Altieri Araujo Carvalho

**“Estudo da plasticidade cruzada nos centros de fala e audição em
pessoas ouvintes e surdas através de psicofísica e ressonância
magnética funcional.”**

Instituto de Psicologia

Programa de Neurociências e Comportamento.

Orientador:

Klaus Tiedemann

Universidade de São Paulo

São Paulo

2009

Altieri Araujo Carvalho

**“Estudo da plasticidade cruzada nos centros de fala e audição em
pessoas ouvintes e surdas através de psicofísica e ressonância
magnética funcional.”**

Tese apresentada ao Curso de
Doutorado em Psicologia, Neurociências e
Comportamento (NEC), como parte dos
requisitos necessários para a obtenção do
grau de Doutor em Psicologia,
Neurociências e Comportamento.

Orientador: Prof. Dr. Klaus Tiedemann

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catalogação na publicação
Biblioteca Dante Moreira Leite
Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo

Carvalho, Altieri Araujo.

Estudo da plasticidade cruzada nos centros de fala e audição em pessoas ouvintes e surdas através de psicofísica e ressonância magnética funcional / Altieri Araujo Carvalho; orientador Klaus Bruno Tiedemann. -- São Paulo, 2009.

217 p.

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Psicologia. Área de Concentração: Neurociências e Comportamento) – Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

1. Plasticidade neuronal 2. Tempo de reação 3. Ressonância magnética funcional 4. Psicofísica I. Título.

QP360

Este trabalho foi realizado no Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo (USP), departamento de Neurociências e Comportamento (NEC) sob a orientação inicial do Professor Dr. Ronald P. K. C. Ranvaud e do Professor Dr. Klaus Bruno Tiedemann, com intercâmbio internacional no Departamento de Pato-fisiologia da Faculdade de Medicina da University of Ljubljana, sob orientação do Md Phd Dušan Šuput. O trabalho contou com o apoio financeiro da Sociedade Brasileira de Neurociências e Comportamento (SbNEC), Grant Support P3-0019 da ARRS da República da Eslovênia e AD Futura (República da Eslovênia). Durante a realização deste trabalho, o autor recebeu bolsa de Doutorado CAPES.

O anjo do Senhor acampa-se ao redor dos que o temem e os livra.

Oh! Provai e vede como o Senhor é bom!

Salmo 34. Escrito pelo Rei Salomão.

A todos aqueles que
incansavelmente lutam
pelo direito de serem
eles mesmos.

AGRADECIMENTOS:

Ao grande e único Deus, que por amor, misericórdia, e pela indubitável fidelidade me conduz por caminhos estreitos, e que sempre me leva para mais perto de Sua verdade.

Aos meus pais, Getúlio e Maria Tereza; minhas irmãs, Mary e Jane; Meu cunhado Reginaldo; e meu sobrinho Tiago, que rotineiramente me ensinam o milagre da constância, do amor e da fidelidade.

Ao amigo e irmão Marcio Roberto pelo apoio, carinho e solidariedade que sempre me foram constantes em terras paulistas.

Ao grande amigo Adhemar Pettri Filho, o meu literal muito obrigado. Por tudo.

À grande amiga, Jornalista Elisabete Mendes, por sempre me prestigiar com sua incondicional temperança.

À Sociedade Brasileira de Neurociências e Comportamento, por ter concedido a oportunidade a vários empreendedores, e principalmente pelo apoio concedido à minha empreitada.

Ao Professor Dr. Dušan Šuput, que, ao me abrir as portas de seu laboratório e de seu país, me proporcionou a possibilidade de dar o meu maior passo. Agradeço a todas as suas ofertas, e pela sua grande natureza humana. A um cientista com alma, incomensuráveis agradecimentos!

Aos membros da Ad Futura da República da Eslovênia pela disponibilidade em custear o valor de um grande sonho.

À Dr^a. Saba Battelino, com seu suporte humanitário, pela real campanha publicitária, pelo suporte emocional e intelectual, que firmou os meus passos na República da Eslovênia.

Ao grande e mais novo amigo, Engenheiro Andrej Vovk – ou Scoob Doo, cuja engenharia transcendeu os limites das fibras ópticas. Pelo seu grande senso de fraternidade e por ter feito de sua, a minha família.

Aos companheiros de trabalho na República da Eslovênia: Klara Hozmann, Metjas e Oja.

Um especial agradecimento ao técnico Andrej Sernik do Hospital Central de Ljubljana, por sua constante disponibilidade em ser amigo.

Aos técnicos Janez Podobnik e Renata Radic-Berglez por sua eterna paciência e boa vontade.

A todos os companheiros do Oraznov Dijaski Dom, por terem me proporcionado um verdadeiro lar coletivo.

Ao casal Meire Paz e Dr. Carlos Takeuche, pelo apoio em todas as fases deste doutorado.

Ao Professor Dr. Geraldo Busatto do Instituto de Psiquiatria da Faculdade de Medicina da USP por sempre estar disponível ao meu auxílio independente de compromissos formais.

Ao Professor Dr. Klaus Tiedemann por ter me acolhido no último momento, me concedendo a oportunidade de chegar ao fim.

Aos amigos do Laboratório de Fisiologia do Comportamento da USP, pela força moral que me ajudou a superar as dificuldades.

A todos os sujeitos, ouvintes e surdos, sem os quais, não haveria tese.

SUMÁRIO:

Lista de abreviaturas	013
Lista de figuras	015
Lista de tabelas	019
Resumo	021
Abstract	023
1. Introdução	025
Capítulo 1 – considerações gerais	033
1.1 – Considerações sobre línguas de sinais e leitura facial	033
1.2. Considerações sobre atenção, percepção, memória e plasticidade cruzada	040
1.2.1. Atenção	040
1.2.2. Memória	041
1.2.3. Percepção e plasticidade cruzada	042
1.3: Processamento temporal	052
2. Objetivos	054
Capítulo 2 – psicofísica	055
2.1. Inibição de retorno	055
2.3. Materiais e métodos (psicofísica)	057
2.3.1. Sujeitos	057
2.3.1.1 – ouvintes	057
2.3.1.1 – surdos	057
2.3.2: Procedimentos	059
2.3.2.1: Experimento I	063
2.3.2.2: Experimento II (Intervalos Temporais Fixos)	065
2.3.2.3. Experimento III - RMF (block design)	068
2.4. Resultados dos testes de psicofísica	077

