



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS E BIOLOGIA
CELULAR**

Francisca Canindé Rosário da Silva Araújo

**ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO AUDITIVO DA
HABILIDADE DE FUSÃO BINAURAL**

Belém
2022

Francisca Canindé Rosário da Silva Araújo

ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO AUDITIVO DA HABILIDADE DE FUSÃO BINAURAL

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Neurociências pelo Programa de Pós-graduação em Neurociências e Biologia Celular do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará.

Área de concentração: Neurociências
Orientador: Prof. Dr. Manoel da Silva Filho

Belém
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)

A658e Araújo, Francisca Canindé Rosário da Silva.
Estudo do desenvolvimento auditivo da habilidade de
fusão binaural / Francisca Canindé Rosário da Silva Araújo.
— 2022.
74 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Manoel da Silva Filho
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-
Graduação em Neurociências e Biologia Celular, Belém,
2022.

1. Audição. 2. Processamento auditivo central. 3.
Fusão binaural. 4. Estimulação acústica. 5. Sistema
nervoso auditivo central. I. Título.

CDD 573.893633

Francisca Canindé Rosário da Silva Araújo

ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO AUDITIVO DA HABILIDADE DE FUSÃO BINAURAL

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Neurociências pelo Programa de Pós-graduação em Neurociências e Biologia Celular do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará.

Área de concentração: Neurociências
Orientador: Prof. Dr. Manoel da Silva Filho

Data de aprovação:

Banca examinadora:

_____ – Orientador

Prof. Dr. Manoel da Silva Filho
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Prof. Dr. Daniel Valle Vasconcelos Santos
IEC

Prof^a Dra. Cinthya da Silva Lynch
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ

Prof^a Dra. Cintia Tizue Yamaguchi
HUBFS- EBSER

DEDICATÓRIA

Para meus filhos Léo, Carol, e netos, Danton, Isadora, Tales e Giovana, os bens maiores que a vida me presenteou.

Aos meus pais (*in memoriam*), Cosme Marques da Silva e Francisca Rosário da Silva, por terem sempre priorizado minha educação e estudos, instrumentos estes, importantes para trilhar o meu caminho. Vocês sempre estiveram presentes e continuarão presentes na minha vida.

Ao Prof. Dr Manoel da Silva Filho, um exemplo de mestre. Agradeço o privilégio de ter sido sua orientanda, Aprendi a admirar sua sabedoria e o incomparável conhecimento que possui na área científica, grata pelo carinho com que sempre me tratou, e por estar atento a todas as necessidades encontradas nesta jornada. Um exemplo de ética e integridade.

AGRADECIMENTOS

Agradecendo a Jesus Cristo por segurar a minha mão em toda esta caminhada me orientando, e me protegendo.

Agradeço especialmente ao meu orientador professor Manoel filho pela ajuda inestimável pela condução do deste trabalho além do seu conhecimento o ser humano atento a todas as necessidades encontradas nesta jornada meu muito obrigado professor.

Ao Kauê Costa, pelo desprendimento, atenção e competência na ajuda técnica deste trabalho.

À Dra Gisele Henneman Koury, pela ajuda inestimavel neste doutorado, contribuindo na realização dos exames clinicos otorrinolaringológicos de toda a população desta pesquisa, minha eterna gratidão, por esta parceria, pela amizade, e competencia.

Em memória ao prof. Dr. Antonio Marcos de Lima Araujo, pela ajuda na elaboração do material de teste deste projeto, tornando possivel a realização deste trabalho.

À fonoaudióloga Márcia Salomão que auxiliou este estudo com a viabilização da gravação do material de voz e com palavras amigas no decorrer deste projeto.

À Raphael Salomão Ishak que gravou em seu estúdio profissional o material de fala usado nestes testes.

À Fernando Alexandre de Souza Navarro que forneceu sua voz como locutor profissional para ser utilizada nos testes.

À escola São Vicente de Paulo e aos pais dos alunos desta instituição por autorizarem a realização da escolha do material de fala em suas dependências.

À equipe da Clínica de Fonoaudiologia da Universidade da Amazônia que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização desta pesquisa.

Aos voluntários, pacientes e suas famílias que se dispuseram a fazer parte deste trabalho, escutando e respondendo da melhor forma possível aos estímulos ofertados.

Aos estudantes do curso de Fonoaudiologia pela valiosa participação .

Ao meu querido amigo, fonoaudiólogo Romulo Leão, pela sua disponibilidade, competência e carinho nesta jornada.

Ao meu amigo Juarez Tadeu Abrahão por me cobrar, me incentivar ser meu interlocutor, nesta jornada.

RESUMO

Introdução: A Interação Binaural (IB) permite a fusão da informação auditiva no tronco encefálico em função de diferenças de percepção de intensidade ou tempo dos estímulos acústicos. Permite avaliar a ação cooperativa e integrada do tronco cerebral baixo e dos hemisférios cerebrais na compreensão sonora. Como o amadurecimento do sistema nervoso central ocorre no sentido crânio caudal, pode haver modificação da resposta para esta habilidade no decorrer do desenvolvimento. **Objetivos:** Padronizar e comparar o desenvolvimento com o aumento da idade da resposta no teste de fusão binaural (TFB) com filtros digitais passa-baixas (PB) e passa-altas (PA) em indivíduos normo ouvintes. **Métodos:** Estudo prospectivo, transversal e observacional. Foram avaliados dicoticamente 120 indivíduos, em diferentes faixas etárias (6 a 8 anos, 10 a 12 anos, 14 a 16 anos e 20 a 30 anos) com TFB, filtrado na Fc 500/1700 Hz com filtro digital do tipo *Finite Impulse Response* de ordem 4096, com fase nula e 50 indivíduos entre 18 e 30 anos com material de fala sem filtragem. **Resultados:** Houve uma melhora progressiva no desempenho com o aumento da idade (ANOVA (um critério): $p < 0,0001$). Ocorreu diferença significativa entre as palavras filtradas, em qualquer idade e as palavras sem filtragem (Dunnet: $p < 0,01$). A diferença entre as faixas etárias foi significativa (Tukey: $p < 0,01$), menos para os resultados obtidos nas faixas etárias de 6-8 e 10-12 anos e de 14-16 e 18-30 anos. **Discussão:** A IB é uma habilidade que evolui progressivamente com o avançar da idade e a maturação do Sistema Nervoso Central (SNC). **Considerações finais:** A interpretação dos TFB deve levar em conta o desempenho por faixa etária dos pacientes. Isto é importante para futuras aplicações destes testes em indivíduos com Transtorno do Processamento Auditivo.

Palavras-chave: Audição. Processamento auditivo central. Avaliação auditiva. Fusão binaural.

ABSTRACT

Introduction: Binaural Interaction (BI) allows the introduction of auditory information (in the brain as a function of differences in perception of intensity or time of acoustic stimuli). Allows you to assess the action and integrated co-operative of the brainstem in lower understanding. As the maturation of the central nervous system occurs in the craniocaudal direction, the response to this ability may change during the course of development. **Objectives:** To normalize and compare the development with increasing age of response in the binaural diffusion test (BPT) with digital low-pass (LP) and high-pass (HP) filters in normative listeners. **Methods:** Prospective, cross-sectional and observational study. A total of 120 years were evaluated, in different age groups (6 to 8 years old, 10 to 12 years old, 14 to 16 years old and 20 to 30 years old) with TFB, filter at Fc 500/1700 Hz digital Finite Impulse Response type order 4096, with null phase and 5000 between 18 and 30 years with unfiltered speech material. **Results:** a progressive improvement in performance with increasing age (ANOVA (one-way): $p < 0.0001$). There was a significant difference between the filtered words, age and the unfiltered $p < 0.01$ (Dunnett: any filtered words, 01). The difference between the age groups was significant (Tukey: $p < 0.01$), less for the results obtained in the age groups of 6-8 and 10-12 years and of 14-16 and 18-30 years. **Discussion:** IB is a skill that evolves with age development and NC fabrication. **Final considerations:** The interpretation of the TFB should take into account the performance by age group of the patients. This is important for future applications of these tests in people with Auditory Processing Disorder.

Keywords: Hearing. Central auditory processing. Hearing assessment. Binaural fusion.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Filtro Passa Baixas.....	20
Figura 02 – Valor da atenuação em função da frequência	20
Figura 03 – Respostas em frequências do FPB e FPA para a palavra Deixar ...	21
Figura 04 – Respostas em frequência dos filtros.....	22
Figura 05 – Filtro Passa Baixas.....	25
Figura 06 – Audição periférica.....	25
Figura 07 – Respostas em frequências do FPB e FPA para a palavra Deixar ...	26
Figura 08 - Espectrografia da palavra boneca abrangendo as frequências normais do sinal de fala, o gráfico é expresso tempo(t) / frequência (Hz) a 20.000Hz...	31
Figura 09 - Filtragem digital do material de fala.....	35
Figura 10- Curva das respostas dos filtros digitais do tipo FIR PB (A1) e PA (A2) usados no material de fala, com corte abrupto de 80dB na frequência de corte	34
Figura 11 - Densidade espectral de potência dos cortes que foram feitos através de filtro digital do tipo FIR nas palavras selecionadas para a montagem da FB	37
Quadro 01 – Frequências de corte	37
Figura 12 - Porcentagem de respostas corretas obtidas na testagem de indivíduos entre 18 a 30 anos com palavras filtradas com diversos filtros PB e PA apresentados dicoticamente para avaliar a FB.....	41
Figura 13 - Porcentagem de respostas corretas obtidas na testagem de indivíduos com o TFB em diferentes faixas etárias	42
Figura 14 - Porcentagem de acertos no TFB aplicado em pacientes com TPA antes e após o TAAC e dos indivíduos controle (sem TPA) pareados por idade	43
Tabela 01 – Demonstrativo das porcentagens de acerto obtidas nas frequências de corte para as frequências escolhidas, no Passa Altas.....	44
Figura 15- correspondente ao PA.....	44
Tabela 02 – Demonstrativos das porcentagens de acertos obtidos nas frequências de corte para as frequências escolhidas, no Passa Baixas.....	45

Figura 16- correspondente a testagem PB 45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A1	Área auditiva primária
A2	Área auditiva secundária
ANSI 3.1	American National Standards Institute, normative 3.1
ASHA	American Speech-Language-Hearing Association
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa CI colículo inferior
CLIFA	Clínica de Fonoaudiologia
dB	Decibel
dB NPS	Decibel nível de pressão sonora
TPA	Transtorno do processamento auditivo
f0	Frequência
F1	Primeiro formante
F2	Segundo formante
Fc	Frequência de corte
FIR	Finite Impulse Response
Hz	Hertz (ciclos por segundo)
IDEB	Índice do Desenvolvimento da Educação Básica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IB	Interação binaural
IC95%	Intervalo de confiança de 95%
IIR	Infinite Impulse Response
IPRF	índice percentual de reconhecimento de fala
kHz	1000 Hz
L1	Lista 1
L2	Lista 2
NGM	Núcleo geniculado medial
PA	Passa- altas frequências
PB	Passa-baixas frequências
PAC	Processamento auditivo central
P25	Percentil de 25% 14
P75	Percentil de 75%
S/R	Relação sinal ruído
SNC	Sistema nervoso central

SSW Staggered Spondaic Words Test - teste de dissílabos alternados
TCLE Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UNAMA Universidade da Amazônia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 JUSTIFICATIVA	16
3 OBJETIVOS	17
3.1 OBJETIVO GERAL	17
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
4 REVISÃO DE LITERATURA	18
4.1 BASES TEÓRICAS	18
4.2 VIAS AUDITIVAS	24
4.3 PROCESSAMENTO AUDITIVO CENTRAL	28
5 METODOLOGIA	33
5.1 ESCOLHA DO MATERIAL DE FALA PARA O TFB	34
5.2 FILTRAGEM DIGITAL DO MATERIAL DE FALA	35
5.3 ESCOLHA DA FREQUÊNCIA DE CORTE PARA O TFB	38
5.4 DESEMPENHO DOS TESTES POR FAIXA ETÁRIA	38
5.5 DESEMPENHO DO TFB EM PACIENTES COM TPA E DEPOIS DO TREINAMENTO AUDITIVO ACUSTICAMENTE CONTROLADO (TAAC)	39
5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	39
6 RESULTADOS	41
7 DISCUSSÃO	46
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
9 REFERÊNCIAS	50
APÊNDICE A	52
APÊNDICE B	53
APÊNDICE C	54

1 INTRODUÇÃO

A linguagem humana se constitui no uso dos signos intersubjetivos, que ocorre entre consciências individuais, e que possibilitam a comunicação entre os pares (ABBAGNANO, 2007).

Pode ser entendida também como qualquer meio sistemático de comunicar ideias ou sentimentos através de signos convencionais, sejam *sonoros*, gráficos, gestuais, entre outros (HOUAISS; VILLAR, 2009). É através da linguagem que o homem expressa desejos, vontade, satisfação, sentimentos, favorecendo o conhecimento do mundo que o cerca para agir sobre ele.

A audição é um sistema sensorial importante para a aquisição e desenvolvimento da linguagem oral e é construída socialmente. No caso do homem, ela é representada principalmente pela fala, que é adquirida pelo contato com os parceiros da sociedade da qual faz parte.

Esses estímulos são reforçados pela família, pela interação na escola na sociedade de forma geral. Assim, a criança aprende a falar por meio da repetição daquilo que escuta.

Quando um bebê ou uma criança apresenta qualquer intercorrência na sua audição, a aquisição da linguagem verbal torna-se mais difícil. Isso porque a imitação dos sons não será tão eficiente, isso faz com que o indivíduo não consiga escutar com eficiência o que está sendo dito, e assim tenha que fazer um grande esforço para conseguir captar tal informação. Isto gera um cansaço excessivo, aumentando a desatenção.

Como consequência, pode apresentar atrasos na fala, comprometimento na forma de expressão oral e escrita, troca de fonema, trocas na estrutura das sílabas, criação de frases com informações desconexas, entre outras dificuldades. Podendo comprometer o andamento escolar, a aprendizagem de novos conteúdos e todo o processo social de desenvolvimento e expressão que a linguagem proporciona.

O termo processamento auditivo central diz respeito a como os indivíduos analisam os eventos acústicos por ele recebidos via o sentido da audição. Permitindo o seu contato com o mundo real.

O processamento auditivo atua de forma predominante no desenvolvimento da linguagem e das suas habilidades acadêmicas, fazendo

parte do processo de comunicação que é uma das mais complexas funções do cérebro humano sendo dependente de atividades sofisticadas do sistema nervoso auditivo central.

Para que aconteça o funcionamento adequado da comunicação via auditiva, são necessários substratos auditivos e neurológicos íntegros. O sistema auditivo do homem possui estruturas que são responsáveis pela transmissão dos estímulos sonoros. São elas: a componente condutiva formada pelas orelhas externa e média, a componente sensorial que comporta a cóclea – fazendo parte do órgão vestibulococlear, e a componente neural que faz parte do sistema nervoso.

O sistema auditivo sensorial é uma das primeiras estruturas a se formar no indivíduo, em torno da 28ª semana de gravidez (NORTHERN; DOWNS, 2005), entretanto o substrato neurológico exige um tempo maior para sua maturação.

Ao nascer o indivíduo normal está apto a detectar sons, entretanto o desenvolvimento das diversas habilidades auditivas como: localização e lateralização sonora, discriminação auditiva, reconhecimento do padrão auditivo, aspectos temporais da audição, figura fundo, fechamento auditivo, são resultados da aprendizagem decorrente da exposição e experiências aos estímulos acústicos já nos primeiros anos de vida.

As vias auditivas, o sistema nervoso e as estruturas cerebrais; têm como função receber, analisar e interpretar as informações recebidas via audição. Todas essas funções compõem o processamento auditivo. O mecanismo da audição ocorre por duas vias: a periférica e a central. O sistema periférico é responsável em receber e encaminhar as pistas sonoras advindas do meio ambiente, para o sistema auditivo central (MACHADO, 2003; AQUINO, 2002).

Quando as funções auditivas são realizadas predominantemente por estruturas do sistema nervoso central e do córtex cerebral, falamos do processamento auditivo central propriamente dito; tal processo está relacionado às funções de organização, codificação e decodificação, da informação auditiva recebida (PEREIRA E SCHOCHAT, 1997).

