa girava em torno do fonema / r /. O jogo apresentado foi uma trilha onde cada jogador deveria procurar figuras cujo nome continha o fonema / r /. Foi observado que a criança conseguia produzir esse fonema em algumas palavras, aleatoriamente, mesmo em situações de

consoante-vogal. Não apresentou dificuldades para discriminação auditiva quando solicitado a identificar o fonema em palavras produzidas pela fonoaudióloga, mesmo na ausência de pista visual.

- 12ª sessão: 28/01/2006

Trabalho de instalação e ajuste do fonema / r / através de vibração de língua, com a utilização de espátula (fonoaudióloga manuseando a espátula na boca da criança) e jogos do tipo trilha para não tornar a sessão cansativa. Este trabalho não poderia ser iniciado antes da criança conseguir discriminar auditivamente um fonema do outro. Por isso, foi iniciado apenas na 12ª sessão.

- 13ª sessão: 03/02/2006

Mantida a conduta da sessão anterior.

- 14ª sessão: 10/02/2006

Mantida a conduta da sessão anterior.

- 15ª sessão: 17/02/2006

Proposta de atividade com leitura de textos curtos e palavras contendo o fonema / r /. Não foi necessário o uso de espátulas para a produção do fonema, uma vez que a criança já produzia quase que sistematicamente.

- 16ª sessão: 24/02/2006

Conduta mantida, onde se observou a produção do / r / de maneira sistemática, não sendo necessário o uso de estratégias facilitadoras para a criança. Além da leitura foram utilizadas conversa espontânea.

- 17ª sessão: 03/03/2006

Realizada nova avaliação para verificação da produção de fala da criança, onde foi constatado que o fonema / r / estava sendo produzido sem alterações.

Houve uma conversa entre a fonoaudióloga, a criança e a mãe, onde se abordou sobre a proximidade da alta fonoaudiológica. A mãe foi informada que esse seria o momento da realização dos exames PEALL e TPD pela segunda vez, para comparação com a primeira. Houve, então, um contato entre a mãe da criança e a pesquisadora com a finalidade de combinar dia e horário de acordo com a conveniência da mãe e da criança.

Após a realização dos exames, a criança retornou mais uma vez à fonoaudióloga responsável pelo tratamento fonoaudiológico apenas para oficializar a alta. O retorno aconteceu no dia 25/03/2006.

### APÊNDICE III

#### EVOLUÇÃO DO TRATAMENTO FONOAUDIOLÓGICO DO PARTICIPANTE 2

- 1ª sessão: 31/10/2005

Realizada tarefa envolvendo sons ambientais para que a criança identificasse e classificasse cada som como grave (grosso) ou agudo (fino), além de forte (alto) e fraco (baixo) e curto (pequeno) ou longo (grande). Foram apresentados sons através de sino, tambor, flauta, batidas de palmas e batidas na porta. O objetivo dessa atividade foi de trabalhar atenção e discriminação auditiva, e resolução temporal para sons não verbais.

Antes da atividade foi permitido que a criança conhecesse o som produzido por cada instrumento, para facilitar no desempenho da tarefa.

A criança obteve êxito nessa atividade logo na primeira sessão, por isso, não houve necessidade de retomá-la em sessões seguintes.

- 2ª sessão: 07/11/2005

Foram apresentadas figuras representando palavras para que a criança identificasse a presença ou ausência dos traços distintivos referentes aos fonemas que possui dificuldade para produção na fala (/ v /; / f /; / z /; / s /; / ž / e / š /). A criança conseguiu, assistematicamente, superar a dificuldade de percepção dos traços quando a palavra era falada pela fonoaudióloga, porém não conseguiu produzir os fonemas adequadamente.

- 3ª sessão: 21/11/2005

Continuada a atividade com discriminação auditiva, porém utilizando a estratégia de abordar inicialmente os fonemas / v / e / f /, com a finalidade de produção do / v /. Foram utilizadas figuras cujo nome continha o fonema enfatizado. Ainda continuava a dificuldade para produção.