2.4.1. Resultados psicofísicos	077
2.4.2. Experimento II - Intervalos Temporais Fixos	082
2.4.2.1: Grupo controle	083
2.4.2.2: Grupo experimental	086
2.4.3. Resultados do Experimento III – RMF (<i>Block Design</i>)	090
2.4.3.1: Grupo controle	090
2.4.3.2: Grupo experimental	094
2.5. Discussão sobre os testes psicofísicos	097
Capítulo 3 - Ressonância Magnética Funcional	116
3.1. A técnica de ressonância magnética funcional (RMF)	116
3.2. Materiais e métodos	120
3.2.1 - Aquisição das imagens	120
3.2.2: Regiões de Interesse (Regions of Interest – ROI)	126
3.2.3: Estabelecimento de Imagens por Relevância Estatística:	129
3.2.4: Seleção de Volumes	129
3.2.5: Referências das imagens em relação aos testes psicofísicos	130
3.2.6: Escala cromática demonstrativa das ativações	131
3.3. Resultados	133
3.3.1. Condição ipsilateral, pista acesa, intervalo curto, hemisfério esquerdo	135
3.3.1.1 – áreas de Wernicke, broca e córtex auditivo (hemisfério esquerdo)	135
3.3.1.2 – áreas homólogas (hemisfério direito)	136
3.3.2. Condição ipsilateral, pista acesa, intervalo curto, hemisfério direito	137
3.3.2.1– áreas de Wernicke, broca e córtex auditivo (hemisfério esquerdo)	137
3.3.2.2 – áreas homólogas (hemisfério direito)	138

3.3.3. Condição ipsilateral, pista apagada, intervalo curto, hemicampo esquerdo	138
3.3.3.1 – áreas de Wernicke, broca e córtex auditivo (hemisfério esquerdo)	138
3.3.3.2 – áreas homólogas (hemisfério direito)	139
3.3.4. Condição ipsilateral, pista apagada, intervalo curto, hemicampo direito	140
3.3.4.1 – áreas de Wernicke, broca e córtex auditivo (hemisfério esquerdo)	140
3.3.4.2 – áreas homólogas (hemisfério direito)	141
3.3.5. Condição ipsilateral, pista acesa, intervalo longo, hemicampo esquerdo	142
3.3.5.1 – áreas de Wernicke, broca e córtex auditivo (hemisfério esquerdo)	142
3.3.5.2 – áreas homólogas (hemisfério direito)	142
3.3.6. Condição ipsilateral, pista acesa, intervalo longo, hemicampo direito	143
3.3.6.1 – áreas de Wernicke, broca e córtex auditivo (hemisfério esquerdo)	143
3.3.6.2 – áreas homólogas (hemisfério direito)	144
3.3.7. Condição ipsilateral, pista apagada, intervalo longo, hemicampo esquerdo	145
3.3.7.1 – áreas de Wernicke, broca e córtex auditivo (hemisfério esquerdo)	145
3.3.7.2 – áreas homólogas (hemisfério direito)	145
3.3.8. Condição ipsilateral, pista apagada, intervalo longo, hemicampo direito	146
3.3.8.1 – áreas de Wernicke, broca e córtex auditivo	

(hemisfério esquerdo)	146
3.3.8.2 – áreas homólogas (hemisfério direito)	147
3.4. Giro de Heschl – córtex auditivo: estudo anatômico.	148
3.5: Giro de Heschl – córtex auditivo: estudo com RMF	154
3.6. Colículos superiores	163
3.7. Hipocampo	166
Capítulo 4 - Discussão Geral	173
5. Considerações Finais	186
6. Apêndice	191
7. Bibliografia	210

LISTA DE ABREVIATURAS:

ANOVA	Analysis of Variance: Análise de Variância
ASL	American Signed Language: Língua Americana de Sinais
BOLD	Blood Oxygenation Level Dependent: Nível de oxigenação dependente de sangue.
BSL	British Signed Language: Língua Britânica de Sinais.
FEF	Frontal eyes Field: Campos Oculares Frontais
FFA	Face Fusiform Área. Área Fusiforme de Face
HG	Heschl's Gyrus: Giro de Heschl – córtex auditivo.
HWB	Homólogos das áreas de Wernicke e Broca no hemisfério direito.
IOR	Inhibition of Return: Inibição de Retorno
JSL	Japanese Signed Language: Língua Japonesa de Sinais.
LBS	Língua Brasileira de Sinais
ms	Milissegundos
PT	Plannun Temporale
RMF	Ressonância Magnética Funcional
ROI	Regions of Interest: Regiões de Interesse
SOA	Stimulus Onset Asynchrony – Intervalo temporal entre pista e alvo.
SPGR	Spoiled gradient-recalled
SSL	Slovenian Signed Language: Línguas de Sinais Eslovena.
STG	Superior Temporal Gyrus: Giro temporal superior
STS	Sulco Temporal Superior
TER	Tempo de reação de escolha
TR	Tempo de Reação

TRM	Tempo de Reação Manual
TRO	Tempo de reação ocular
WB	Wernicke-Broca

LISTA DE FIGURAS:

FIGURA	Pg.
Fig. 1.1. Representação de variações de posturas no espaço que denotam significados diferentes na Língua de Sinais Brasileira	034
Fig. 1.2. Verbos diretivos na Língua de Sinais Brasileira	034
Fig. 2.01. IOR. Pistas Unilaterais. Acender e apagar das pistas	060
Fig. 2.02. IOR. Pistas Bilaterais. Acender e apagar das pistas	062
Fig. 2.03. Foto do tomógrafo de 3.0 Teslas	075
Fig. 2.04. Interação: Intervalo * Tipo * Condição. Fase de mestrado. Paradigma de Inibição de Retorno. Grupo Controle	078
Fig. 2.05. Interação: Intervalo * Tipo * Condição. Fase Mestrado. Paradigma de Inibição de Retorno. Grupo Experimental	079
Fig. 2.06. Interação: Intervalo * Tipo * Condição. Intervalos Fixos. Paradigma de Inibição de Retorno. Grupo Controle	085
Fig. 2.07. Interação: Intervalo * Tipo * Condição. Intervalos Fixos. Paradigma de Inibição de Retorno. Grupo Experimental	088
Fig. 2.08. Interação: Intervalo * Tipo * Condição. Block Design. Paradigma de Inibição de Retorno. Grupo Controle	091
Fig. 2.09. Comparação dos Tempos de Reação Manual (TRM) entre os sujeitos jovens e idosos. Block Design. Grupo Controle	092
Fig. 2.10. Interação: Intervalo * Tipo * Condição. Block Design. Paradigma de Inibição de Retorno. Grupo Experimental	095
Fig. 2.11. Comparação dos Tempos de Reação Manual (TRM) entre os sujeitos jovens e idosos. Block Design. Grupo Experimental	096
Fig. 2.12: Figuras comparativas. Grupo controle e experimental	102