Para que o indivíduo realize estas funções é necessária uma capacidade biológica inata, integridade de seu sistema orgânico e experiência sonora do meio ambiente. Caso alguma destas habilidades esteja comprometida, o

indivíduo poderá apresentar problemas durante seu desenvolvimento auditivo (Schochat, 1996).

A associação americana de fala, linguagem e audição (American Speech-Language-Hearing Association - ASHA) através do grupo de trabalho sobre o transtorno de processamento auditivo emitiu um relatório especificando os testes para avaliação do processamento auditivo, entre os quais (ASHA, 2005):

✓ Testes de discriminação auditiva: avaliar a capacidade de diferenciar semelhantes estímulos acústicos que diferem na frequência, intensidade e/ou parâmetros temporais.

✓ Testes de ordenação e sequencia temporal: avaliar a capacidade de analisar os eventos acústicos ao longo do tempo (por exemplo, padrão de frequência, padrão de duração, resolução temporal).

✓ Testes dicóticos: avaliar a capacidade de separar ou integrar diferentes estímulos auditivos apresentados para cada ouvido simultaneamente (por exemplo, dicótico consoante-vogal, dicótico de dígito, dicótico de dissílabos alternados, dicótico não verbal).

✓ Testes monoaurais de baixa redundância: avaliar o reconhecimento de estímulos da fala degradada apresentada numa orelha por vez (por exemplo, fala filtrada, fala com ruído, fala com mensagem competitiva).

Testes de interação binaural: avaliar processamento binaural em função de diferenças de intensidade ou tempo de estímulos acústicos (por exemplo, fusão binaural, limiar diferencial de mascaramento, localização sonora).

Neste trabalho foi enfatizado o teste de fusão binaural. O teste de fusão binaural foi desenvolvido, na década de 1950, pelo médico alemão Joseph Matzker, com objetivo de avaliar o mecanismo de fusão no tronco encefálico (IVE; WILLEFORD, 1988). O teste consiste em apresentar um sinal de voz dividido em duas faixas de frequências, uma contendo componentes graves do sinal de voz e a outra contendo componentes de alta frequência, cada faixa isoladamente deve impor baixa inteligibilidade (por redução da redundância da fala) e as duas simultaneamente devem permitir alta inteligibilidade, sendo apresentada simultaneamente uma faixa em cada uma das orelhas.

Princípio geral: Se o mecanismo de fusão no tronco encefálico está devidamente habilitado, o indivíduo será capaz de responder com altos índices de inteligibilidade; se o mecanismo não estiver adequadamente habilitado o

indivíduo não será capaz de realizar a fusão e apresentará baixos índices de inteligibilidade (KATZ; IVEY, 1999).

O resultado do teste é efetivamente um índice de quão cooperativamente operam os dois hemisférios no processamento do som. Nos Estados Unidos o teste foi estruturado por Robert Ivey, em 1969 (IVEY; WILLEFORD, 1988). O teste em uso no Brasil foi organizado por Pereira e Schochat (1997).

2 JUSTIFICATIVA

A partir das considerações iniciais faz-se necessária uma investigação que permita o desenvolvimento e padronização do teste de fusão binaural com material de fala do português brasileiro, degradada por corte de frequência, através de filtração digital, com o objetivo de atender a necessidade de um teste que possa avaliar com eficiência a integração binaural e a habilidade de fechamento auditivo.

A ASHA considera a interação binaural um dos principais mecanismos auditivos e recomenda a sua inclusão na bateria de testes comportamentais para avaliação do processamento auditivo (ASHA, 2010).

Em vista da grande variedade de cortes dos testes de fusão binaural, proposto na literatura internacional optou-se em padronizar um teste para língua portuguesa, visto que os cortes e filtrações até então usadas baseiam-se em características da língua inglesa, o que dificulta a análise dos resultados devido às características específicas de cada língua (PEREIRA; SCHOCART, 2011; MATZKER, 1962; IVEY; WILLEFORD, 1988).

No Brasil o teste apresentado, consiste da apresentação de 25 palavras monossílabas, no qual a banda passa alta tem um corte na frequência sonora de 2.500Hz com atenuações progressivas de até 24dB.

Nas frequências sonoras, mas baixas, até 800Hz, as demais frequências ficam constantemente atenuadas em 24dB, banda passa-baixo tem um corte na frequência sonora de 400Hz, atenuação progressiva de 400Hz a 800Hz, até 24dB, frequências ficaram constantemente atenuadas em 24dB.

TESE:

Um teste de fusão binaural adequadamente estruturado é suficientemente sensível.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Estudar o desenvolvimento maturacional auditivo da habilidade de fusão binaural, através de um material de fala do português falado no Brasil, com retirada da redundância intrínseca através de filtragem digital, assim como melhorar a eficiência diagnóstica do teste.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.2.1 Elaborar um material de teste cujo estímulo utilizado seja um conjunto de palavras do português falado no Brasil, que seja mais adequada para realização do teste de fusão binaural;

3.2.2 Analisar a inteligibilidade do material de fala que foi submetido a diferentes cortes nas frequências graves PB e nas frequências altas PA;

3.2.3 Investigar e definir as melhores frequências de corte passa baixa e passa alta, para compor o teste de fusão binaural;

3.2.4 Investigar o desempenho nos cortes de passa baixa e passa alta em indivíduos adultos na faixa etária de 18 a 30 anos para definir os padrões de normalidade do teste de fusão binaural;

3.2.5 Investigar o desempenho nos cortes de passa baixa e passa alta em indivíduos infanto juvenil para definir os padrões de normalidade do teste de fusão binaural;

3.2.6 Avaliar a competência do teste de fusão binaural para diagnosticar indivíduos com Transtorno do processamento auditivo central, além de averiguar a melhora no desempenho posterior ao treinamento auditivo acusticamente controlado.

4 REVISÃO DE LITERATURA.

4.1 BASES TEÓRICAS

O sistema linguístico da comunicação humana, é dependente da redundância intrínseca do sistema nervoso auditivo central, e da redundância extrínseca.

Para que o indivíduo ouça e compreenda os sons da língua, é necessário que o mesmo faça uso das redundâncias intrínsecas e extrínsecas da língua. Segundo SCHOCHAT (1996), as redundâncias intrínsecas são as inúmeras vias e tratos auditivos que estão no sistema nervoso auditivo central, em indivíduos com as audições periféricas e central normais, vias que cruzam outras não, e às fontes de informação que o ouvido humano possui para processar os estímulos sonoros. As redundâncias extrínsecas são as inúmeras pistas sobrepostas, dentro da própria língua. Cada língua dispõe de várias pistas para que o indivíduo entenda a mensagem, entre as quais: pistas acústicas, sintáticas, semânticas, morfológicas e lexicais, que não são necessárias a todo o momento. A facilidade com que o indivíduo é capaz de perceber os sons da fala se deve em parte, a redundância dentro do sinal da fala (extrínseca), e em parte da redundância dentro do sistema auditivo (intrínseca). Esta interação é a base para o uso dos testes de fala para a detecção de problemas auditivos tanto centrais quanto periféricos.

Isto possibilita avaliar as habilidades perceptuais auditivas e identificar uma disfunção auditiva central ou transtorno do processamento auditivo central, em que haja prejuízo no entendimento e na habilidade de analisar e ou interpretar padrões sonoros.

O indivíduo deve processar o sinal acústico em todo o percurso auditivo percorrido, desde a entrada do estímulo na orelha externa até o córtex auditivo, onde deve acontecer e sua representação construída pelo processamento do sinal pelas vias auditivas.

O entendimento e a compreensão da fala é um dos mais importantes aspectos mensuráveis da função auditiva tornando-se pré-requisito para a participação completa e ativa no nosso complexo mundo sonoro.

O sinal de voz é resultado da ação das movimentações no trato articulatório atuando sobre um estímulo proveniente dos pulmões, com ou sem

interferência das pregas vocais e/ou do trato nasal (FRY, 2004). Os diversos posicionamentos do trato vocal ou nasal impõem ressonância ou antirressonância, amplificando ou atenuando algumas faixas de frequência, proporcionando os diversos sons utilizados na fala (BOOTHROYD, 1971; RUSSO; BEHLAU, 1993). Algumas unidades básicas, os fonemas, concentram sua energia em baixas frequências (/o/ e /u/), outros concentram sua energia em altas frequências (/s/ e /f), outros concentram sua energia nas frequências médias (/a) e alguns outros possuem componentes distribuídos em baixas e altas frequências (/i/, /e/, /z/, /j/) (FRY, 2004; BARNEY, 2004; BOOTHROYD, 1971; JAKOBSON; FANT; HALLE, 1961; FLETCHER, 1952; MILLER; NICELY, 1955).

Sons como de vogais /i/ e /e/ após uma filtragem passa-baixas causam confusão com /u/ e /o/, ou seja, são sons que para sua discriminação, exige ambas as componentes do sinal (ARAÚJO, VIOLARO; LIMA, 1999). Para um sinal como do /i/ dividido em duas componentes (passa-baixas e passa-altas) e se cada uma das componentes é apresentada simultaneamente a cada uma das orelhas, temos duas possibilidades: Se a fusão binaural não ocorrer é provável que som do /i/ seja decodificado como /u/ e; se a fusão binaural ocorrer é provável que a decodificação seja correta. Para o teste de fusão binaural é necessário que pelo menos um dos fonemas de cada palavra utilizada possua componentes de baixas e altas frequências, que requeira efetivamente a fusão das componentes de baixas e altas frequências para sua inteligibilidade.

Um filtro linear é um sistema com capacidade de selecionar do sinal de entrada, quais as frequências estarão presentes no sinal de saída e qual a amplitude de cada componente que compõe o sinal resultante e a linearidade garante a inexistência na saída de frequências não presentes no sinal de entrada. Dependendo das frequências selecionadas, o filtro recebe uma designação. Um *filtro passa-baixas* permite a passagem das componentes de baixa frequência e atenua as componentes de altas frequências do sinal de entrada. Um *filtro passa-altas* atenua as componentes de baixa frequência e permite a passagem das frequências altas. Um *filtro passa-faixa* permite a passagem de uma faixa intermediária de frequências e atenua as componentes de baixas e altas frequências (LATHI, 2007).

Algumas características dos filtros são relevantes para este trabalho: A *banda de passagem* que especifica, em **Hz**, quais as componentes de

frequências do sinal de entrada serão preservadas; A *banda de rejeição* que especifica, em **Hz**, quais as componentes de frequências do sinal de entrada será atenuada; A *banda de transição* que especifica, em **Hz**, uma faixa entre a banda de passagem e a banda de rejeição para a qual as componentes de frequências do sinal de entrada estarão levemente atenuadas; A atenuação específica, em **dB**, quão atenuadas serão as componentes na *banda de rejeição*. Um fator associado à atenuação é a *velocidade de rejeição*, em **dB/oitava**, que especifica quanto é o valor da atenuação cada vez que a frequência duplica (LATHI, 2007).

As características de frequência de um *filtro de Butterworth passa-baixas* de 6ª ordem com banda de passagem entre **0** e **1000 Hz** é mostrada no gráfico, no eixo *x* estão as frequências em **Hz** e o eixo *y* está associado ao valor do ganho (inverso da atenuação) em dB.

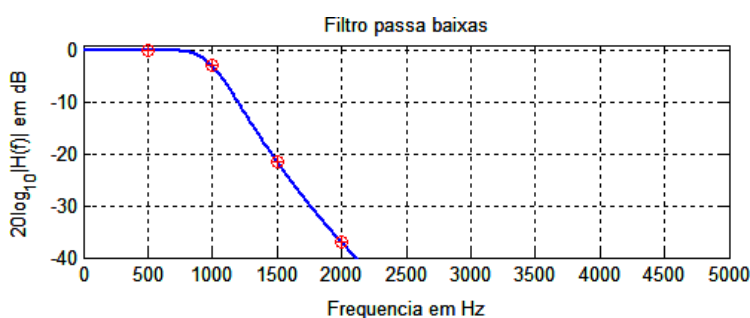


Figura 01 – Filtro Passa Baixas.

Fonte: Arquivo pessoal do prof. Dr. Antônio Marcos de Lima Araújo (2011)

Pode-se observar que na banda de passagem (**0 – 1000 Hz**) a atenuação é sempre inferior a **3 dB** e, a partir da frequência de **1000 Hz** o filtro introduz uma atenuação que aumenta com o aumento da frequência.

Na Figura 01 estão destacados alguns pontos cujas frequências e ganhos estão na Figura 02, a seguir:

Frequencia (Hz)	500	1000	1500	2000	2500	3000
Atenuação (dB)	0,00	3,01	21,51	36,96	49,23	59,53

Figura 02 – Valor da atenuação em função da frequência.

Fonte: Arquivo pessoal do autor

Na Figura 2 é possível observar uma atenuação de aproximadamente **36 dB/oitava**, a partir da frequência de **1000 Hz**.

As Figuras 03a e 03b apresentam, por exemplo, as densidades espectrais de potência obtidas para a palavra deixar, resultantes respectivamente das filtragens passa-baixas e passa-altas.

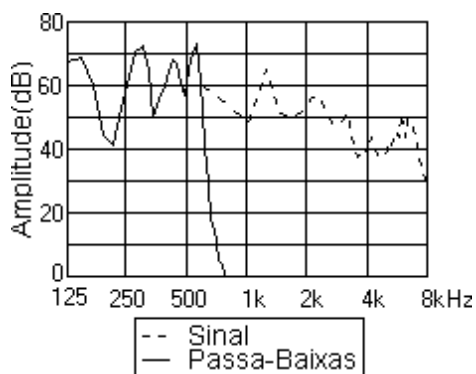


Figura 3a – Resposta em frequência do FPB para a palavra Deixar.

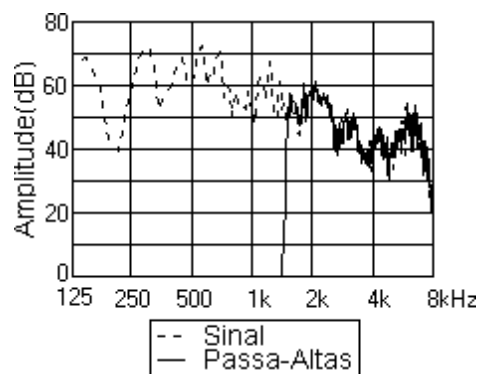


Figura 3b – Resposta em frequência do FPA para a palavra Deixar.

Fonte: Arquivo pessoal do prof. Dr. Antônio Marcos de Lima Araújo (2011)

O teste de fusão binaural concebidos, na Alemanha, por Matzker (1962), sendo estruturado nos Estados Unidos, por Ivey e Willeford (1988) e no Brasil, por Pereira e Schochat (1997). Matzker e Ivey utilizaram filtros passa-faixas com bandas estreitas enquanto Pereira e Schochat utilizaram um filtro passa-baixas e um filtro passa-altas. As bandas de passagem dos filtros associados às baixas frequências utilizados foram **500 – 800 Hz** por Matzker, **500 – 700 Hz** por Ivey e **0 – 400 Hz** por Pereira e Schochat. As bandas de passagem dos filtros associados às altas frequências utilizados foram **1815 – 2500 Hz** por Matzker, **1900 – 2100 Hz** por Ivey e **2500 – 20000 Hz** por Pereira e Schochat. Matzker e Ivey utilizaram filtros com velocidade de rejeição de **36 dB/oitava** enquanto Pereira e Schochat utilizaram filtragem com atenuação máxima de **24 dB**.

A Figura 04, a seguir apresenta as respostas em frequência dos filtros utilizados.