- 4ª sessão: 28/11/2005

Trabalho com discriminação auditiva dos fonemas / f / e / v / através de estórias, figuras, repetição de palavras e conversa espontânea (atividade classificada como bombardeio auditivo). Foi observado que a criança consegue discriminar um fonema do outro quando produzido em palavras isoladas. Na fala contínua ainda existia uma pequena dificuldade. Não produz o / v /.

- 5ª sessão: 05/12/2005

Mantida a conduta da sessão anterior, com ênfase na produção do / v /, ainda não adquirida.

- 6ª sessão: 12/12/2005

Conduta mantida. Foi observado que a criança começou a produzir o fonema / v /, porém não conseguia sustentar sua produção isolada por muito tempo. Ainda não conseguiu produzir dentro de palavras.

- 7ª sessão: 19/12/2005

Conduta mantida. Produziu o som / v / satisfatoriamente de forma isolada. Ainda apresentava dificuldades na produção com palavras.

- 8ª sessão: 26/12/2005

Conduta Mantida. A criança permanecia com dificuldades para a produção do / v / em palavras.

- 9ª sessão: 02/01/2006

Nesta sessão a produção do / v / foi trabalhada a partir da percepção de contrastes entre fonemas surdos e sonoros apresentados em diversas palavras. Bombardeio do / f / e / v /, com a finalidade de facilitar a produção do / v /. A criança apresentou bom desempenho, percebendo, sem dificuldade, a diferença entre os traços.

Iniciado trabalho com generalização, onde a criança deve utilizar as mesmas estratégias para a percepção dos demais fonemas surdos e sonoros. Dessa forma, a criança generaliza para as outras trocas que possui (/ z / por / s / e / ž / por / š /).

- 10ª sessão: 09/01/2006

A criança demonstrou perceber os traços distintivos de / f / e / v /; / z / e / s /; / ž / e / š /. Consegue produzir o / v /, porém ainda não conseguiu generalizar. Ênfase no trabalho de generalização. Conseguiu bom desempenho.

- 11ª sessão: 16/01/2006

Trabalho com leitura e interpretação de texto com a finalidade de conseguir a generalização do traço. A criança apresentou boa evolução.

- 12ª sessão: 23/01/2006

Continuidade do processo de generalização com ênfase na automatização, uma vez que foi observado que a criança não apresentava trocas na nomeação de figuras e na leitura, porém, não ocorria o mesmo durante conversas espontâneas, demonstrando que a produção correta do traço ainda não havia sido automatizada.

- 13ª sessão: 30/01/2006

Generalização superada. Continuidade do processo de automatização através de leituras de histórias em livros infantis onde a criança foi encorajada a se manter atenta na produção de sua fala, evitando as trocas. No entanto, ainda foram evidenciadas algumas trocas assistemáticas.

- 14ª sessão: 06/02/2006

Conduta mantida através de leitura e conversa espontânea. Praticamente não foram observadas trocas nessa sessão.

- 15ª sessão: 13/02/2006

Trabalho voltado para conversa espontânea, onde a criança demonstrou ter automatizado a produção adequada dos fonemas que antes apresentava dificuldades.

- 16ª sessão: 20/02/2006

Realizada nova avaliação para verificação da produção de fala da criança, onde foi constatado que o desvio fonológico havia sido superado.

Houve uma conversa entre a fonoaudióloga, a criança e a mãe, com a finalidade de comunicar a proximidade da alta. A mãe foi informada que esse seria o momento da realização dos exames PEALL e TPD pela segunda vez, para comparação com a primeira. Houve, então, um contato entre a mãe da criança e a pesquisadora para que fosse agendado dia e horário, de acordo com a conveniência da mãe e da criança.

Após a realização dos exames, a criança retornou mais uma vez à fonoaudióloga responsável pelo tratamento apenas para oficializar a alta. O retorno aconteceu no dia 20/03/2006.