Fig. 2.13: Figuras comparativas. Grupo controle e experimental. Block Design	111
Fig. 3.01: Slice extraída da imagem anatômica tri-dimensional (3D): Spoiled gradient-recalled (SPGR)	121
Fig. 3.02: Imagem SPGR com retirada de tecidos não nervosos	122
Fig. 3.03: Demonstração das coordenadas de localização das ROI	127
Fig. 3.04: A escala cromática para análise de fMRI	131
Fig. 3.05: Áreas de Wernicke, Córtex Auditivo e de Broca.	132
Fig. 3.06: Ativações corticais. Ouvintes e Surdos. Condição Ipsilateral, pista acesa, intervalo curto (100ms), hemisfério esquerdo	135
Fig. 3.07: Ativações corticais. Ouvintes e surdos. Áreas Homólogas. Condição Ipsilateral, pista acesa, intervalo curto (100 ms), hemisfério esquerdo	136
Fig. 3.08: Ativações corticais. Ouvintes e Surdos. Condição Ipsilateral, pista acesa, intervalo curto (100 ms), hemisfério direito.	137
Fig. 3.09: Ativações corticais. Áreas homólogas. Ouvintes e surdos. Condição Ipsilateral, pista acesa, intervalo curto (100ms), hemisfério direito	138
Fig. 3.10: Ativações corticais. Ouvintes e surdos. Condição Ipsilateral, pista apagada, intervalo curto (100ms), hemisfério esquerdo	139
Fig. 3.11: Ativações corticais. Áreas homólogas. Ouvintes e surdos. Condição Ipsilateral, pista apagada, intervalo curto (100ms), hemisfério esquerdo	140

Fig. 3.12: Ativações corticais. O e surdos. Condição Ipsilateral, pista apagada, intervalo curto (100ms), hemicampo direito	141
Fig. 3.13: Ativações corticais. Áreas homólogas. Ouvintes e surdos. Condição Ipsilateral, pista apagada, intervalo curto (100ms), hemicampo direito	141
Fig. 3.14: Ativações corticais. Ouvintes e surdos. Condição Ipsilateral, pista acesa, intervalo longo (800ms), hemicampo esquerdo	142
Fig. 3.15: Ativações corticais. Áreas Homólogas. Ouvintes e surdos. Condição Ipsilateral, pista acesa, intervalo longo (800ms), hemicampo esquerdo	143
Fig. 3.16: Ativações corticais. Ouvintes e surdos. Condição Ipsilateral, pista acesa, intervalo longo (800ms), hemicampo direito.	144
Fig. 3.17: Ativações corticais. Áreas homólogas. Ouvintes e surdos. Condição Ipsilateral, pista acesa, intervalo longo (800ms), hemicampo direito	144
Fig. 3.18: Ativações corticais. Ouvintes e surdos. Condição Ipsilateral, pista apagada, intervalo longo (800ms), hemicampo esquerdo	145
Fig. 3.19: Ativações corticais. Áreas homólogas. Ouvintes e surdos. Condição Ipsilateral, pista apagada, intervalo longo (800ms), hemicampo esquerdo	146
Fig. 3.20: Ativações corticais. Ouvintes e surdos. Condição Ipsilateral, pista apagada, intervalo longo (800ms), hemicampo direito	147

Fig. 3.21: Ativações corticais. Áreas homólogas. Ouvintes e surdos. Condição Ipsilateral, pista apagada, intervalo longo (800ms), hemisfério direito	147
Fig. 3.22. Representação anatômica do Córtex Auditivo (Giro de Heschl). Grupo Controle	151
Fig. 3.23. Representação anatômica do Córtex Auditivo (Giro de Heschl). Grupo Experimental	152
Fig. 3.24. Representação ampliada dos lobos temporais. Grupo e experimental	153
Fig. 3.25. Imagem por Ressonância Magnética Funcional. Giro de Heschl. Grupo Controle	158
Fig. 3.26. Imagem por Ressonância Magnética Funcional. Giro de Heschl. Grupo Experimental	159
Fig. 3.27. Imagem por Ressonância Magnética Funcional com ampliação da área do Giro de Heschl. Grupo controle e Experimental.	159
Fig. 3.28. Colículos: Superiores e Inferiores	164
Fig. 3.29. Imagem por Ressonância Magnética Funcional com ampliação do tálamo. Colículos superiores e inferiores	165
Fig. 3.30. Localização anatômica do hipocampo	169
Fig. 3.31. Imagem Ressonância Magnética Funcional. Hipocampo. Grupo controle	170
Fig. 3.32: Imagem por Ressonância Magnética Funcional. Hipocampo. Grupo Experimental	170
Fig. 3.33: Imagem por Ressonância Magnética Funcional. Ampliação do Hipocampo. Grupo controle e experimental	171

LISTA DE TABELAS:

TABELA	Pg.
Tabela 1.1. A tabela demonstra os parâmetros físicos primários e secundários de cada tipo de língua: oral e de sinais	036
Tabela 2.1. Descrição dos estudos psicofísicos realizados durante o trabalho especificando o N (Número de sujeitos) e a média de idade dos sujeitos em cada etapa	068
Tabela 2.2. Tabela demonstrativa dos oito programas apresentados durante a realização de Ressonância Magnética Funcional e as características dos estímulos visuais apresentados em cada um deles. Abreviaturas: Ipsilat. = Ipsilateral; Contral. = Contralateral; e Bilat. = Bilateral	070
Tabela 2.3: Valores das medianas calculadas para o grupo Experimental com intervalos temporais fixos	084
Tabela 2.4: Valores das medianas calculadas para o grupo experimental do experimento com intervalos temporais fixos	087
Tabela 2.5: Valores das medianas calculadas para o grupo controle do experimento com RMF	090
Tabela 2.6: Valores das medianas calculadas para o grupo experimental do experimento com RMF	094
Tabela 2.7: Comparação dos TRM entre os grupos Controle e Experimental na execução do teste psicofísico com RMF	113
Tabela 3.1. Tabela demonstrativa dos oito programas apresentados durante a realização de Ressonância Magnética Funcional, com apresentação de 3 condições diferentes e apresentam e as	

características dos estímulos visuais apresentados em cada um deles. Abreviaturas: Ipsilat. = Ipsilateral; Contral. = Contralateral; e Bilat. = Bilateral	123
Tabela 3.2. Coordenadas de localização de áreas por sujeitos. Os nomes dos sujeitos foram substituídos pelo código BD (Block Desing) mais um número de diferenciação. Os sujeitos do grupo controle receberam identificação em dezenas, e os do grupo experimental, centenas. Abreviaturas: WB = área de Wernicke e Broca; HWB = áreas homólogas de Wernicke e Broca (hemisfério direito); CO = Colículos (superiores e inferiores); HP = Hipocampo; e CB = Cerebelo; e as coordenadas receberam os códigos dos cortes analisados, onde SAG = Sagital; e COR = coronal	128
Tabela 3.3. Demonstrativo das imagens analisadas segundo o tipo de teste realizado pelo sujeito durante a realização de Ressonância Magnética Funcional	134