Figura A

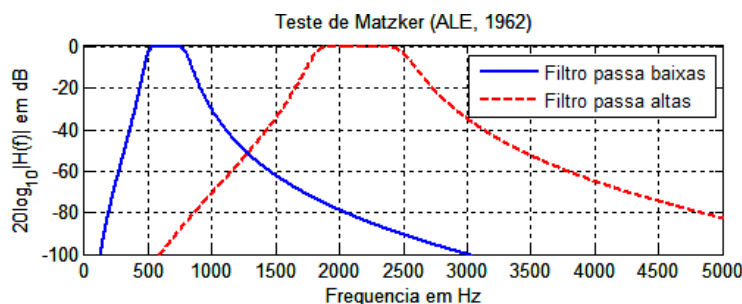


Figura B

Figura C

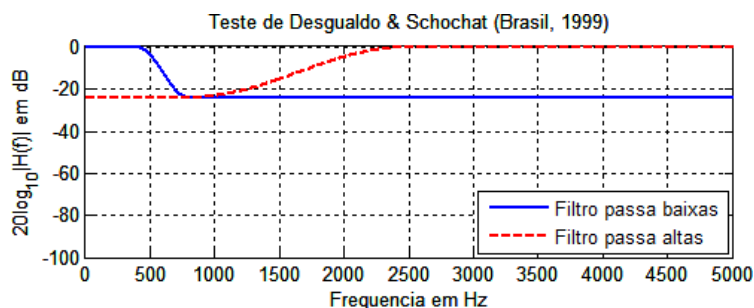


Figura 04 – Resposta em frequência dos filtros.

Fonte: Arquivo pessoal do prof Dr. Antônio Marcos de Lima Araújo (2011).

As figuras 4 (a,b,c, respectivamente) ilustram as diferenças entre os filtros utilizados, em especial no organizado no Brasil. A descrição do teste organizado no Brasil (PEREIRA; SCHOCHAT, 1997), indica claramente a utilização de um equalizador de som para realizar a distorção, o que resulta em uma atenuação e distorção insuficientes para a efetiva realização do teste. Cada uma das faixas apresenta, por si só, informações suficientes para o reconhecimento.

A seleção das palavras para o teste é outra questão crucial. No teste de logaudiometria, por exemplo, utilizado para determinar a percentagem de inteligibilidade de fala é importante utilizar um conjunto de palavras ou sílabas que seja o mais aproximadamente possível foneticamente balanceado com relação à presença dos sons na comunicação oral, ou seja, que a porcentagem dos fonemas que compõe a lista seja similar à porcentagem dos fonemas utilizados na comunicação. Para o teste de fusão binaural é importante que as palavras contenham componentes que possuam:

- Simultaneamente componentes de baixas e altas frequências, que possam efetivamente admitir uma resíntese e;
- Pouca inteligibilidade em cada faixa isoladamente e;
- Elevada inteligibilidade quando as faixas são apresentadas simultaneamente.

As Figuras 05 (a,b,c,d), mostram como acontece todo este processo:

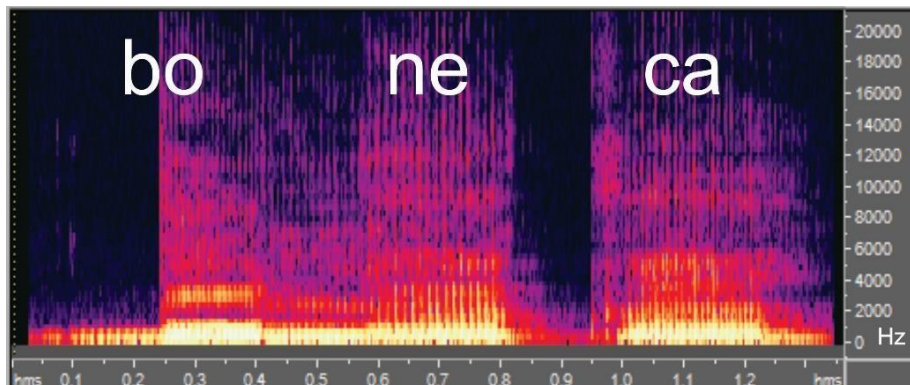


Figura 5a. Espectrografia da palavra boneca abrangendo as frequências normais do sinal de fala, o gráfico é expresso tempo(t) / frequência (Hz) a 20.000Hz

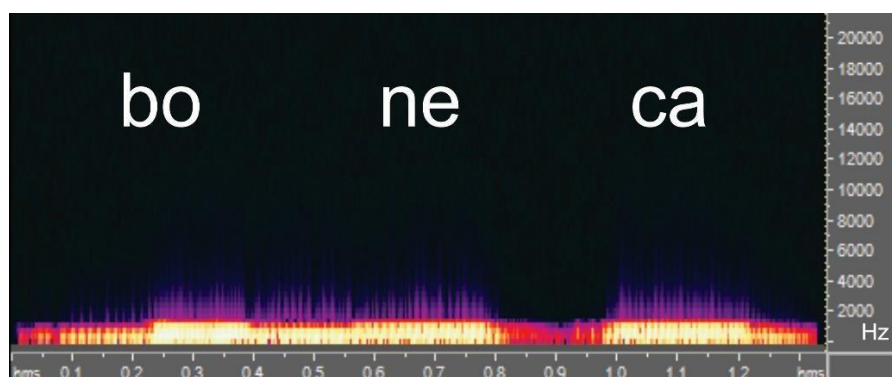


Figura 5b. Espectrografia da palavra boneca abrangendo as frequências de 0 Hz a 700Hz, (passa baixas).

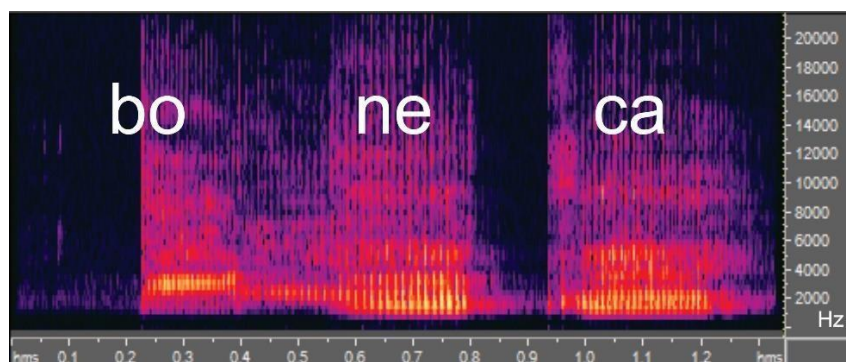


Figura 5c. Espectrografia da palavra boneca abrangendo as frequências de 1.400 Hz a 20.000Hz



Figura 5d

Figura 05 (a,b,c,d) – Espectografia da palavra
 Fonte: Arquivo pessoal do autor

A Figura 05d exemplifica as condições necessárias para acontecer a fusão binaural do sinal de fala, na orelha testada (OD) entra o passa baixo e na outra orelha (OE) é apresentada o passa alto para acontecer a resíntese ou seja a fusão binaural.

A especificação da faixa etária para os testes e sua padronização é outra questão relevante, ou seja, a definição de em qual idade o teste de fusão binaural deve ser aplicada e quais os resultados são esperados por faixa etária em condições de normalidade.

Queixas como “o meu filho escuta televisão muito alta” ou solicita sistematicamente a repetição da mensagem como “hem?”, “o que?” podem ser sinalizações de dificuldades associadas à fusão binaural, pois a fusão binaural é uma das responsáveis pela utilização cooperativa e sincrona das duas orelhas, associadas às capacidades de localização e limiar de mascaramento. Socialmente é tolerável que crianças de até por volta de sete anos apresentem este comportamento, entretanto a partir desta idade este comportamento parece inadequado – eis uma pista a ser investigada para definição da aplicabilidade do teste.

4.2 VIAS AUDITIVAS

As vias auditivas são divididas e classificadas em periférica e central. A região que delimita a área auditiva periférica da central é o espaço sináptico entre os axônios distais do nervo auditivo e os corpos celulares do núcleo coclear. A via periférica é formada pela orelha externa, orelha média, orelha interna e o nervo auditivo até sua junção com o núcleo coclear. Estas estruturas trabalham integradas recebendo as ondas sonoras do ambiente repassando-as à via

auditiva central. A orelha externa é formada pelo pavilhão auditivo, meato acústico externo e membrana timpânica, têm função de coletar vibrações sonoras, e direcioná-las para o meato acústico externo. A orelha média consiste na caixa timpânica, os ossículos, os músculos e ligamentos; sua função é transmitir e amplificar as ondas sonoras, e proteger a orelha interna contra sons intensos. Na orelha interna encontram-se os aparelhos auditivo e vestibular, que são os transdutores responsáveis pela audição e equilíbrio, estes aparelhos estão interligados pelo vestíbulo. A cóclea, que se relaciona à audição, conecta-se com a porção central do sistema auditivo pelo nervo coclear; a parte relacionada ao equilíbrio é composta pelos canais semicirculares, o sáculo e o utrículo. Na cóclea encontra-se o órgão di Corti, um complexo sistema especializado de células epiteliais que se estende ao longo de todo o trajeto da cóclea, composto de células de suporte e células sensoriais, as quais são chamadas de células ciliadas externas e células ciliadas internas (LOPES FILHO, 1997).

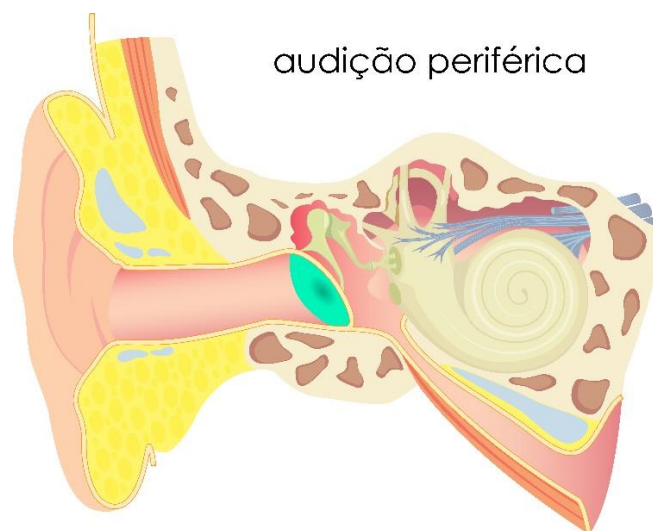


Figura 06- Audição periférica

Os impulsos nervosos originados dentro da orelha interna são levados à via auditiva centrais pelo ramo coclear do nervo auditivo, as mensagens eletricamente codificadas percorrem o nervo auditivo até chegar ao tronco encefálico, e posteriormente aos hemisférios direito e esquerdo do cérebro onde são processadas e interpretadas (MUSIEK; RINTELMANN, 2001).

A via auditiva central é formada pelo núcleo coclear, tálamo e córtex cerebral. O núcleo coclear é o primeiro núcleo auditivo da via central, nele estão os neurônios auditivos secundários que recebem as informações vindas da cóclea e transmitidas via gânglio di Corti. O núcleo coclear tem três vias de saída de estímulos: o complexo olivar superior, lemnisco lateral e colículo inferior. As fibras nervosas aferentes do colículo inferior se dirigem para o tálamo e o córtex temporal superior ipsilateral. A principal região auditiva do tálamo é o corpo geniculado medial. A via auditiva eferente central troca informações por meio de um controle de feedback, realizado em todos os seus níveis. O sistema eferente tem importante função de proteção para a audição em ambientes com ruído de fundo.

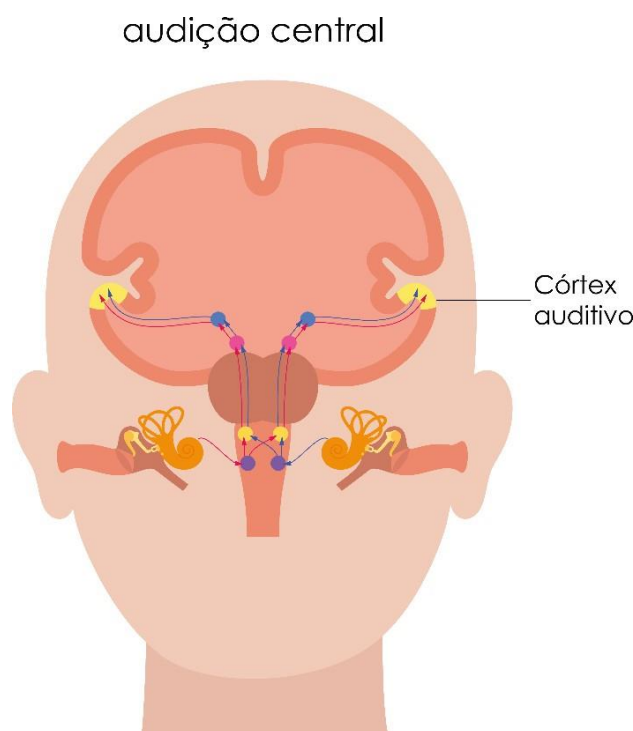


Figura 07 – Audição central

Nas vias auditivas ocorrem dois caminhos para os estímulos sonoros; um aferente, onde as vias centrípetas ascendentes enviam informações recebidas pelo órgão di corti ao córtex cerebral, sendo que a representação no mesmo para a via auditiva primária é bilateral com predomínio contralateral, no trajeto aferente destacam-se: o núcleo coclear, a oliva superior, colículo inferior e corpo geniculado medial. O caminho eferente, onde as vias centrífugas descendentes estão organizadas em uma cadeia neuronal que se dirige do córtex para o órgão di Corti, buscando as células ciliadas da cóclea; o processo eferente começa a

partir do complexo olivar superior do tronco encefálico, cujas fibras chegam a cóclea através do feixe olivococlear. Apenas as fibras aferentes e eferentes estão em contato direto com as células ciliadas (FROTA, 1998).

Todos os processos acima citados além da integridade das estruturas mencionadas deverão levar em conta a organização cerebral das atividades mentais.

O cérebro humano compõe-se de unidades funcionais básicas, cada uma com sua função própria, que constituem a atividade mental em múltiplas e variadas formas (KAGAN; SALING, 1997).

Com base nos estudos de Lúria, 1981, diz-se que processos mentais complexos podem estar sob-responsabilidade de uma determinada área do cérebro, e ao mesmo tempo, tal processo poderá envolver várias áreas do cérebro de modo indiferenciado; diz-se com isso que funções mentais superiores compõem-se de extrema complexidade, necessitando assim da participação de inúmeras partes diferentes do cérebro.

Lúria dividiu o cérebro em três unidades, tendo como base à relação estrutura – função. A unidade I dita funcional, regula o tônus cortical e a função de vigilância, importante para desenvolver qualquer atividade humana. As estruturas desta unidade estão situadas no tronco cerebral e nas superfícies mediais dos hemisférios cerebrais. Um importante componente desta unidade é o sistema de ativação reticular (KAGAN; SALING, 1997; LURIA, 1981).

A unidade II, chamada fundamental, tem como função obter, captar, procurar e armazenar informações externas. Esta unidade consiste nos lóbulos occipital, temporal e parietal. Sua função é receber, analisar e processar informações, sendo essencial a todo processo cognitivo. Esta área também é responsável por três entradas: audição, visão e sensação tátil-cinestésica.

A unidade III encontra-se nos lóbulos frontais, controla e avalia toda e qualquer ação. Esta unidade programa regula e verifica as atividades, possui intensas e complexas conexões tanto a nível inferior do cérebro, quanto com o restante do córtex.

As unidades não funcionam isoladamente, atuam em conjunto. É um sistema de comunicação e inter-relação em que a mudança ou alteração em uma unidade interfere na organização das outras (LURIA, 1981).

4.3 PROCESSAMENTO AUDITIVO CENTRAL

Diante de tantas estruturas e complexos processos que envolvem a audição e interferem no desenvolvimento humano surgiu a necessidade de estudos que buscassem esclarecer o Processamento Auditivo Central (PAC).

O desenvolvimento do processamento auditivo central se inicia nos primeiros anos de vida, e acontece a partir de experimentações e interpretação do meio sonoro que a cerca; o bloqueio, dano ou interrupção deste processo poderá levar a uma deficiência deste sistema (FROTA, 2011).

O processamento auditivo central é a maneira pela qual o indivíduo lida com as informações que recebe, é o que se constrói com base no sinal acústico de modo a tornar a informação sonora funcionalmente útil (KATZ; IVEY, 1999). A saber: "Processamento auditivo é aquilo que fazemos com o que ouvimos".

O processamento auditivo, segundo (KATZ; IVEY, 1999), envolve a detecção de eventos acústicos, capacidade de discriminá-los quanto ao local, espectro, amplitude, tempo; habilidade para agrupar componentes do sinal acústico em figura fundo, habilidade para identificá-los. Estes processos ocorrem no sistema auditivo periférico e central.