RESUMO:

O dito popular afirma que quando uma pessoa perde um dos sentidos há uma compensação por parte dos outros sentidos para suprir a perda. Através de três experimentos psicofísicos baseados no modelo de Posner (Inibição de Retorno) e técnicas de Ressonância Magnética Funcional, surdos congênitos foram comparados a pessoas ouvintes com o objetivo de verificar se os surdos possuem processos atencionais diferentes dos ouvintes, e se as mesmas áreas corticais – como a área de Wernicke, Broca e Córtex auditivo - eram ativadas em ambos os grupos.

A tarefa consistia em pressionar um botão todas as vezes que os sujeitos detectassem a presença de um quadrado maior (alvo) apresentado em uma tela, enquanto também eram apresentados quadrados menores (pista) ora do mesmo lado, ora do lado oposto ao alvo.

Através do Experimento I se pôde verificar que ambos os grupos apresentaram os fenômenos clássicos do Paradigma de Posner: Facilitação ou Inibição de Retorno, o que denotou a possibilidade de mecanismos atencionais semelhantes para ambos os grupos.

Foi observado, porém, que os ouvintes eram mais rápidos que os surdos para responder à tarefa quando o intervalo temporal entre pista e alvo era longo (800ms), comparado ao tempo que levavam para responder quando o intervalo entre pista e alvo era curto (100 ms).

O Experimento I suscitou a hipótese de que os surdos possivelmente apresentassem uma diferença de processamento temporal. No Experimento I todas as condições eram apresentadas de forma randômica. O Experimento II foi elaborado com o objetivo de por em evidência a

diferença dos TRM para intervalos curtos e longos, portanto os intervalos entre pista e alvo passaram a ser apresentados de forma fixa.

Ao comparar os resultados do Experimento I com os do Experimento II (Intervalos Temporais Fixos), se pode verificar que os ouvintes apresentaram Tempos de Reação Manual mais lentos, enquanto os surdos apresentaram as mesmas médias a despeito da vantagem temporal, o que levou a sugerir a hipótese de que os surdos apresentem um déficit no processamento temporal.

O experimento III consistiu na utilização do Paradigma de Posner enquanto os sujeitos eram submetidos ao exame de Ressonância Magnética Funcional com o objetivo de investigar se as regiões corticais ativadas poderiam ser semelhantes nos dois grupos.

As imagens por Ressonância Magnética Funcional (RMF) demonstraram ativações nas áreas de Wernickie, Broca, e córtex auditivo em ambos os grupos enquanto executavam a tarefa, que embora não possuísse nenhum contexto semântico explícito, possuía o tempo como o principal parâmetro físico no qual os sujeitos pudessem se basear para melhorar o desempenho na tarefa. O tempo é um dos parâmetros físicos primários da língua oral, diferente da língua de sinais que possui o parâmetro visual e espacial como primário.

Os resultados sugerem que as ativações corticais nos centros de audição e fala podem indicar uma plasticidade cruzada no grupo de surdos. Ainda, a participação do córtex auditivo no processamento da elaboração de estratégias para responder a uma tarefa que não contenha um contexto semântico explícito possivelmente indica sua participação no processamento de linguagem.

ABSTRACT:

“Study of cross-modal plasticity on speech and hearing centers with deaf and normal hearing people using psychophysics tests and Functional Magnetic Resonance (fMRI).”

It is popularly said that when a person loses one sense, there is a compensation by the other remaining senses to suppress the loss. Throughout three Psychophysical Experiments based on Inhibition of Return Posner's Paradigm and Functional Magnetic Resonance (fMRI) Techniques, congenital deaf people were compared to normal hearing people in order to check if deaf people possess different attentional pattern compared to normal hearing people, and if the same cortical areas – Wernicke and Broca's area and Hearing Cortex – were activated in both groups.

Experiment I consisted on pressing a button every time the presence of a big square (target) was detected by subjects while non-predictive small squares (cue) were also presented at the same or opposite side of the target.

At Experiment I it was observed that both groups presented Posner's Paradigm classical phenomena: Facilitation or Inhibition of Return, what suggested the possibility that attentional pattern may be similar to both groups.

Therefore, it was observed that normal hearing people were faster than deaf people to respond to the task when time interval between cue and target was long (800 ms) when compared to the time they spent to respond when time interval between cue and target as short (100 ms).

Experiment I raised the hypotheses that possibly deaf people may present a temporal processing difference. At Experiment I every condition was randomly presented. Experiment II was elaborated to highlight MRT differences between short and long time intervals, so every time interval was presented on a fixed order.

Comparison of Experiment I and II (Fixed Time Intervals) showed that normal hearing people presented shorter Manual Reaction Times (MRT), while deaf people kept the same averages despite the temporal advantage, what suggested that deaf people may present a deficit on temporal processing.

Experiment III used Posner's Paradigm while subjects were submitted to fMRI scanning in order to check if activated cortical regions could be similar in both groups.

fMRI images demonstrate Wernicke and Broca's area and hearing cortex activations in both groups while executing the task, which, although did not have any explicit semantic content, had time as the main physical parameter on which subjects could be based to increase performance to respond to the task. Time is one of the oral language primary physical parameter, different of signed language which has visual and spatial parameters as primaries.

Results suggest that cortical audition center activations may indicate a cross-modal plasticity at the deaf group. Yet, participation of hearing cortex on strategy elaboration to respond to a task which does not have any explicit semantic content possibly indicates the participation of hearing cortex on language processing.

1. Introdução:

Esta pesquisa foi iniciada como trabalho de Mestrado em Neuroimunologia – Carvalho [6], no Laboratório de Neurobiologia da Atenção e do Controle Motor da Faculdade de Biologia da Universidade Federal Fluminense (UFF), sob o título “Efeitos do acender e do apagar de pistas periféricas sobre o tempo de reação manual a um alvo visual em surdos e ouvintes”.

O objetivo era avaliar, através de testes psicofísicos, se pessoas surdas congênitas (desde o nascimento), ou que tivessem adquirido a surdez ainda no período crítico do desenvolvimento do sistema nervoso (até os quatro anos de idade – também conhecido como fase pré-lingüística), possuíam padrão atencional visual diferente dos ouvintes, baseado na afirmação popular de que quando uma pessoa sofre uma privação sensorial apresenta uma compensação da perda pelos outros sentidos.

Os testes psicofísicos foram realizados. O grupo de surdos apresentou os mesmos fenômenos de facilitação ou inibição que o grupo controle apresentava. Entretanto, os sujeitos ouvintes apresentavam uma diminuição no Tempo de Reação Manual (TRM) quando o intervalo entre pista e alvo era longo (800 ms). Já os surdos não apresentavam esta redução: mantinham praticamente o mesmo tempo de reação tanto para intervalos curtos como longos. A não diminuição nos tempos de reação (TR) para alvos com intervalo longo (800 ms) deu origem a uma suposição, objeto de estudo desta tese.

Segundo esta suposição, o grupo de surdos não obteve o mesmo desempenho do grupo controle pelo fato de que o principal parâmetro físico

no qual essas pessoas podiam se basear para melhorar o desempenho nos tempos de reação manual (TRM) era o tempo, já que os estímulos visuais não possuíam significado semântico explícito, e ainda, as pistas não indicavam a posição na qual os alvos ocorriam – pistas não preditivas.

Embora o teste não contenha contexto semântico explícito não se deve negar a possibilidade de que contextos semânticos implícitos aconteçam, decorrentes da elaboração de estratégias utilizadas pelos sujeitos para responderem ao teste.

Os testes realizados durante na fase de mestrado (Experimento I) possuíam uma ordem randômica de apresentação dos estímulos, inclusive a variação temporal do intervalo entre pista e alvo.

Para verificar se, de fato, o grupo de surdos não se beneficiava do tempo para aumentar a eficiência das respostas, durante a realização do doutorado, o experimento foi repetido, porém com uma diferença: Os intervalos entre pista e alvo não seriam apresentados de forma randômica. Ou seja, em um bloco de testes, os intervalos entre pista e alvos seriam sempre curtos (100 ms), enquanto que no outro bloco seguia a apresentação de alvos sempre com intervalos temporais longos (800 ms).

Esta proposta tinha como objetivo verificar se as pessoas se baseariam neste ritmo e conseqüentemente apresentariam tempo de reação manual (TRM) mais rápido. Se, de fato, os surdos possuísem alguma alteração no processamento de ordem temporal, os resultados poderiam ser mais lentos comparados aos dos ouvintes, a saber: os ouvintes possivelmente apresentariam tempos de reação mais rápidos. Caso a hipótese fosse verdadeira, o grupo de surdos não apresentaria diminuição nos tempos de reação manual (TRM) quando comparado ao Experimento I,

no qual a ordem de apresentação de intervalos curtos e longos era randômica.

Os resultados do Experimento II (Intervalos Temporais Fixos) confirmaram as suposições. Os ouvintes apresentaram TRM mais rápidos quando comparados ao Experimento I, enquanto os surdos não.

Ao se considerar que ouvintes usam a língua oral e, esta língua é acústico-temporal, ou seja, é interpretada através da análise do som no tempo, pode-se supor que o tempo é um dos fatores físicos primários que compõem a língua oral.

Por outro lado, grande parte das pessoas surdas utiliza língua de sinais, e esta é viso-espacial. Pode-se supor que o processamento temporal seja um fator secundário da língua de sinais, assim definido: A língua oral possui o som e o tempo como fatores primários e o fator visual como parâmetro secundário, ao contrário da língua de sinais, que possui o fator visual e o espaço como parâmetros primários e o parâmetro temporal como parâmetro secundário, como será demonstrado adiante.

Este assunto será comentado com mais detalhes no decorrer deste trabalho, mesmo assim, vale frisar, que quando, neste trabalho, os fatores físicos dos tipos de linguagem são considerados como primários, não significa que sejam necessariamente mais importantes, e sim que possivelmente sejam os primeiros parâmetros a serem recrutados pelo cérebro no momento de se elaborar uma estratégia para resolver uma determinada tarefa.

Da mesma forma, quando, neste trabalho, se considera um parâmetro físico de linguagem como secundário, não se deseja dizer que tal fator seja menos importante, nem, principalmente, inexistente. Neste caso,

tem-se a intenção de demonstrar a possibilidade de que estes parâmetros físicos sejam recrutados como uma segunda possibilidade na ausência, ou por pouca relevância do primeiro parâmetro em determinada tarefa.

Em outras palavras, este trabalho tenta demonstrar a hipótese de que quando se tem a necessidade de executar uma determinada atividade, o desempenho do indivíduo será melhor caso a atividade contenha parâmetros físicos semelhantes ao parâmetro primário utilizado por este sujeito em sua linguagem, ou não. Caso este parâmetro não esteja presente na atividade, ele pode ser invocado por alguma estratégia que o sujeito utilizará para resolvê-la.

O interesse em antecipar essa abordagem na introdução é demonstrar que esta tese não tem interesse em fazer um estudo sobre surdos. O grupo experimental (surdos) serviria como modelo para demonstrar que, ao se elaborar estratégias para executar determinada atividade, mesmo que esta não possua contexto lingüístico, áreas corticais classicamente conhecidas por se destinarem ao processamento de linguagem são ativadas.

Isto poderia fortalecer a hipótese de que os parâmetros físicos do tipo de linguagem – como tempo e espaço, por exemplo - sejam os primeiros a serem recrutados pelo cérebro de uma pessoa que use a língua oral ao elaborar uma determinada estratégia para realizar certa atividade, ainda que a mesma não possua um contexto semântico explícito.

Outro fato importante a ser citado é que, neste trabalho, durante os experimentos psicofísicos, o paradigma de Inibição de Retorno foi utilizado como instrumento de medidas atencionais, e teve como ponto de partida os estudos realizados por Gawryszewski e colaboradores [15]. Este trabalho

não tem como objetivo discutir sobre a circuitaria responsável pelos fenômenos e facilitação e inibição de retorno, nem ao menos as variações que ocorreram durante esta pesquisa. É claro que os fenômenos foram citados, não com tanta profundidade e sem a intenção de explicar novas nuances sobre Inibição de Retorno (IOR).