É então que, durante o processamento auditivo ocorrem operações utilizadas pelo sistema auditivo capazes de detectar, localizar, interpretar, atender, reconhecer, associar e integrar os estímulos acústicos, com objetivo de planejar e programar respostas. Esses processos são, de acordo com Boothroyd (1971):

- Atenção seletiva: capacidade de selecionar um determinado estímulo auditivo em meio a outros sons competitivos auditivos ou visuais.
- Detecção do som: identificar a presença do som.
- Discriminação: processo para detectar diferenças entre os padrões de estímulos sonoros.
- Localização: saber o local de origem do som.
- Reconhecimento: identificar corretamente um estímulo sonoro previamente conhecido.
- Compreensão: compreender o significado da informação auditiva.

- Memória: processo que permite arquivar informações.

Quando o indivíduo não consegue fazer uso pleno do sinal acústico ouvido, o mesmo apresenta um déficit do processamento auditivo (KATZ; IVEY, 1999). Para que o indivíduo faça uso pleno dos sinais acústicos recebidos, é necessário que todos os processos e etapas envolvidos estejam funcionando adequadamente e interligados. Uma alteração nestes processos, mesmo que o indivíduo tenha audição periférica normal, acarretará dificuldade em compreender o que for falado; surge então um problema significativo no que diz respeito ao desenvolvimento pleno do indivíduo. O distúrbio do processamento auditivo não depende da idade ou inteligência da pessoa, mas sim da integridade dos processos envolvidos.

O Transtorno do Processamento Auditivo Central (TPAC) é um impedimento na habilidade de analisar e/ ou interpretar padrões sonoros. Segundo Pereira e Schochat (1997).

Pode envolver dois aspectos: a perda auditiva e o transtorno no processamento auditivo central. O indivíduo pode ter um ou os dois aspectos alterados, no caso da perda auditiva, há um impedimento na capacidade de detectar energia sonora. No transtorno do processamento auditivo central há uma alteração nas habilidades de interpretar padrões sonoros.

Alguns fatores etiológicos da desordem do processamento auditivo central são: problemas neurológicos (esclerose múltipla, atrofia cerebral, meningite), problemas cognitivos (deficiência mental), privação sensorial (perda auditiva neurossensorial ou condutiva, falta de estimulação nos primeiros anos de vida), e problemas psico-afetivos (psicose, autismo, distúrbios emocionais).

Indivíduos com Transtorno do Processamento Auditivo Central (TPAC) podem apresentar as seguintes características, não sendo regra apresentar todas. Segundo Schochat, 1996, podem-se observar manifestações comportamentais e clínicas. Nas comportamentais, quanto à comunicação oral, pode ocorrer problemas na produção da fala, problemas na linguagem expressiva que envolve as regras da língua, dificuldade para compreender em ambientes ruidosos e palavras de duplo sentido; na comunicação escrita geralmente fazem inversões de letras, tem dificuldade na orientação direita/esquerda, apresentam disgrafias, e tem dificuldade em compreender o

que lêem. No meio social, são distraídos, agitados ou muito quietos, às vezes buscam o isolamento. Nas escolas ou faculdades apresentam dificuldades gerais (leitura, gramática, ortografia, matemática, etc.).

Alguns fatores são determinantes para o desempenho escolar de indivíduos com desordem do processamento auditivo central, entre eles: posição do aluno na classe, nº de alunos na classe, nível de ruído ambiental. No que refere se a audição relatam que ora ouvem e compreendem bem, ora não. Às vezes, tem dificuldade de atentar-se a um som, e que em ambientes ruidosos é mais difícil. Nas manifestações clínicas apresentam prejuízo de localização sonora, memória auditiva, identificação de palavras e frases, entre outros. Pode também haver prejuízo de um canal auditivo em relação ao outro.

Com tantas dificuldades decorrentes do transtorno do processamento auditivo central, é difícil a participação deste indivíduo, na sociedade, já que muitas vezes não compreende ou não se faz compreendido. Diante dos problemas desencadeados por alterações no processamento auditivo central, vários estudiosos resolveram pesquisar e propor testes que buscassem respostas às manifestações auditivas que não são respondidas pelos exames audiométricos convencionais. Muitas vezes os resultados dos testes convencionais estão compatíveis com a normalidade, porém, ainda perduram queixas quanto ao uso funcional e eficiente da audição (PEREIRA; SCHOCHAT, 1997).

Diz-se então que o objetivo de se avaliar o processamento auditivo central é obter o diagnóstico sobre as condições funcionais de audição do indivíduo, e também orientar o processo de reabilitação fonoaudiológica e/ou prevenir distúrbios da comunicação. Indivíduos com idade de 7 anos já podem ser submetidos aos testes de processamento auditivo central. Ao escolher os testes é importante considerar o nível de desenvolvimento de linguagem oral e escrita, comportamento, nível sócio-econômico e intelectual do indivíduo; devem também ser respeitadas as etapas de desenvolvimento e maturação do sistema nervoso central. A partir dos oito anos o indivíduo poderá ser submetido a todos os testes disponíveis.

Os testes para avaliação do processamento auditivo central podem ser de tarefa monótica, quando dois diferentes sons são apresentados na mesma orelha, ao mesmo tempo, ou de tarefa dicótica, quando dois sons são

apresentados um em cada orelha ao mesmo tempo, e ainda de maneira diótica quando a informação sonora é recebida pelas duas orelhas ao mesmo tempo.



Figura 08 – tipos de escuta

A avaliação audiométrica é pré-requisito para avaliar-se o processamento auditivo (central), nela incluem-se a audiometria tonal, vocal e imitânciometria.

O teste de fusão binaural é do tipo dicótico, no qual o sinal de fala é apresentado às duas orelhas simultaneamente, de forma que nenhuma das porções isoladas contém todas as informações acústicas da palavra; porém quando as porções são apresentadas simultaneamente, uma em cada orelha, a mensagem funde-se para dar o todo. Este teste avalia a habilidade de síntese e fusão binaural, este processo é conhecido como integração ou interação binaural.

Também analisa disfunções em nível de tronco cerebral baixo (BORNSTEIN; WILSON; CAMBRON, 1994).

O processamento biaural é a habilidade de utilizar as duas orelhas de forma estereofônica, ou seja simultânea e adequadamente, no conjunto esta habilidade está relacionada com a capacidade de localização da fonte, além da capacidade de isolar uma fonte na presença de ruído.

O fechamento auditivo é a capacidade de perceber o tudo quando parte do sinal acústico é omitida. Esta habilidade está relacionada com a cultura e a vivência acústica do indivíduo, em situações desfavoráveis como ao telefone ou em ambiente ruidosos, alguns fonemas podem não chegar até ao ouvinte, e ainda assim o indivíduo que apresenta esta habilidade adequadamente desenvolvida deve decodificar a mensagem (ARAÚJO ; Matos

Fonoaudiologia escolar fonoaudiologia e pedagogia; saberes necessários para a ação docente, alberto Damasceno, Heloísa Machado Orlando Souza (organizadores),in processamento auditivo e a escola, Francisca Canindé Rosário da Silva Araújo e Elaine Cristina Gemaque de Matos

5 METODOLOGIA

A pesquisa é de caráter quantitativo.

Sendo ainda do tipo prospectivo transversal e observacional exploratória,

A pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética em Pesquisa (CEP) do Núcleo de Medicina Tropical – NMT/ Universidade Federal do Pará, sob o protocolo de pesquisa nº 03688912.0.0000.5172. De acordo com as normas de pesquisa envolvendo os seres humanos, conforme o a resolução número 466 de 12/12/ 2012 do Conselho Nacional de Saúde.

As pessoas que participaram deste estudo ou seus responsáveis, quando menores de idade, foram orientados pelo pesquisador sobre esta pesquisa de forma oral e através de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE- APÊNDICE A), aprovado pelo CEP, sendo incluídos aqueles que concordaram e assinaram o TCLE.

O local da pesquisa foi na Clínica de Fonoaudiologia da Universidade da Amazônia (CLIFA), por comportar todos os aparelhos e instalações necessárias para a aplicação deste teste.

O período de realização, foi de 1º de agosto de 2014 até 31 agosto de 2019.

Os critérios de inclusão dos indivíduos desta pesquisa, foram que estivessem otologicamente normais e que fossem capazes de entender os comandos do teste ou seja, que não apresentassem alterações neurológicas ou psicológicas, nem queixas de alterações do processamento auditivo. Para atingir estes critérios os participantes foram submetidos à avaliação audiológica completa, constando de inspeção do meato acústico externo, medida de imitanciometria acústica, audiometria tonal limiar nas frequências de 250, 500, 1000, 2000, 4000 e 8000 Hz, determinação do índice perceptual de reconhecimento de fala em porcentagem (IPRF). Os limiares auditivos deveriam estar ≤ 20 dB e o IPRF $\geq 92\%$. A imitânciometria acústica deveria ter timpanometria com curva timpanométrica do tipo “A” com presença do reflexo estapediano contralateral e ipsilateral. Os participantes que compuseram o grupo de indivíduos auditivamente dentro dos critérios de normalidade não poderiam ter transtorno do processamento auditivo (TPA), o que foi excluído através de anamnese dirigida para estas queixas e exames audiológicos comportamentais

de processamento auditivo (Apêndice b). Os indivíduos participantes do grupo com TPA deveriam apresentar alterações nestas avaliações.

A avaliação audiológica foi realizada em cabine acústica com o audiômetro MIDIMATE 622, fone TDH-39, coxim MX-41/AR, calibrado no padrão ANSI S 3.6-1989 e disc-play AIWA XP-270. Para realização da imitânciometria foi utilizados o imitanciômetro INTERACUSTICS AZ7 com fone TDH-39.

Os critérios de exclusão foram a não concordância em participar da pesquisa após orientação e leitura do TCLE e alterações nos critérios de inclusão acima assinalados.

O processo de elaboração do teste foi composto por várias fases: primeiramente, o conteúdo do material de fala foi definido; em seguida os sinais de voz gravados e normalizados em amplitude; a seguir os sinais foram separados em faixas de frequência e gravados para apresentação. A separação em faixas de frequência foi realizada por um filtro digital tipo FIR.

5.1 ESCOLHA DO MATERIAL DE FALA PARA O TFB

Iniciamente para selecionar o material de fala a ser utilizado nesta pesquisa, foram chamadas 7 crianças na faixa etária de 8 a 10 anos, locados no 3º /9 ano do Ensino Fundamental, alfabetizadas, saudáveis, sem queixas escolares, de acordo com seus professores. O material inicial de fala escolhido constou de 100 palavras dissílabas e 100 palavras trissílabas do livro “Alfabetização fônica: Construindo competência de leitura e escrita” (CAPOVILLA , A. G. S.; CAPOVILLA, F. C., 2004) e de livros infantis contendo amostras fonéticas utilizadas para alfabetização no português brasileiro. Estas palavras foram submetidas à avaliação das sete crianças, acima citadas, que classificaram por escrito seu significado ou exemplos (Apêndice C). Nesta ação apenas 100 palavras foram escolhidas com o critério de maior índice de acertos, formando assim o material de teste, composto por 4 listas de 25 palavras (Apêndice D).

Crianças saudáveis (n=50) do 3º ano / 9 do Ensino Fundamental de uma escola pública, sem alterações auditivas, escolares ou de saúde, conforme o critério de inclusão estabelecido nesta pesquisa, escutaram as palavras na forma de um ditado e escreveram as respostas em um protocolo (Apêndice E). No

ditado, com a emissão das palavras realizada por locutor do sexo feminino sem alterações de fala, houve controle da relação sinal/ ruído entre 15 a 20 DB acima do ruído ambiental através de um decibelímetro digital (MSL-1351C, Minipa S.A.).

5.2 FILTRAGEM DIGITAL DO MATERIAL DE FALA

Os acertos das palavras foram computados percentualmente (Apêndice F). As 60 palavras com porcentagem de acertos $> 80\%$ foram locadas aleatoriamente, sendo sorteadas 50 palavras, que compuseram duas listas de 25 palavras (lista 1 (L1) e lista 2 (L2)). Estas palavras foram gravadas em estúdio profissional de som, utilizando-se um locutor do sexo masculino sem alterações da fala ou sotaque, com resolução de 16 bits/amostra e frequência de amostragem de 44,1 kHz (Figura 9A1 e 9A2).

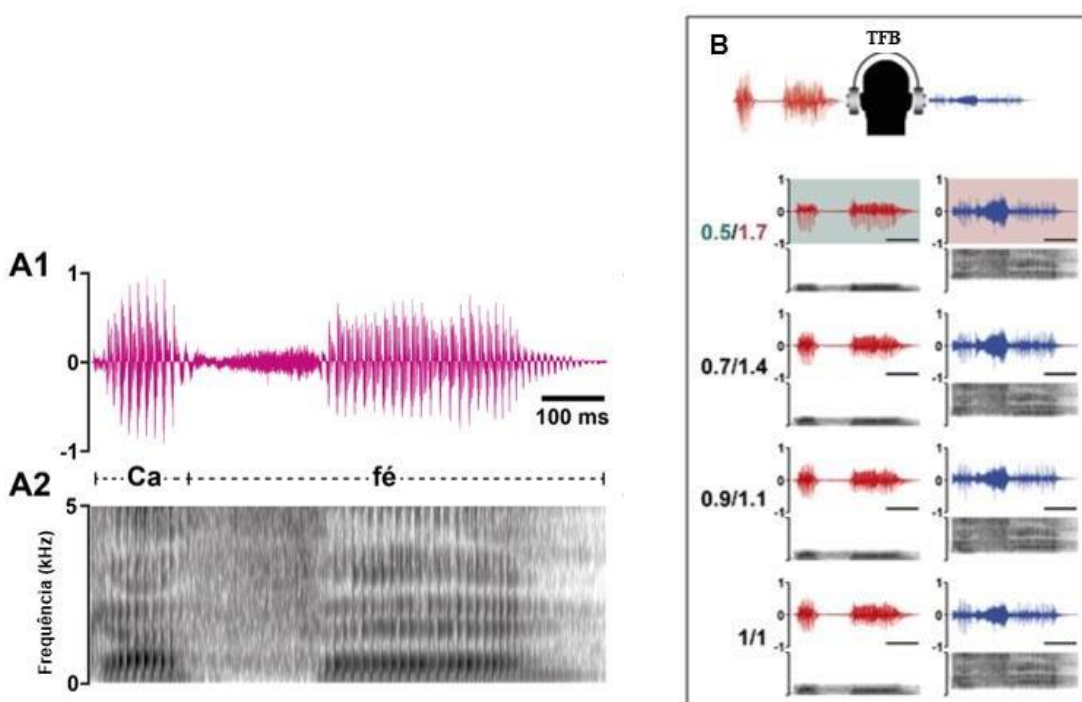


Figura 09 – Filtragem digital do material de fala
Fonte: Dados obtidos pelo autor.

Legenda: A: Material de fala gravado, através do programa PRAAT 6.1.12, sem filtragem - Onda sonora (A1) e espectrograma de fala (A2) da palavra “café”. B: Material de fala filtrado com filtros de resposta a impulso finito (FIR): Onda sonora e espectrograma da palavra “café” com filtragem digital passa-baixas (PB), em vermelho, e com filtragem digital passa-altas (PA), em azul. Em (B), o destaque em verde, no PB, e em rosa, no PA, indicam a frequência de corte escolhida para o Teste de Fusão Binaural (TFB).

Após ser realizada a gravação, o material foi filtrado digitalmente com filtros digitais de resposta a impulso finito (FIR), projetados pelo método da janela com fase linear e janela do tipo *Hamming*, com dupla filtragem, uma do início para o final e a outra do final para o início, com ordem 2048, ocasionando um filtro FIR de ordem 4096 com fase nula.

As frequências de corte usadas para os filtros PB foram de 0,5 kHz, 0,7 kHz, 0,9 kHz, 1 kHz (Figura 10B, 09A1) e para os filtros PA foram de 1,7 kHz, 1,4 kHz, 1,1 kHz, 1 kHz (Figura 10B e 09A2).