Em outras palavras, este trabalho visa verificar se há plasticidade cruzada em pessoas que possuem uma deficiência sensorial e, caso haja, se a plasticidade cruzada é influenciada pelo tipo de experiência que o indivíduo vive desde o nascimento – neste caso, o tipo linguagem que o indivíduo usa.

A plasticidade cruzada se refere à reparação de circuitos corticais que integra outras áreas corticais através da realização de funções modificadas, e corresponde à capacidade cerebral em se adaptar às mudanças neuro-anatômicas, neuroquímicas e/ou funcionais que ocorrem durante a reorganização de funções envolvidas.

Em outras palavras, plasticidade cruzada pode se referir a capacidade de uma região cortical unimodal em exercer uma atividade que não aquela tipicamente executada por ela. Por exemplo, o Giro de Heschl, considerado como dedicado ao processamento de estímulos auditivos, pode passar a realizar processamento de estímulos táteis ou visuais em pessoas surdas, como será demonstrado no decorrer deste trabalho.

Não seria possível verificar a existência ou não de tal plasticidade unicamente através de resultados psicofísicos, os quais apenas favorecem inferências através da análise dos tempos de reação e dos fenômenos evocados, tais como a facilitação ou Inibição de Retorno. Por isso a técnica de ressonância magnética Funcional foi utilizada associada à execução dos

testes psicofísicos (etapa mencionada como Block Design), realizada na Faculdade de Medicina da Universidade de Ljubljana, Eslovênia.

Na etapa do trabalho realizada na República da Eslovênia, a tarefa com o paradigma de Inibição de Retorno foi realizada por indivíduos ouvintes e surdos ao mesmo tempo em que se procedia ao exame de Ressonância Magnética Funcional. Este exame permite verificar quais áreas corticais são ativadas no momento em que as pessoas realizam o experimento.

Os experimentos psicofísicos realizados em todas as etapas deste trabalho não possuíam contexto semântico explícito, e os estímulos visuais apresentados não passavam de pequenos quadrados apresentados na tela do computador (Alvo – quadrado de 1º grau de lado, e pista – quadrado de 0,5º grau de lado).

As pistas não tinham significado preditivo, nem sobre o momento, nem sobre o local do aparecimento do alvo. Obviamente não se exclui que os sujeitos possam adotar alguma estratégia semântica supersticiosa. A título de esclarecimento, pode-se exemplificar uma estratégia supersticiosa com o condicionamento de ratos que são colocados em uma caixa. Todas as vezes que o rato aperta com a pata uma alavanca posicionada dentro da caixa, recebe uma dose de água. O animal passa a explorar a caixa e, por exemplo, passa por um dos cantos e cheira o alto da caixa antes de pressionar a alavanca, quando recebe a dose de água. Todas as vezes que o rato deseja receber a dose de água, ao invés de simplesmente pressionar a alavanca, refaz todo o trajeto: volta a passar no mesmo canto que antes e ainda cheira o teto da caixa antes de pressionar a alavanca.

A hipótese era a de que os indivíduos surdos e ouvintes poderiam apresentar ativações corticais em áreas específicas de linguagem, e se tal fato acontecesse, poder-se-ia sugerir que os parâmetros físicos que a tarefa continha – o parâmetro temporal - levasse a ativações nessas áreas, isto porque os sujeitos provavelmente elaborariam uma estratégia com um contexto semântico implícito para realizá-la.

Se a hipótese fosse verdadeira, as áreas de Wernicke e Broca (hemisfério esquerdo), suas homólogas no hemisfério direito e o córtex auditivo poderiam estar ativadas em sujeitos surdos, o que denotaria uma plasticidade cruzada nestes indivíduos.

Se tal plasticidade pode ser alcançada por experiência - como a utilização de determinado tipo de linguagem, por exemplo - esse trabalho contribui com a terapêutica clínica no intuito de propor a inclusão de aspectos característicos da língua oral nas atividades oferecidas aos pacientes, como atividades rítmicas, por exemplo.

Esta suposição se baseia nas seguintes possibilidades:

1. Se, de fato, o processamento temporal possibilita a ativação do giro de Heschl, região cortical destinada ao processamento auditivo, e esta ativação esteja associada ao circuito Wernicke/Broca, a utilização de atividades com utilização de parâmetros temporais poderia servir como estímulo do giro de Heschl – Diagrama 1.
2. Se para elaborar uma estratégia as pessoas utilizam, de fato, uma estratégia semântica implícita, possivelmente esta elaboração tenha a propriedade de ativar o giro de Heschl – Diagrama 1.

O diagrama 1.1 demonstra as hipóteses de implicações da participação do Giro de Heschl

Diagrama 1.1: Hipóteses de ativações do Giro de Heschl. Abreviatura: W/B:

Área de Wernicke e Broca; Heschl: Córtex Auditivo

A técnica de ressonância magnética funcional, que será descrita em detalhes no capítulo 3, permite compor mapas de ativações corticais de cada sujeito no momento em que realizam os testes psicofísicos. Desta forma, seria possível comparar as ativações corticais nos dois grupos durante a realização dos testes. Estas comparações dos mapas corticais dos dois grupos serviriam como um indicativo a favor da plasticidade cruzada.

Capítulo 1 – Considerações Gerais:

1.1 – Considerações sobre Línguas de Sinais e Leitura Facial.

A linguagem é a principal ferramenta de organização mental. Pessoas ouvintes se comunicam através de língua oral. Não se pode deixar de relatar que a linguagem corporal, expressões faciais e a prosódia são de extrema importância para a compreensão do contexto.

De uma forma geral, os signos da língua falada e escrita podem ser decodificados como signos sonoros, a saber: ao se induzir o pensamento sobre um determinado veículo aéreo destinado ao transporte de massa, que possui duas asas, logo o vocábulo /avião/ é evocado. Quando se lê o vocábulo /avião/, a transdução desses códigos escritos se traduzem no som referente à representação desta grafia. Essa transdução se dá na área de Wernicke, região também responsável pelo processamento auditivo.