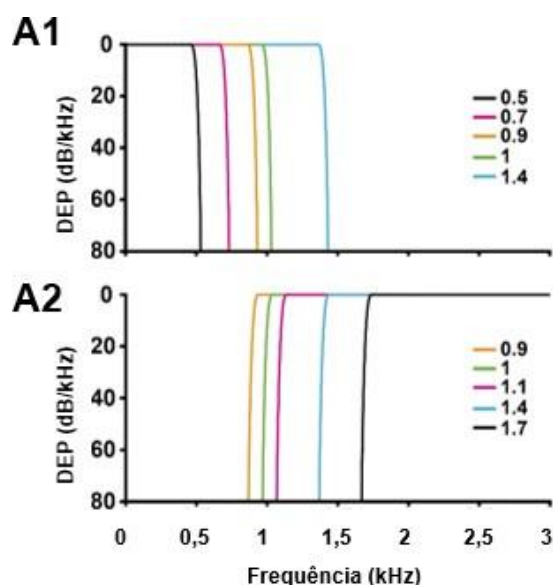


Figura 10 - Curva das respostas dos filtros digitais do tipo FIR PB (A1) e PA (A2) usados no material de fala, com corte abrupto de 80dB na frequência de corte.

Fonte: Dados obtidos pelo autor

DEP= densidade espectral de potência (dB/kHz)

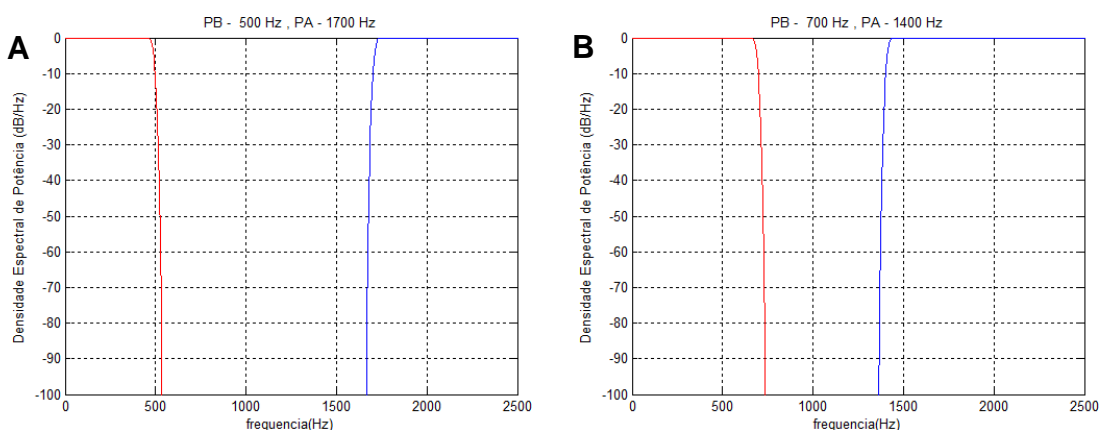
Para a montagem dos filtros, a filtragem e a confecção do padrão estereofônico em *compact disc* (CD) foi utilizado o programa *MatLab 7 R2014a*, *MathWorks INC.*(DIGITAL SIGNAL PROCESSING COMMITTEE OF IEEE ACOUSTIC, SPEECH AND SIGNAL PROCESSING SOCIETY, 1979).

A ordem das palavras foi sorteada (randomizada) de acordo com o MATLAB. A randomização do material de fala foi necessária para evitar o aprendizado da sequência das mesmas na ocasião das várias apresentações que se fizeram necessárias para a pesquisa dos diferentes cortes apresentados.

5.3 ESCOLHA DA FREQUÊNCIA DE CORTE PARA O TFB

As listas L1 e L2 gravadas em CD foram reproduzidas em um disc player (C-7030, Onkyo Corporate) acoplado a um audiômetro de dois canais (Madsen Xeta, Otometrics A/S) e apresentadas de forma dicótica (informação auditiva diferente e complementar apresentada para ambas as orelhas) para 50 indivíduos de ambos os sexos (15 homens e 35 mulheres), com idade entre 18 e 30 anos, que também foram orientados a escrever o que haviam compreendido do material de fala. A apresentação foi realizada em cabine acústica (HSE-992, H.S. Engineers) com fone de ouvido (HDA 300, Sennheiser electronic GmbH & Co.), calibrado de acordo com as especificações do American National Standards Institute (ANSI 3.1. (1991)).

As palavras da L1 filtradas em PB foram apresentadas simultaneamente na orelha direita (OD) a sua correspondente em PA na orelha esquerda (OE) (Figura 8) e depois sem filtragem. O mesmo procedimento foi adotado para a L2. Este material foi oferecido aos participantes com as seguintes orientações: “você vai ouvir uma lista de palavras, e após escutar escreva da maneira que você entender, caso não entenda nada, deixe a linha em branco no protocolo recebido”. Foram computadas somente a escrita ortograficamente correta. O percentual ideal de acerto para a seleção da frequência de corte (F_c) foi de 80%, considerado com moderada dificuldade de execução, capaz de separar o sujeito que realize a FB daquele que não a faça.



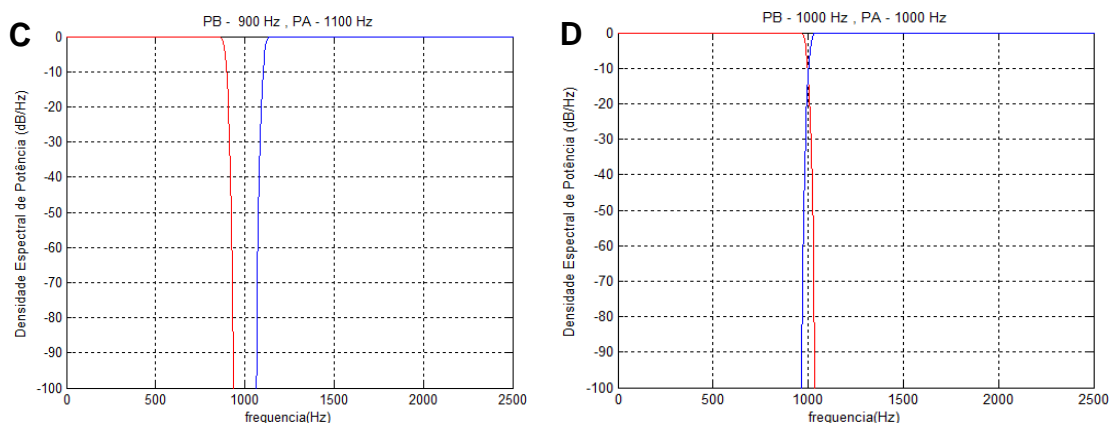


Figura 11 – Densidade espectral de potência dos cortes que foram feitos através de filtro digital do tipo FIR nas palavras selecionadas para a montagem da FB.

Fonte: Dados obtidos pelo autor.

Legenda: A: PB 500 Hz e PA 1700 Hz; B: 700 Hz e PA 1400 Hz; C: 900 Hz e PA 1100 Hz; D: 1000 Hz e PA 1000 Hz.

O intervalo entre as palavras foi normalizado em 6s.

Foram utilizados filtros digitais tipo FIR, projetados pelo método da janela ('widowed linear-phase FIR digital design') com fase linear, baqseano na janela de Hamming, com ordem 2048, com dupla filtragem, uma do início para o final e a outra do final para o início, correspondendo, portanto, um filtro FIR de ordem 4096 com fase nula. O projeto dos filtros, a filtragem e a montagem do padrão estéreo foram realizados com o programa MATLAB Version 7 (R2010a).

As frequências de corte dos filtros estão no Quadro 01:

Passa Baixas (Hz)	Passa Altas (Hz)	Fusão	
		Passa Baixas (Hz)	Passa Altas (Hz)
500	900	500	1700
700	1000	700	1400
900	1100	900	1100
1000	1400	1000	1000
1400	1700		

Quadro 01 – Frequências de corte

Fonte: Dados obtidos pelo autor.

5.4 DESEMPENHO DOS TESTES POR FAIXA ETÁRIA

Após a seleção das F_c para cada teste, iniciou-se a avaliação de desempenho por faixa etária. Foram testadas 140 pessoas para o TFB, divididas

em 4 grupos de 35 indivíduos por faixa etária de 6 a 8 anos, 10 a 12 anos, 14 a 16 anos e 18 a 30 anos. Os testes foram realizados em cabine acústica (HSE-992, H.S. Engineers) com fone de ouvido (HDA 300, Sennheiser electronic GmbH & Co.), calibrado de acordo com as especificações do American National Standards Institute (ANSI 3.1. (1991)), e apresentados de forma dicótica no TFB. A intensidade de apresentação foi de 30 dB acima da média tri-tonal. Foram computadas as respostas orais corretas para estabelecer a porcentagem de inteligibilidade para os diferentes níveis de maturação do sistema auditivo.

5.5 DESEMPENHO DO TFB EM PACIENTES COM TPA ANTES E DEPOIS DO TREINAMENTO AUDITIVO ACUSTICAMENTE CONTROLADO (TAAC)

Um total de 38 crianças com idade entre 10 e 12 anos de ambos os sexos (27 meninos e 11 meninas), previamente diagnosticadas com TPA, foram submetidas ao TFB, antes e depois da reabilitação do TPA com o TAAC, para avaliar a eficácia diagnóstica do procedimento.

O TAAC foi realizado em 12 sessões de treinamento auditivo formal em cabina, intensivas e personalizadas, utilizando recursos tecnológicos que possibilitaram controlar todas as variáveis sonoras verbais e não verbais, de modo monótico e dicótico. A evolução do treinamento determinou o aumento progressivo da dificuldade e complexidade, associando estímulos auditivos, visuais e tarefas relacionadas à função executiva. Após o treinamento, os desempenhos foram monitorados por um período de 15 a 30 dias, por meio da reaplicação dos testes comportamentais do PA, incluindo os testes propostos neste trabalho, seguido da devolutiva aos pais das crianças. Os resultados obtidos pré e pós TAAC foram comparados com os parâmetros de normalidade estabelecidos previamente para esta faixa. Este procedimento serviu para verificar a eficácia do treinamento auditivo (plasticidade cerebral) e a sensibilidade do teste.

5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A variável sexo dos participantes foi descrita pela frequência absoluta (n) e relativa (%) e a variável idade foi descrita pela média e desvio padrão.

Os acertos obtidos na escuta dos testes pelos indivíduos saudáveis nas diferentes faixas etárias foram descritos em porcentagem de acertos (4% para cada resposta correta), contabilizando 100% para cada lista escutada. Através do teste de Shapiro-Wilk se determinou que a distribuição dos dados não foi gaussiana. Devido a isto, foi calculado o valor mediano dos resultados a fim de determinar a F_c a ser utilizada e, posteriormente, o padrão de normalidade de acertos para cada faixa etária.

Na avaliação de pacientes com TPA foi aferido o percentual de acertos no TFB, comparando-o com o grupo da mesma faixa etária saudável (sem TPA) para mensurar a capacidade do TFB diferenciar os indivíduos que realizavam a FB daqueles que não o faziam.

Na avaliação analítica, devido a distribuição dos dados não ser gaussiana, foram comparados os desempenhos dos participantes nas diferentes frequências de corte e nas diferentes listas através do teste de Friedman e dos testes de comparações múltiplas de Dunn. O desempenho do TFB nas diferentes faixas etárias foi avaliado através do teste de Kruskal-Wallis. A comparação do desempenho das crianças com TPA, antes e depois da TAAC, foi realizada através do teste de classificação sinalizada de pares combinados de Wilcoxon. O teste de Mann-Whitney comparou os pacientes com TPA com o grupo controle, de crianças saudáveis, da mesma faixa etária. O coeficiente de correlação de Spearman (r) avaliou as correlações entre as variáveis e as regressões lineares compararam essas associações entre os grupos. O nível de decisão adotado foi de 0,05 e o $p < 0,05$. Estas análises estatísticas foram obtidas com o programa GraphPad Prism versão 8.3.0.

6 RESULTADOS

Houve uma melhora progressiva da porcentagem de acertos na escuta das palavras submetidas a diferentes frequências de corte PA e PB na escuta dicótica, de acordo com a ampliação da faixa de frequência fornecida ao ouvinte (Figura 09). Ocorreu diferença significativa entre as frequências de corte escolhidas ($p < 0,001$), exceto entre 500/1700Hz e 900/ 1100 Hz, entre 700/ 1400 Hz e 900/ 1100Hz e entre 1000/1000 Hz e palavras sem filtragem.

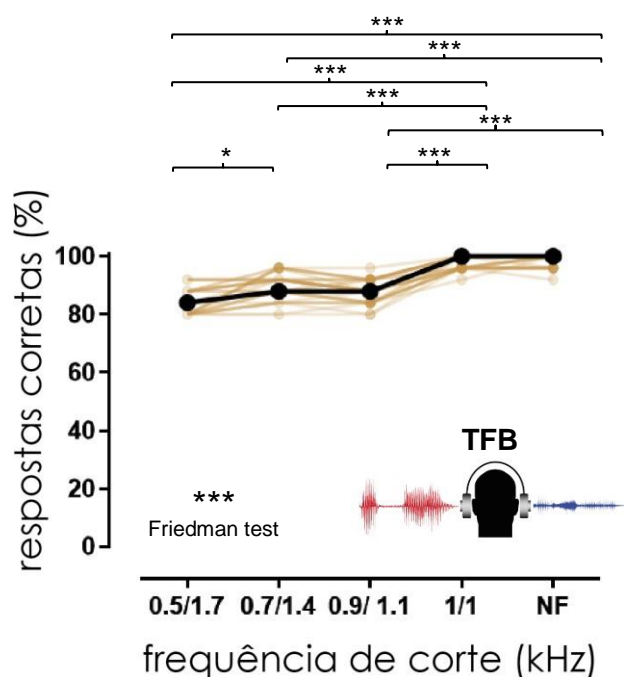


Figura 12 - Porcentagem de respostas corretas obtidas na testagem de indivíduos entre 18 a 30 anos com palavras filtradas com diversos filtros PB e PA apresentados dicoticamente para avaliar a FB.

Fonte: Dados obtidos pelo autor.

NF= não filtrado/ sem filtragem

Teste de Friedman: * $p=0,05$; ** $p=0,01$; *** $p<0,001$

Legenda: Os pontos coloridos representam os dados individuais e os pontos pretos indicam o valor mediano observado em cada frequência de corte.

A combinação de PB 500 Hz e PA 1700Hz para avaliar a FB resulta em uma mediana com acertos mais próxima de 80%, sendo escolhida para ser o Teste de Fusão Binaural (TFB).

Em seguida, este TFB foi utilizado como padrão para avaliar como a inteligibilidade de fala variava com a idade, aplicando-o nas diferentes faixas

etárias. O desempenho aumentou progressivamente com a idade ($p < 0,0001$) (Figura 10). Não houve melhora significativa no desempenho entre a faixa etária de 14 a 16 anos e 18 a 30 anos. Há uma correlação positiva significativa entre idade e desempenho ($p < 0,0001$).

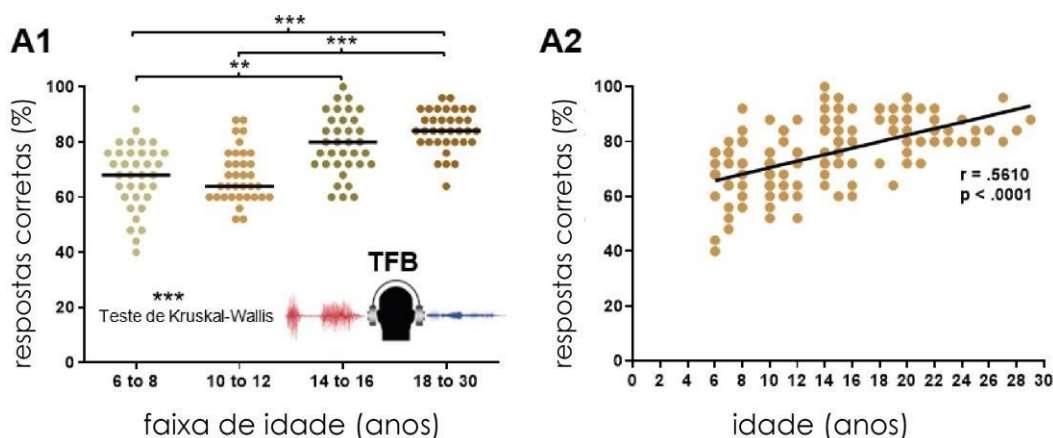


Figura 13 - Porcentagem de respostas corretas obtidas na testagem de indivíduos com o TFB em diferentes faixas etárias.

Fonte: Dados obtidos pelo autor.

Teste de Kruskal-Wallis: ** $p = 0,01$; *** $p < 0,001$.

Legenda: Em A1, está representada a porcentagem de respostas corretas nas faixas etárias e em A2 a correlação entre idade e desempenho. As linhas pretas representam o valor mediano de cada faixa etária. Os pontos coloridos representam os dados individuais.

Após o estabelecimento da mediana de acertos no TFB nas diferentes faixas etárias, 38 pacientes com TPA na faixa etária entre 10 e 12 anos foram submetidos a testagem antes e após TAAC (Figura 11). Pacientes com TPA tiveram uma porcentagem significativamente menor de respostas corretas em relação aos pacientes controle (sem TPA) com $p < 0,001$. Após o TAAC, foi observado um grande aumento na porcentagem de acertos destes mesmos pacientes ($p < 0,001$), obtendo em média um desempenho significativamente melhor que as crianças controle ($p < 0,001$) (Figura 11 A1). O gráfico de identidade do desempenho desses pacientes antes e após o TAAC mostra que cada paciente individualmente melhorou após o tratamento com $p < 0,001$ (Figura 11 A2). Quanto menor o desempenho inicial, maior foi a melhora após o TAAC (Figura A3; $p < 0,001$).

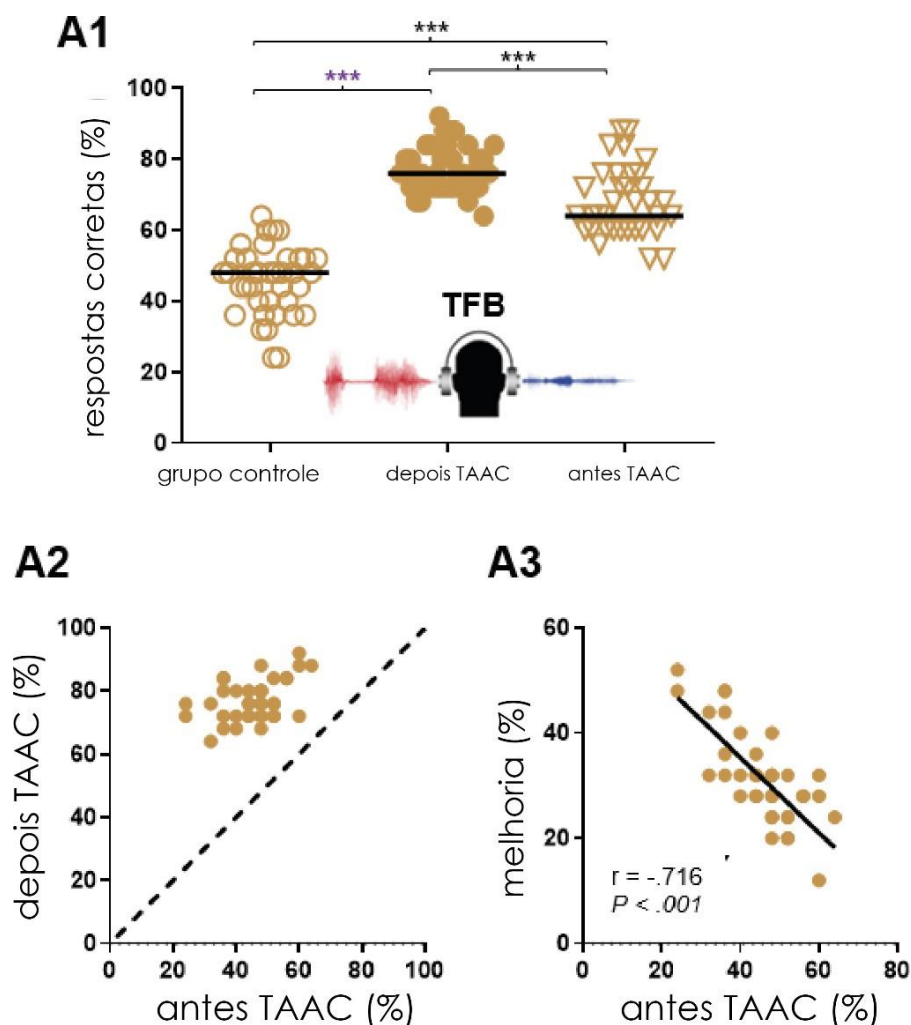


Figura 14- Porcentagem de acertos no TFB aplicado em pacientes com TPA antes e após o TAAC e dos indivíduos controle (sem TPA) pareados por idade.

Fonte: Dados obtidos pelo autor.

Teste de classificação sinalizada de pares combinados de Wilcoxon (pareado, em roxo): *** $p < 0,001$; Teste de Mann-Whitney (não pareado, em preto): *** $p < 0,001$).

Legenda: As linhas pretas representam o valor mediano de cada grupo. Os pontos coloridos representam os dados individuais. A1: Acertos obtidos por pacientes com TPA antes (círculos vazios) e após (círculos cheios) do TAAC e por indivíduos controle da mesma faixa etária (triângulos vazios). A2: Gráfico de identidade para cada paciente com TPA, antes e após o TAAC. A3: Correlação entre o desempenho antes e após o TAAC.

Analizando a tabela abaixo, pode-se inferir que se o teste fosse para avaliar somente as frequências de corte passa altas, as melhores frequências seriam 1.100Hz ou 1.000Hz e para o passa baixo as frequências de 1.000Hz ou 1.400Hz, entretanto para a fusão binaural as melhores frequência seriam passa alto em 1.400Hz e passa baixo em 700Hz, sendo verificado que a soma das médias ficam praticamente 100%. Nos outros cortes as próximas combinações

ficam muito difíceis tanto para mais como para menos. Conforme é apresentado nas Tabelas 01 e 02.

Lista	F/C				
	1700 Hz	1400 Hz	1100 Hz	1000 Hz	900 Hz
L1	15,60%	39,79	73,76	85,68	93,20
L2	19,84	45,44	83,44	89,92	94,72
*Média	17,72	42,6	78,6	87,8	93,96

Tabela 01 – Demonstrativo das porcentagens de acertos obtidas nas frequências de corte para as frequências escolhidas, no Passa Altas.

Fonte: Dados obtidos pelo autor.

Legenda: L1: lista de palavras 1; L2: lista de palavras 2; F/C: frequência de corte

Proporção de respostas corretas (ou seja, respostas que identificaram com precisão os estímulos apresentados) dadas por adultos saudáveis apresentados com palavras faladas filtradas digitalmente. Os pontos pretos indicam o valor mediano de cada grupo. Pontos de dados individuais são representados por cores.

Na Figura 12 e 13 desempenho no teste de ressíntese binaural (TRB) com várias combinações de passa-baixa e passa-alta onde há frequências de corte do filtro, apresentadas dicoticamente. É observado a queda no desempenho com faixas de corte mais restritivas de 0,5.

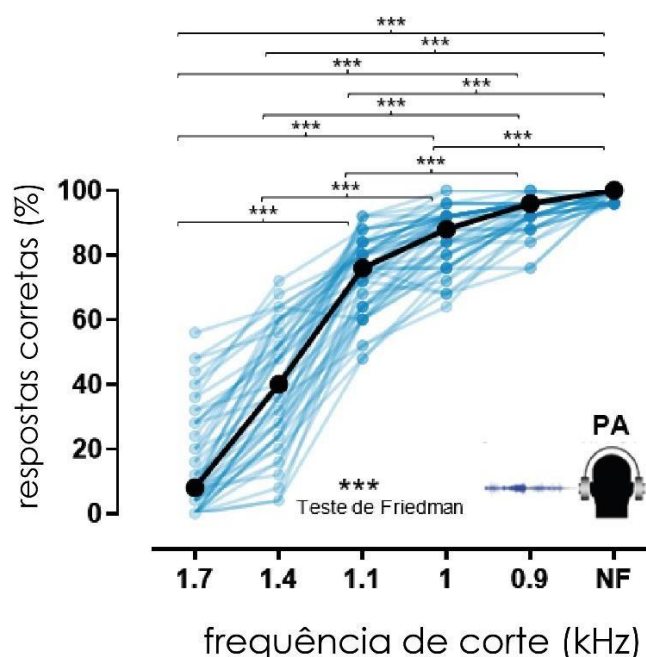


Figura 15 - Correspondente ao PA
Fonte: Dados obtidos pelo autor.

Lista	Freq				
	500 Hz	700 Hz	900 Hz	1000 Hz	1400 Hz
L1	22,32	58,64	63,84	68,96	75,52
L2	18,24	60,40	67,20	71,36	78,64
*Média	20,28	59,52	65,52	70,16	77,08

Tabela 2. Demonstrativo das porcentagens de acertos obtidos nas frequências de corte para as frequências escolhidas, no Passa Baixas.

Fonte: Dados obtidos pelo autor.

Legenda: L1: lista de palavras 1; L2: lista de palavras 2; F/C: frequência de corte

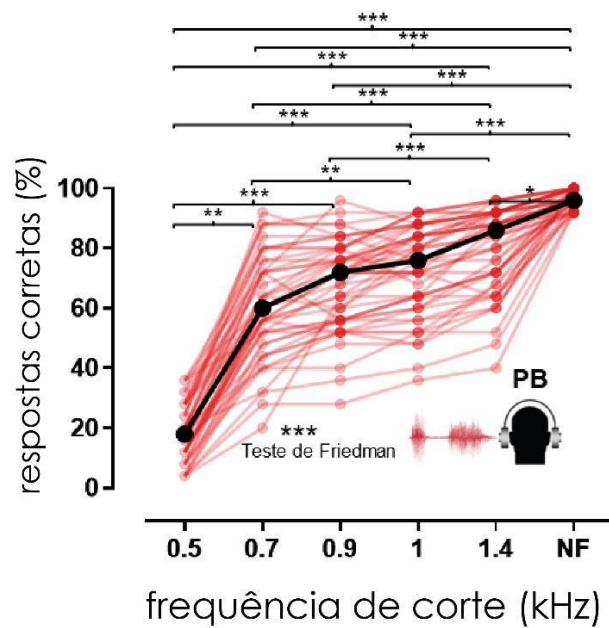


Figura 16 – Correspondente a testagem PB

Fonte: Dados obtidos pelo autor.

7 DISCUSSÃO

Através de filtragem digital, foi criado um novo teste para avaliação comportamental do processamento auditivo, na habilidade de FB, através de filtros digitais que reduziram de forma efetiva e abrupta em 80dB o sinal de fala, sem criar distorções significativas de fase, a partir de uma frequência de corte específica (AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY CLINICAL PRACTICE GUIDELINES, 2010; PEREIRA; SCHOCHAT, 2015; BOCCA; CALEARO; CASSINARI, 1954; IVERY; WILLEFORD, 1998; PEREIRA; SHOCHAT, 1997). Este material foi testado por faixa etária e aplicado em pacientes com alterações de processamento auditivo para avaliar sua efetividade diagnóstica, tanto previamente quanto após ser realizada a reabilitação auditiva. Os atuais testes utilizados, tanto no Brasil quanto no exterior, atenuam o sinal de fala de forma menos efetiva (na faixa de 20 dB para o teste no português brasileiro e de 60dB no teste na língua inglesa (AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY CLINICAL PRACTICE GUIDELINES, 2010; PEREIRA; SCHOCHAT, 2015; IVEY; WILLEFORD, 1998; PEREIRA; SCHOCHAT, 1997; CHITODE, 2009; FRY, 2004), permitindo que resíduos auditivos ampliem a redundância extrínseca da fala, reduzindo o esforço do sistema nervoso central em remontar a mensagem sonora inicial, principal objetivo desta testagem.

Inicialmente foi realizada a testagem do desempenho de adultos normo ouvintes com diferentes frequências de corte das palavras, para selecionar a filtragem com moderada dificuldade para realização da FB e que poderia ser utilizada com padrão de teste.

Como era esperado, encontrou-se uma melhora progressiva no percentual de respostas com o aumento da faixa de frequências mantida pelo filtro digital devido a maior preservação das pistas acústicas (KONG; JESSE, 2017; WINN; CHATTERJEE; IDSARDI, 2013; FLETCHER, GALT, 1950). Quanto mais restrita a faixa de frequência mantida pela filtragem digital, menor o desempenho, pois menor quantidade de informação acústica fica disponível para a compreensão da fala (IVEY; WILLEFOR, 1998; BORNSTEIN; WILSON; CAMBRON, 1994; ARAÚJO; VIOLARO; LIMA, 1999; WINN, CHATTERJEE; IDSARDI, 2013; FLETCHER, GALT, 1950). Foi escolhida a filtragem com frequência PB 500 Hz/ PA 1700 Hz). Confirmamos que a FB permite uma

percepção correta das palavras, mesmo que as palavras filtradas com filtros PB e PA, apresentadas isoladamente em cada orelha sejam por si só ininteligíveis (IVEY; WILLEFORD, 1998; BORNSTEIN; WILSON; CAMBRON, 1994; ARAÚJO; VIOLARO; LIMA, 1999). A inteligibilidade da filtragem PB 500Hz (com mediana de 20,28%) e PA 1700 Hz (com mediana de 17,72%) foi pequena quando comparada aos valores obtidos na escuta dicótica das mesmas (84,68%), parâmetros que são esperados para um TFB adequado para o uso clínico (RUSSO; BEHLAU, 1993).

A inteligibilidade no TFB aumentou com a idade, na infância e na adolescência, o que era esperado. A FB, por ser uma habilidade relacionada ao sistema nervoso central evolui com a maturação (MOORE; HUNTER, 2013; MOORE; LINTHICUM, 2007; ROMERO-DIAZ et al., 2011; STOLLMAN et al., 2004; TOMLIN; DILLON; SHAMA, 2015; PENALOZA-LÓPEZ et al., 2009; HAYES et al., 2003; SIMON; ROSSI, 2006; CHOI; KEI; WILSON, 2019). Por ser uma função que utiliza o tronco cerebral, cuja maturação ocorre precocemente, devem estar envolvidos áreas centrais, relacionadas ao sistema top down de acesso lexical e memória auditiva mais altas envolvidas, auxiliando na remontagem da mensagem original, as quais possuem maturação mais tardia na adolescência (AMONTT et al., 2004; WEIHING; CHEMAK; MUSIEK, 2015; KUJALA et al., 2001; MUSIEK; CHEMANK; WEIHING, 2007; BELLIS, 2003). Foi observado, porém, que após a faixa etária de 14-16 anos, os parâmetros se mantêm estáveis, sem diferença significativamente estatística em relação aos adultos. Desta forma, o uso deste TFB deve respeitar a padronização de porcentagem de acertos por faixa etária até os 16 anos.

Após a padronização por faixa etária, o TFB foi aplicado em pacientes com TPA antes e depois do tratamento com TAAC e comparado com o desempenho de indivíduos sem TPA da mesma faixa etária. Ocorreu melhora do desempenho de todos os pacientes com TPA testados, confirmando a sensibilidade desta testagem em detectar clinicamente melhora na habilidade de (FERGUSON; HENSAW, 2015; MUSIEK; CHEMANK; WEIHING, 2007; BELLIS, 2003). O desempenho médio dos pacientes com TPA após TAAC superou o encontrado no grupo de mesma faixa etária sem alterações do processamento (controle). Não se encontrou na literatura outro estudo com TFB avaliando o desempenho antes e após realização de TAAC. Estudos anteriores, como de

Zalcman e Schochat (2007), usando outros testes para avaliar o desempenho do TAAC, também observaram melhora em pacientes com TPA após TAAC, com tamanho de efeito semelhante. Este trabalho estabelece que o TFB utilizado pode ser usado para o diagnóstico de TPA e, principalmente, para monitorar os efeitos terapêuticos do TAAC.

A intensidade do ganho observado após a reabilitação do processamento auditivo não ocorreu por conhecimento prévio do teste na testagem antes do TAAC. Houve um intervalo inter teste de pelo menos 15 dias, o que impossibilita a recordação de estímulos específicos pela memória após somente uma exposição. Além disto, a ordem de apresentação de estímulos foi randomizada, impossibilitando a memorização com base na apresentação sequencial. O material usado para o TAAC não continha as palavras usadas como estímulos no TFB. A explicação mais coerente é que o TAAC produz uma melhora da compreensão da fala em pacientes com TPA.