A língua oral é decodificada através da percepção do som no tempo, e por isso é designada acústico-temporal. Somente a guisa de esclarecimento, se for considerado que ao se visualizar uma palavra escrita ou um ícone que representa a marca de uma loja, por exemplo, o formato sonoro desta palavra logo é associado. Aqui se poderia estabelecer que na linguagem oral, o som e o tempo são fatores primários da linguagem, e os signos visuais (como ícones e linguagens corporais, por exemplo), fatores secundários da linguagem, uma vez que estes signos visuais são decodificados como signos sonoros internos.

A língua de sinais, utilizada por surdos, por sua vez, é preestabelecida através da análise de formas no espaço. A figura 1.1 exemplifica três palavras diferentes pertencentes à língua de sinais: a

mesma configuração manual em diferentes posições no espaço tem significados diferentes. Da esquerda para a direita, /barata/, /cabra/ e /cobra/.

Fig. 1.1. Representação de variações de posturas no espaço que denotam significados diferentes na Língua de Sinais Brasileira. Da esquerda para a direita, a representação de /barata/, /cabra/ e /cobra/.

Fig. 1.2. As figuras exemplificam verbos diretivos na Língua de Sinais Brasileira. A direção da configuração manual estabelece significados diferentes para estes verbos. Da esquerda para a direita, a primeira figura significa: Ele está perguntando para ela; e a segunda: Ela está perguntando para ele.

Outro aspecto a ser observado é que a língua de sinais possui aspectos gramaticais próprios e distintos da língua falada. Dois bons exemplos são:

1. Não existem preposições em línguas de sinais como “de” e “para”;

2. Alguns verbos são diretivos, ou seja, dependendo da direção das mãos a frase terá sentido diferente. A figura 1.2 demonstra esse exemplo. À esquerda pode-se traduzir como “ele está perguntando para ela” e à direita como “ela está perguntando para ele”.

Assim como a língua oral, a língua de sinais, obviamente, possui prosódia. O fato de se realizar, por exemplo, o sinal correspondente ao adjetivo “difícil” de uma forma mais lenta do que a utilizada durante o discurso normal, se conota que o grau de dificuldade é maior, ou seja, muito difícil. Se for realizado de uma forma mais rápida, há uma conotação de apenas um pouco difícil.

Em outras palavras, a língua de sinais é viso-espacial. Mais uma vez pode-se estabelecer que os parâmetros primários da língua de sinais são os sinais visuais e o espaço, e o tempo um parâmetro secundário. A tabela 1.1 estabelece a analogia dos parâmetros das duas linguagens.

Outra informação importante a ser citada é que, ao contrário do que a maioria das pessoas acredita, a língua de sinais não é universal. Isto significa que cada país possui uma língua de sinais própria. Como exemplos, podem ser citados: a Língua Brasileira de Sinais (LBS), Língua Americana de Sinais (ASL), Língua Japonesa de Sinais (JSL) e assim por diante. Cada país tem sua estrutura própria para definir os seus sinais e sintaxes, de acordo com suas origens e cultura, assim como as linguagens orais.

Não necessariamente um usuário de LBS terá conhecimento de ASL, por exemplo, embora, alguns sinais sejam compreensíveis em ambas as línguas. Existe uma língua de sinais, denominada Gestuno, a qual não se baseia em padrões gramaticais, mas na utilização exclusiva de mímicas com

sinais que são compreensíveis entre duas pessoas estrangeiras sinalizadoras ou não. O gestuno não é uma forma de comunicação por sinais amplamente divulgada.

Tabela 1.1. A tabela demonstra os parâmetros físicos primários e secundários de cada tipo de língua: oral e de sinais.

Língua	Parâmetros Primários	Parâmetros Secundários
Oral	Acústico-temporal	Visual
Sinais	Viso-espacial	Temporal

Vale mais uma vez, tentar esclarecer que, neste trabalho, quando um parâmetro físico do tipo de linguagem utilizada é considerado como primário, não se tem a intenção de dizer que o mesmo é mais importante que os demais, mas apenas de se supor que tal parâmetro é levado em conta pelo cérebro em primeira instância no momento de se estabelecer uma estratégia para se responder a determinada tarefa.

Ainda, quando este trabalho reconhece um parâmetro físico do tipo de linguagem utilizada como secundário, não se tem efetivamente a intenção de apregoar que tal parâmetro seja menos importante ou ausente.

O parâmetro secundário é considerado como aquele parâmetro extremamente importante, mas que possivelmente seja recrutado em segunda instância pelo cérebro, na ausência do primeiro ou quando o primeiro possui pouca relevância em determinada tarefa.

Existem três correntes filosóficas que regem a educação e o ensino de línguas para pessoas surdas:

1. Oralismo: Método no qual o indivíduo surdo não faz uso da língua de sinal. Os surdos aprendem a falar por via oral e a fazer unicamente leitura facial.
2. Bilingüismo: Método no qual o indivíduo aprende a língua de sinais como primeira língua (L1), e, como segunda língua (L2), a língua oral de seu país, como português ou inglês por exemplo. Em outras palavras, esse modelo sugere o aprendizado de língua de sinais mais oralismo.
3. Comunicação Total: Método que emprega sinais para a língua oral do país. Em outras palavras, o método de comunicação total não utiliza a gramática da língua de sinais, e sim uma adaptação sinalizada da língua oral do país. Este método é extremamente útil para a aprendizagem da gramática da língua oral do país, mas extremamente ineficiente para a comunicação cotidiana.

O tipo de comunicação oralista, no qual o surdo não aprende, ou não faz uso da língua de sinais, explora a leitura facial como via de recepção dos estímulos de fala, e a fala oral.

Deve-se considerar ainda, que ao se adaptar à sociedade, surdos sinalizadores também fazem certo tipo de leitura da expressão facial.

A Leitura facial é a habilidade de entender uma mensagem falada através da observação das ações de um emissor. Tradicionalmente é vista como um tópico de interesse para pesquisadores clínicos com implicações em perdas auditivas, durante a surdez, ou ao se discriminar um determinado som em um ambiente ruidoso. A Leitura facial tem sido

amplamente verificada nos mecanismos de fala e processamento de linguagem de forma mais geral. Isto se dá porque todas as pessoas que usam a fala são sensíveis às suas qualidades visuais, a despeito do fato de que as habilidades individuais de leitores faciais possam variar amplamente.

Por exemplo, a percepção de uma fala audiovisual é consideravelmente melhor do que a percepção de outra fala sem apoio visual, ainda que esta fala seja perfeitamente clara - Gemma A. Calvert e Ruth Campbell [4].