Os resultados indicam que a melhora clínica foi maior para pacientes com déficits mais graves, isto é, quanto mais um paciente está afetado pela TPA, mais benefício foi observado com o TAAC. Pode estar ocorrendo neste dado um efeito teto na indução de melhorias com o TAAC. Entretanto, isso é pouco provável. Os resultados no TFB mostram uma notável inclinação nos gráficos de identidade, indicando que os pacientes com os piores desempenhos iniciais ainda estavam na faixa inferior para melhora detectável em comparação com os melhores desempenhos iniciais. Mesmo assim, os pacientes com sintomas iniciais mais graves se beneficiaram desproporcionalmente do treinamento auditivo.

Além da importância dos dados apresentados neste estudo, esta testagem abre perspectiva para novas pesquisas, como investigar como a filtragem digital pode afetar a inteligibilidade em outras línguas, pois peculiaridades de cada língua podem levar a resultados diferentes (NAKAJIMA et al., 2017; GNANATEJA et al., 2013; UEDA; NAKAJIMA, 2017). A padronização do TFB na população idosa, que tem a maior incidência de TPA, (OBUCHI et al., 2017; SARDONE et al., 2019) poderia propiciar o diagnóstico, assim como quantificar os benefícios de procedimentos terapêuticos como a TAAC na população senil.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram selecionados, testados e comparados nesta pesquisa novos parâmetros para a avaliação comportamental da habilidade auditiva de FB em indivíduos com TPA, através do TFB, utilizando filtros digitais e palavras com maior conteúdo extrínseco.

Este novo método foi validado examinando como as diversas filtragens afetam o desempenho dos indivíduos e quais as frequências de corte que são ideais para a prática clínica.

O desempenho no teste foi investigado em diversas faixas etárias e aumentou com a idade até a faixa etária de 14 a 16 anos, permanecendo com nível de acertos nos indivíduos adultos sem diferença significativa em relação a faixa etária antecedente.

O TFB foi capaz de detectar falhas na habilidade de FB em crianças com TPA e mostrar a melhora do desempenho após ser realizado o tratamento desta alteração com o TACC.

Foi observado que os pacientes com TPA apresentando os piores desempenhos no TFB foram os que mais se beneficiaram com o TAAC.

Tanto o material de fala quanto a frequência de corte da filtragem realizada interferem na inteligibilidade do TFB. Estes fatores, associados à eficácia do filtro em retirar de forma eficiente os resíduos acústicos redundantes no material de fala podem interferir na sensibilidade do TFB. O uso correto destas ferramentas pode garantir, com maior precisão, a separação dos indivíduos com compreensão normal daqueles com dificuldades em realizar a FB, tornando-se um eficaz instrumento de diagnóstico para os TPAC.

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, N. **Dicionário de filosofia**. 5.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY CLINICAL PRATICE GUIDELINES. Diagnosis, treatment and management of children an adults with central auditory processing disorder. Aug. 2010.

AQUINO, A.M. **Processamento auditivo: eletrofisiologia e psicoacústica**. São Paulo: Lovise, 2002

ARAÚJO, A.M.; VIOLARO, F.; LIMA, M.C. Inteligibilidade do português falado no Brasil limitado às frequências abaixo de 1000Hz. **Revista Pró-Fono**, v.11, n. 2, p. 15-21, 1999.

ARAÚJO, F.C.R.S.; MATOS, E.C.G. Processamento auditivo e a escola. In: DAMASCENO, A; MACHADO, H; SOUZA, O. (Org.). **Fonoaudiologia escolar – Fonoaudiologia e Pedagogia: saberes necessários para a ação docente**. Belém: EDUPFA, 2006. p. 57-68.

ASHA. American Speech-Languag-Hearing Association. **Auditory processing disorders**. 2005.

ASHA. **American Speech-Languag-Hearing Association**. Central auditory processing: current status of research an implications for clinical practice. 2010.

ARNOTT, W. et al. Filtered words test and the influence of lexicality. **J. Speech Lang Hear Res.**, v. 57, n. 5, pp. 1722-1730, 2014.

BARNEY, G.E. Control methods used in a study of the vowels. **Journal of the acoustical society of America**, v. 24, n. 2, p. 175-184, 1952.

BELLIS, T.J. Assessment and management of central auditory processing disorders in the education setting: from science to proactive. **Thompson Delmar Learning**, New York, v. 173, 2003.

BOCCA, E.; CALEARO, C.; CASSINARI, V. A new method for testing in temporal lobe tumors. **Acta Otolaryngol.**, v. 44, n. 3, pp. 219-221, 1954.

BORNSTEIN, S.P.; WILSON, R.H.; CAMBRON, N.K. Low-and high-pass filtered northwestern university auditory test no 6 for monoaural and binaural evalution. **J. Am. Acad. Audiol.**, 5, n. 4, pp. 259-264, 1994.

BOOTHORYD, A. Acoustics of speech. In: CONNOR, L.E. **Speech for the deaf child: knowledge and use**, pp. 254-264, 1979.

CHICOTE, J.S Digital signal processing. **Pune, Maharashtra, India: Technical Publications**,v. 5, pp. 56-62, 2009.

CHOI, S.M.R.; KEI, J.; WILSON, W.J. Hearing and auditory processing abilities in primary school children with learning difficulties. **Ear. Hear.**, v. 40, n. 3, pp. 700-709, 2019.

FERGUSON, M.A.; HENSHAW, H. Auditory training can improve working memory, attention, and communication in adverse conditions for adults with hearing loss. **Front. Psychol.**, v. 6, 2015.

FLERCHER, H.; GALT, R.H. The perception os speech and its relation to telephony. **J. Acoust. Soc. Am.**, v. 22, pp 89-151, 1950.

FLETCHER, H. The perception of speech sounds by deafened persons. **Journal of the Acoustic Society of America**, v. 24, n. 5, p. 490-497, 1952.

FROTA, S. **Fundamentos em Fonoaudiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

_____. Avaliação do processamento auditivo: testes comportamentais. In: Bevilacqua, M.C. et al. **Tratado de audiologia**. São Paulo: Santos editora, 2011.

FRY, D.B. **The physics of speech**. New York: Cambridge University Press. pp. 82-129, 2004.

GNANATEJA, G.N. et al. Acoustic basis of context dependent brainstem encoding of speech. **Hear Res.**, v. 304, 2013.

HAYES, E.A. et al. Neural plastic following auditory training in children with learning problems. **Clin. Neurophysiol.**, v. 14, n. 4, pp. 673-684, 2003.

HOUAISS, A; VILLAR, M.S. **Dicionário Hauaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Editora Objetiva, 2009.

IVEY, R.G.; WILLEFORD, J.A. Three tests of CNS auditory function. **Human Communication Canada/Communication Humaine Canadas**, v. 12, n. 3, sep. 1998.

JACOB, L.C.; ALVARENGA, K.D.; ZERELBOIM, B.S. Avaliação audiológica do sistema nervoso auditivo central. **International Archives of otorrinolarynolaringology**, v. 4, n. 4, p. 136-140, 2000.

JAKOBSON, R; FRANT, C.G.; HALLE, M. **Preliminaries to speech analysis: the distinctive features and their correlates**. Cambridge: The MIT Press, 1961.

KAGAN, A.; SALING, M. **Uma introdução à afasiologia de Lúria: teoria e aplicação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

KATZ, J.; IVEY, R.G. Testes centrais: procedimentos utilizando espondeus. In: KATZ, J. **Tratado de audiologia clínica**. São Paulo: Editora Manole, 1999.

KONG, Y.Y.; JESSE, A. Low-frequency fine-structure cues allow for the online use of lexical stress during spoken-word recognition in spectrally degraded speech. **J. Acoust Soc. Am.**, v. 141, n. 1, pp. 373-382, 2017.

KUJALA, T. et al. Plastic neural changes and reading improvement caused by audiovisual training in reading-impaired children. **Proc. Natl. Acade. Sci. USA**, v. 98, n. 18, pp. 10509-10514, 2001.

LATHI, B.P. **Sinais e sistemas Lineares**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LOPES FILHO, O. **Tratado de Fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 1997.

LURIA, Aleksandr Romanovich. **Fundamentos de neuropsicologia**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1981.

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

MATZKER, J. The binaural test. **International Journal of Audiology**, v. 1, pp. 209-211. 1962.

MILLER, G.A.; NICELY, P.E. An analysis of perceptual confusions among some english consonants. **Journal of the Acoustical Society of America**, v. 27, n. 2, pp. 338-352, 1955.

MOORE, D.R.; HUNTER, L.L. Auditory processing disorder (APD) in children: a marker of neurodevelopmental syndrome. **Hearing Balance Commun**, v. 11, pp. 160-167, 2013.

MUSIEK, F.; CHEMAK, G.D.; WEIHING, J. Auditory training. In: Chermak, G.D; MUSIEK, F.E. (org.). Handbook of central auditory processing disorder: comprehensive intervention. **Plural Publishing**, San Diego, pp. 77-106, 2007.

MUSIEK, F.E.; RINTELMANN, W.F. **Perspectivas atuais em avaliação auditiva**. Barueri: Manole. 2001.

NAKAJIMA, Y. et al. English phonology and an acoustic language universal. **Sci. Rep.**, v. 7, 2017.

NORTHEN, J.L.; DOWNS, M.P. **Audição em crianças**. São Paulo: Editora Manole, 1999.

_____. **Audição na infância**. 5. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

PENALOZA-LÓPEZ, Y.R et al. Assessment of central auditory processes in spanish in children with dyslexia and controls: Binaural fusion test and filtered word test. **Acta Otorrinolaringol. Esp.**, v. 60, n. 6, pp. 415-421, 2009.

PEREIRA, L.D.; SCHOCHAT, E. **Processamento auditivo central: Manual de avaliação**. São Paulo: Lovise, 1997.

_____. **Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central**. Barueri: Pró-fono, 2011.

_____. Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central. **Revista Pró-fono**, São Paulo, 2015.

OBUCHI, C. et al. Auditory symptoms and psychological characteristics in adults with auditory processing disorders. **J. Otol.** v.12, n. 3, pp. 132-137, 2017.

ROMERO-DÍAZ, A. et al. Central auditory processes evaluted with psychoacoustic tests in normal children. **Acta. Otorrinolaringol. Esp.**, v. 62, n. 2, pp. 418-424, 2011.

RUSSO, I.; BEHLAU, M. **Percepção da fala: análise acústica**. São Paulo: Editora Lovise, 1993.

SARDONE, R et al. The age-related central auditory processing disorders: silent impairment of the cognitive ear. **Front. Neurosci.**, pp. 613-319, 2019.

SCHOCHAT, E. **Processamento auditivo**. São Paulo: Editora Lovise, 1996.

SIMON, L.F.; ROSSI, A.G. Triagem do processamento auditivo em escolares de 8 a 10 anos. **Psicol. Esc. Educ.**, v. 10, pp. 293-304, 2006.

STEVENS, S.S. Introduction: a definition of communication. **Journal of the acoustical society of America**, v. 22, n. 6, pp. 689-690, 1950.

STOLLMAN, M.H.P. et al. Development of auditory processing in 6-12-year-old children: a longitudinal study. **Int. Audiolo.**, v. 43, n. 1, p. 34-44, 2004.

TOMLIN, D.; DILLON, I.H.; SHARMA, M. The impact of auditory processing and cognitive abilities in children. **Ear. Hear.**, v. 36, n. 5, pp. 527-542, 2015.

UEDA, K.; NAKAJIMA, Y. An acoustic key to eight languages/dialects: factor analyses of critical-band-filtered speech. **Sci. Rep.**, v. 7, 2017.

WEIHING, J.; CHERMAK, G.D.; MUSIEK, F.E. Auditory training for central auditory processing disorder. **Semin Hear**, v. 36, n. 4, pp. 199-215, 2015.

WIN, W.B; CHATTERJEE, M.; IDSARDI, W.J. Roles of voice onset time and F0 in stop consonant voicing perception: effects of masking noise and low-pass filtering. **J. Speech Lang Hear Res**, v. 56, n. 4, pp. 1097-1107, 2013.

ZALCMAN, T.E.; SCHOCHAT, E. Formal auditory training efficacy in individuals with auditory processing disorder. **Rev. Soc. Bra. Fonoaudiol.**, v. 12, n. 4, pp. 310-314, 2007.

APÊNDICE A**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

(Baseado na Resolução nº196 de 10/10/1996 do Conselho Nacional de Saúde)

ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO AUDITIVO DA HABILIDADE DE FUSÃO BINAURAL.

Prezado Sr(a):

Você foi selecionado(a) para participar da pesquisa intitulada “**Estudo do desenvolvimento auditivo da habilidade de fusão binaural**”, sob minha responsabilidade, a ser apresentado como plano de tese de doutorado ao Curso de Pós-graduação em Neurociências e Biologia Celular da Universidade Federal do Pará. Este estudo visa estudar o desenvolvimento auditivo da habilidade de fusão binaural através da organização e padronização do teste de fusão binaural por faixas etárias Para tal, será respondido pelo participante ou por seu responsável, com a ajuda do pesquisador, um questionário abordando fatores predisponentes à alteração do processamento auditivo. Após, será realizado o exame do ouvido com otoscópio e os exames auditivos no audiômetro. Você e seu responsável terá acesso ao profissional responsável pela pesquisa para o esclarecimento de eventuais dúvidas. No caso de alguma dúvida ou consideração sobre ética da pesquisa, entre em contato com a Professora Francisca Canindé Rosário da Silva Araújo, situado Alcindo Cacela, 287. Clínica de fonoaudiologia da Universidade da Amazônia CLIFA, Umarizal, Belém, pelo telefone (91) 88171648/ 40093130 ou com o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará (CEP-CCS/UFGPA), situado no Complexo de Sala de Aula/CCS – sala13-Campus Universitário, nº 01, Guamá-CEP 66075-110- Belém-PA. Telefone/fax: (091) 32018028. Garantimos a retirada do consentimento a qualquer momento, assim como deixar de participar do estudo sem qualquer prejuízo. As informações serão analisadas em conjunto e fica garantido o seu sigilo, não sendo divulgada as identificações dos participantes. A participação neste projeto não tem objetivo de submeter o participante a um tratamento, bem como não acarretará qualquer ônus pecuniário com relação aos procedimentos médico-clínico-terapêuticos efetuados com o estudo. Os riscos serão, apenas da quebra de sigilo, entretanto serão tomadas todas as providencias para salvaguardar os dados obtidos. Os indivíduos não correrão outros tipos de riscos, pois os procedimentos utilizados para obtenção dos dados serão apenas de aplicação de testes auditivos, subjetivos e não invasivos, de rápida realização e com níveis de intensidade sonora na intensidade de conversação, portanto abaixo de intensidades agressivas para o sistema auditivo.

Durante a realização da pesquisa, serão obtidas as assinaturas dos participantes da pesquisa e do pesquisador, as quais constarão em todas as páginas do termo de consentimento livre e esclarecido.

Os participantes têm direito de serem mantidos atualizados sobre os resultados que sejam de conhecimento do pesquisador. Não há despesas pessoais para os participantes e nem compensação financeira relacionada a sua participação. Qualquer despesa será absorvida pelo responsável pela pesquisa.

Data: ____/____/____

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estou ciente do compromisso do pesquisador de utilizar dados do material coletado somente para pesquisa e que poderão ser divulgados em meios científicos (congressos, revistas, artigos, etc). Declaro estar suficientemente informado a respeito do que li ou foi lido para mim descrevendo o estudo. Fica claro para mim quais são as propostas do estudo, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confiabilidade e de esclarecimentos pertinentes. Fica claro também que a participação é isenta de despesas e de compensação financeira e que não oferece risco de vida ou saúde. Eu,.....,profissão.....
residente e domiciliado à.....
 portador da Cédula de identidade, RG , e inscrito no CPF/MF.....nascido(a) em / /..... , abaixo assinado(a), concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário(a) deste estudo e que poderei retirar meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo sem penalidade, prejuízos ou penas de qualquer benefício que eu possa ter adquirido. Caso eu desejar, poderei pessoalmente tomar conhecimento dos resultados, ao final desta pesquisa.

Data:_____/_____/_____

Assinatura do participante

Testemunha 1 :

 Nome / RG / Telefone

Testemunha 2 :

 Nome / RG / Telefone

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o consentimento livre e esclarecido deste participante neste estudo.

Data:_____/_____/_____

Francisca Canindé Rosário da Silva Araújo - Fonoaudióloga - CRFa 6666

Professor Adjunto I do curso de Fonoaudiologia do CCBS/UNAMA

(pesquisador responsável)

Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade

Federal do Pará(CEP-CCS/UFPA)- Complexo de Sala de Aula/CCS – sala13-

Campus Universitário, nº 01, Guamá - CEP 66075-110- Belém-PA.

Telefone/fax: (091) 32018028 Email: cepccs@ufpa.br

091) 32018028 Email: cepccs@ufpa.br

APÊNDICE B
QUESTIONÁRIO E AVALIAÇÃO AUDIOLÓGICA

Nome: _____ idade: _____ Sexo: F () M ()

Anamnese: Antecedentes pré-natais: Infecção()

qual: _____ incompatibilidade ABO/Rh () Medicação()

qual: _____ Antecedentes neonatais: Icterícia neonatal ()

cianose neonatal () prematuridade () Ototóxicos () incubadora () trauma ()

HMA:desatenção () atraso escolar () troca de letras () barulho incomoda ()

omissão de fonemas () fala errado () escreve errado () hipoativo ()

hiperatividade () pede para repetir ordens () dificuldade de compreensão ()

outros: _____

Problemas otológicos: _____

Problemas neurológicos _____

Problemas psiquiátricos/psicológicos: _____

Nível sócioeconômico/profissão: _____

Doenças crônicas associadas: asma() rinite () cardíaca () pulmonar ()

Alteração visual ()

Outros: _____

Exame físico:

otoscopia: normal() alterada(: _____

rinoscopia: normal() alterada(): _____

oroscopia: normal() alterada(): _____

Exame audiológico:

Audiometria Tonal				
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
OD (dB)				
OE (dB)				

IPRF OD: _____% IPRF OE: _____% 82

Localização:

Direita () Sim () Não Qual? _____

Esquerda () Sim () Não Qual? _____

Superior () Sim () Não Qual? _____

Anterior () Sim () Não Qual? _____

Posterior () Sim () Não Qual? _____

Comportamento durante a avaliação:

Apresentou dificuldades para compreender as solicitações Sim () Não ()

Apresentou dificuldades de orientação (direita/ esquerda) Sim () Não ()

Movimentou-se excessivamente durante o teste Sim () Não ()

Manteve-se atento durante o teste Sim () Não ()

É lento para responder Sim () Não ()

OBS: _____

APÊNDICE C**AVALIAÇÃO DA INTELIGIBILIDADE POR FREQUÊNCIA DE CORTE**

Protocolo da testagem Fala Filtrada PB para L1 na frequência de corte 0,5 kHz/1700Hz

Nome: _____ idade: ____ anos data: __/__/__

Audiometria Tonal				
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
OD (dB)				
OE (dB)				

IPRF OD: _____% IPRF OE: _____%

Lista 1- 0,5 kHz PB/1700 Hz PA (Intensidade da fala: dB)

- 1- _____
- 2- _____
- 3- _____
- 4- _____
- 5- _____
- 6- _____
- 7- _____
- 8- _____
- 9- _____
- 10- _____
- 11- _____
- 12- _____
- 13- _____
- 14- _____
- 15- _____
- 16- _____
- 17- _____
- 18- _____
- 19- _____
- 20- _____
- 21- _____
- 22- _____
- 23- _____
- 24- _____
- 25- _____

APÊNDICE B

AVALIAÇÃO DA INTELIGIBILIDADE POR FREQUÊNCIA DE CORTE

Protocolo da testagem Fusão Binaural para L1 na frequência de corte PB 500Hz e PA 1700Hz

Nome: _____ idade: _____ anos data: __/__/__

Audiometria Tonal				
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
OD (dB)				
OE (dB)				

IPRF OD: _____% IPRF OE: _____%

Lista 1- 0,5 kHz PB/1700 Hz PA (Intensidade da fala: dB)

- | | |
|-----------|-----------|
| 1- _____ | 18- _____ |
| 2- _____ | 19- _____ |
| 3- _____ | 20- _____ |
| 4- _____ | 21- _____ |
| 5- _____ | 22- _____ |
| 6- _____ | 23- _____ |
| 7- _____ | 24- _____ |
| 8- _____ | 25- _____ |
| 9- _____ | |
| 10- _____ | |
| 11- _____ | |
| 12- _____ | |
| 13- _____ | |
| 14- _____ | |
| 15- _____ | |
| 16- _____ | |
| 17- _____ | |

APÊNDICE C
PROTOCOLO APÓS ESCOLHA DA Fc DO TFB
TESTE DE FUSÃO BINAURAL (TFB)

Nome: _____ idade: _____ data: / /

Audiometria Tonal

	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
OD				
OE				

IPRF OD: _____% IPRF OE: _____%

TFB- PB OE	TFB-PB OD
Intensidade da Fala OD PB: dB	Intensidade da Fala OE PB: dB

Intensidade da Fala OE PA: dB	Intensidade da Fala OD PA: dB
Lista 1PB em 700Hz e lista 1PA em 1400Hz (Faixa 5)	Lista 1PB em 700Hz e lista 1PA em 1400Hz (Faixa 5)
Sapo	Sapo
Carro	Carro
Cabelo	Cabelo
Roupa	Roupa
Fogão	Fogão
Irmão	Irmão
Café	Café
Boneca	Boneca
Dedo	Dedo
Caneta	Caneta
Copo	Copo
Feijão	Feijão
Cebola	Cebola
Mala	Mala
Amor	Amor
Chupeta	Chupeta
Pipoca	Pipoca
Boca	Boca
Moça	Moça
Biscoito	Biscoito
Camisa	Camisa
Roda	Roda
Cama	Cama
Estrela	Estrela
Pássaro	Pássaro
OD: % acertos	OE: % acertos

Marcação dos resultados: Acerto: marcar sinal de certo na frente da palavra; Erro: escrever na frente da palavra o que foi respondido; % de acertos: somar a % de palavras acertadas (1 palavra= 4%)

Teste de Fala sem Filtragem

Lista 2	Lista 2	Lista 1	Lista 1
Intensidade da Fala OD:	Intensidade da Fala OE:	Intensidade da Fala OD:	Intensidade da Fala OE:
dB	dB	dB	dB
Faixa 6 do CD	Faixa 6 do CD	Faixa 7 do CD	Faixa 7 do CD
papai	papai	café	café
vaca	vaca	sapo	sapo
bolo	bolo	amor	amor
peixe	peixe	boca	boca

mamãe	mamãe	mala	mala
suco	suco	fogão	fogão
bola	bola	carro	carro
água	água	irmão	irmão
faca	faca	cama	cama
gato	gato	feijão	feijão
olho	olho	dedo	dedo
ovo	ovo	moça	moça
pente	pente	roupa	roupa
mamão	mamão	roda	roda
rato	rato	copo	copo
picolé	picolé	camisa	camisa
coração	coração	cabelo	cabelo
chuveiro	chuveiro	biscoito	biscoito
parede	parede	pipoca	pipoca
cachorro	cachorro	chupeta	chupeta
escada	escada	cebola	cebola
gaveta	gaveta	boneca	boneca
barata	barata	caneta	caneta
banana	banana	estrela	estrela
casaco	casaco	pássaro	pássaro
OD: % acertos	OE: % acertos	OD: % acertos	OE: % acertos

Marcação dos resultados: Acerto: marcar sinal de certo na frente da palavra; Erro: escrever na frente da palavra o que foi respondido; % de acertos: somar a % de palavras acertadas (1 palavra= 4%)

Fusão. Lista de palavras randomizadas

Lista1 Passa_baixas Fc=500 Hz Passa Altas Fc = 1700 Hz. Arquivo:

Arq_001_B1_PB_Fc_0500_PA_Fc_1700.wav

- 1- Boneca
- 2- Amor
- 3- Cebola
- 4- Feijão
- 5- Cama
- 6- Fogão
- 7- Roda
- 8- Pássaro
- 9- Irmão
- 10-Estrela
- 11-Boca

- 12-Camisa
- 13-Mala
- 14-Cabelo
- 15-Carro
- 16-Sapo
- 17-Moça
- 18-Roupa
- 19-Caneta
- 20-Biscoito
- 21-Café
- 22-Dedo
- 23-Pipoca
- 24-Chupeta
- 25-Copo

Lista2 Passa_baixas Fc=500Hz Passa Altas Fc = 1700 Hz. Arquivo:
Arq_001_B2_PB_Fc_0500_PA_Fc_1700.wav.

- 1- Gaveta
- 2- Barata
- 3- Chuveiro
- 4- Papai
- 5- Bolo
- 6- Olho
- 7- Escada
- 8- Parede
- 9- Gato
- 10-Faca
- 11-Suco
- 12-Mamão
- 13-Casaco
- 14-Cachorro
- 15-Água
- 16-Banana
- 17-Peixe
- 18-Picolé
- 19-Mamãe
- 20-Coração
- 21-Bola
- 22-Vaca
- 23-Ovo
- 24-Pente
- 25-Rato

Lista1 Passa Baixas $F_c=700\text{Hz}$ Passa Altas $F_c = 1400 \text{ Hz}$. Arquivo:

Arq_002_B1_PB_Fc_0700_PA_Fc_1400.wav.

- 1- Sapo
- 2- Carro
- 3- Cabelo
- 4- Roupa
- 5- Fogão
- 6- Irmão
- 7- Café
- 8- Boneca
- 9- Dedo
- 10-Caneta
- 11-Copo
- 12-Feijão
- 13-Cebola
- 14-Mala
- 15-Amor
- 16-Chupeta
- 17-Pipoca
- 18-Boca
- 19-Moça
- 20-Biscoito
- 21-Camisa
- 22-Roda
- 23-Cama
- 24-Estrela
- 25-Pássaro

Lista2 Passa Baixas $F_c=700\text{Hz}$ Passa Altas $F_c = 1400 \text{ Hz}$. Arquivo:

Arq_002_B2_PB_Fc0700_PA_Fc_1400.wav.

- 1- Rato
- 2- Vaca
- 3- Gato
- 4- Escada
- 5- Mamãe
- 6- Bolo
- 7- Bola
- 8- Coração
- 9- Cachorro
- 10-Parede
- 11-Peixe

- 12- Ovo
- 13- Chuveiro
- 14-Picolé
- 15-Pente
- 16-Suco
- 17-Água
- 18-Mamão
- 19-Faca
- 20-Papai
- 21-Gaveta
- 22-Banana
- 23-Casaco
- 24-Olho
- 25-Barata

Lista1 Passa Baixas 900Hz Passa Altas Fc = 1100 Hz. Arquivo:

Arq_003_B1_PB_Fc_0900_PA_Fc_1100.wav.

- 1- Café
- 2- Cebola
- 3- Pipoca
- 4- Dedo
- 5- Roupa
- 6- Cabelo
- 7- Carro
- 8- Moça
- 9- Amor
- 10-Mala
- 11-Irmão
- 12-Boneca
- 13-Roda
- 14-Feijão
- 15-Caneta
- 16-Pássaro
- 17-Cama
- 18-Fogão
- 19-Chupeta
- 20-Copo
- 21-Camisa
- 22-Biscoito
- 23-Estrela
- 24-Boca
- 25-Sapo

Lista2 Passa Baixas 900 Hz Passa Altas Fc = 1100 Hz. Arquivo:

Arq_003_B2_PB_Fc_0900_PA_Fc_1100.wav.

- 1- Papai
- 2- Escada
- 3- Parede
- 4- Olho
- 5- Casaco
- 6- Faca
- 7- Pente
- 8- Coração
- 9- Suco
- 10-Cachorro
- 11-Bola
- 12-Rato
- 13-Ovo
- 14-Picolé
- 15-Chuveiro
- 16-Banana
- 17-Bolo
- 18-Mamãe
- 19-Peixe
- 20-Vaca
- 21-Água
- 22-Gaveta
- 23-Mamão
- 24-Gato
- 25-Barata

Lista1 Passa Baixas 1000 Hz Passa Altas Fc = 1000 Hz. Arquivo:

Arq_004_B1_PB_Fc_1000_PA_Fc_1000.wav.

- 1- Sapo
- 2- Dedo
- 3- Cabelo
- 4- Feijão
- 5- Mala
- 6- Boneca
- 7- Copo
- 8- Biscoito
- 9- Roda
- 10-Fogão
- 11-Moça
- 12-Chupeta
- 13-Pipoca
- 14-Irmão
- 15-Caneta
- 16-Cebola
- 17-Café

- 18-Boca
- 19-Roupa
- 20-Cama
- 21-Carro
- 22-Pássaro
- 23-Amor
- 24-Estrela
- 25-Camisa

Lista2 Passa Baixas 1000 Hz Passa Altas Fc = 1000 Hz. Arquivo:

Arq_004_B2_PB_Fc_1000_PA_Fc_1000.wav.

- 1- Suco
- 2- Ovo
- 3- Cachorro
- 4- Vaca
- 5- Parede
- 6- Água
- 7- Barata
- 8- Escada
- 9- Papai
- 10-Olho
- 11-Peixe
- 12-Pente
- 13-Faca
- 14-Coração
- 15-Gato
- 16-Bola
- 17-Mamãe
- 18-Gaveta
- 19-Casaco
- 20-Rato
- 21-Chuveiro
- 22-Bolo
- 23-Mamão
- 24-Banana
- 25-Picolé

Lista1 Passa Baixas 1400 Hz Passa Altas $F_c = 0900$ Hz. OBS: com redundância

Arquivo: Arq_005_B1_PB_Fc_1400_PA_Fc_0900.wav.

- 1- Chupeta
- 2- Pássaro
- 3- Cama
- 4- Roda
- 5- Feijão
- 6- Boneca
- 7- Amor
- 8- Café
- 9- Sapo
- 10-Moça
- 11-Copo
- 12-Estrela
- 13-Carro
- 14-Cebola
- 15-Dedo
- 16-Cabelo
- 17-Mala
- 18-Roupa
- 19-Irmão

- 20-Biscoito**
- 21-Boca**
- 22-Pipoca**
- 23-Camisa**
- 24-Caneta**
- 25-Fogão**

Lista2 Passa Baixas 1400 Hz Passa Altas Fc = 0900 Hz. OBS: com redundância

Arquivo: Arq_005_B2_PB_Fc_1400_PA_Fc_0900.wav.

- 1- Cachorro**
- 2- Olho**
- 3- Coração**
- 4- Mamãe**
- 5- Casaco**
- 6- Faca**
- 7- Mamão**
- 8- Pente**
- 9- Água**
- 10-Chuveiro**
- 11-Peixe**
- 12-Gato**
- 13-Parede**
- 14-Picolé**
- 15-Gaveta**
- 16-Barata**
- 17-Bolo**
- 18-Papai**
- 19-Vaca**
- 20-Ovo**
- 21-Rato**
- 22-Banana**
- 23-Bola**
- 24- Suco**

25- Escada

Teste de Fala Filtrada (PB da FB)

FF-PB	FF-PB
Intensidade da Fala OD: dB	Intensidade da Fala OE: dB
Lista 1PB em 700Hz (Faixa 12 do CD PA PB final)	Lista 1PB em 700Hz (Faixa 12 do CD PA PB final)
Sapo	Sapo
Roupa	Roupa
Irmão	Irmão
Dedo	Dedo
Caneta	Caneta
Mala	Mala
Amor	Amor
Biscoito	Biscoito
Estrela	Estrela
Carro	Carro
Cabelo	Cabelo
Cebola	Cebola
Moça	Moça
Roda	Roda
Cama	Cama
Pássaro	Pássaro
Fogão	Fogão
Café	Café

Boneca	Boneca
Copo	Copo
Feijão	Feijão
Chupeta	Chupeta
Pipoca	Pipoca
Boca	Boca
Camisa	Camisa
OD: % acertos	OE: % acertos

Marcação dos resultados: Acerto: não há marcação na folha do teste; Erro: escrever na frente da palavra como paciente a falou; % de acertos: somar a % de palavras acertadas (1 palavra= 4%)