Ainda segundo esses autores [4], a leitura facial conta com um sistema dinâmico: a variação temporal. Entretanto a leitura facial não requer que o receptor identifique um componente particular de imagem da face do emissor. Mesmo que a forma da imagem facial seja inespecífica, a visão pode melhorar o processo de fala. Entretanto, uma consideração completamente contrária pode ser feita em relação ao processamento de imagem: que um bom processamento de imagem na ausência de uma variação temporal bem específica é um aspecto importante no discurso multimodal. A comunicação visual pode afetar o processamento da comunicação ouvida – mesmo quando há falta de uma estrutura dinâmica.

A leitura facial é, portanto, uma forma híbrida de língua acústico-temporal e viso-espacial, na qual o sujeito surdo conta com uma recepção ínfima de som, seja por resíduo auditivo, ou por amplificação por próteses auditivas, ou em certos casos, nenhum som.

Isto faz crer que, embora leitores faciais façam uso dos recursos acústico-temporais, eles precisam, principalmente, se basear em atributos visuais para que a forma ótima de aproveitamento da leitura facial se cumpra.

Em outras palavras, embora surdos leitores faciais façam uso da língua oral, de forma alguma podem abandonar os princípios básicos da língua viso-espacial. Independente do método utilizado para a aprendizagem verifica-se que - mesmo no oralismo, no qual o sujeito está intimamente ligado aos processos da língua oral - há necessidade, por parte do surdo, de se basear mais no processamento visual, visto que o som representa uma impossibilidade.

1.2. Considerações sobre Atenção, Percepção, Memória e Plasticidade Cruzada.

1.2.1. Atenção:

Existem várias formas de se definir a atenção. Em 1890, William James descreveu a atenção desta maneira:

"Todos sabem o que é atenção. É a tomada de posse pela mente, de forma vívida e clara, do que parecem ser vários objetos ou linhas de pensamento simultaneamente possíveis. Focalização e concentração de consciência fazem parte de sua essência. Isto implica o afastamento de algumas coisas a fim de lidar efetivamente com outras."

Existem muitas analogias que tentam explicar a atenção. A mais conhecida é a do holofote. É como se a atenção fosse um holofote, iluminando apenas uma parte do meio, o qual se quer explorar. A atenção seria direcionada para um ou mais sentidos em detrimento de outros.

A seleção da informação visual pode ser controlada por, pelo menos, dois meios distintos - Yantis, [51]:

1. Controle Endógeno (ou "*Top-down*"): Refere-se à habilidade do observador em controlar a região do campo visual ou objetos a serem processados.
2. Controle Exógeno (ou "*Bottom-up*"): Refere-se à propriedade de certos estímulos que capturam a atenção independente da vontade do observador.

Além disto, a seleção da atenção visual pode ser controlada por, pelo menos, dois meios distintos – Pereira [34]:

1. Orientação aberta: O orientar da atenção para um determinado ponto é, geralmente, acompanhado por algum movimento da cabeça, dos olhos ou do corpo. A orientação aberta se caracteriza pela realização explícita de um movimento em direção ao estímulo.
2. Orientação encoberta: é a possibilidade se de orientar a atenção em direção a um determinado estímulo sem que haja mudança na posição dos olhos, cabeça ou postura.

1.2.2. Memória

A maioria das experiências humanas inclui diferentes modalidades sensoriais, tempo e espaço - Helene e Xavier [20]. Estímulos ambientais e experiências geram atividade eletrofisiológica em conjuntos de neurônios. Essa atividade pode levar à formação de novas sinapses ou à alteração das sinapses já existentes, o que permite estabelecer circuitos neurais envolvendo populações de neurônios cuja atividade, correspondente àquela gerada durante a experiência original, representa a experiência adquirida.

A recordação da informação representada nesses circuitos se dá pela ativação eletrofisiológica de sua população de neurônios; isto pode ocorrer tanto em decorrência de estímulos que de alguma forma estão relacionados à experiência original, como por um ato de vontade para recordar aquela experiência. Estes circuitos, uma vez ativos, podem estabelecer novas

conexões com outros circuitos ativos, ou contar com a adição de novos elementos, em decorrência de novas experiências. Quanto mais freqüentes as exposições a estímulos relevantes, mais fortes tornam-se as conexões. Desta forma, a informação tende a ser arquivada de maneira relacional.

Isto permite entender porque a recordação envolve, normalmente, categorias. Por exemplo, ao se pedir que uma pessoa liste todos os animais de que se recorda, não raro, a lista conterà animais agrupados por categorias de similaridade, por exemplo, quadrúpedes, aves, animais aquáticos e invertebrados.

Ainda, Helene e Xavier [20] ressaltam que os mesmos circuitos neurais que são responsáveis pela percepção, por um lado, e pelo movimento motor, por outro, são os que se alteram para a formação de memórias de diferentes tipos. Isto significa que quando estes circuitos forem posteriormente ativados, o processamento das informações será diferente em relação às experiências anteriores, dado que o circuito vem sendo alterado a cada uma delas. Em outras palavras, a percepção e as habilidades se alteram ao longo da história de vida.

1.2.3. Percepção e Plasticidade Cruzada

Segundo Andrew J. King e colaboradores [23], muitos eventos cotidianos são captados pelos órgãos dos sentidos em mais de uma modalidade, por exemplo, por ambos, olhos e orelhas. Conseqüentemente, a coordenação e integração da informação derivadas de diferentes órgãos sensoriais são essenciais para fornecer uma percepção mais precisa do meio.

Sob certas circunstâncias, as interações cruzadas podem alterar as percepções de eventos. Por exemplo, a habilidade de compreender a fala é significativamente melhorada quando o orador pode ser visto e ouvido. Mas se as pistas visuais e auditivas são diferentes, como ocorre quando se dubla uma sílaba em um filme que mostra uma pessoa articulando uma sílaba diferente, os ouvintes tipicamente relatam ouvir uma terceira sílaba. Em outras palavras, um orador pronuncia a sílaba /ba/, enquanto em um filme é mostrado uma pessoa pronunciando a sílaba /ga/, o receptor percebe a sílaba /da/. A síntese cruzada, portanto é importante para a identificação de estímulos que representa a combinação do que é visto e ouvido [23].

Segundo estes autores [23], as ilusões auditivas podem ser também induzidas através da separação das pistas, como no caso dos ventríloquos. A integração neural da informação deriva de diferentes canais sensoriais, e assim permite, pelo menos dentro de certos limites, que as pistas a sejam percebidas como se fossem provenientes do mesmo evento externo.

Até recentemente havia poucas evidências que uniam essas áreas multissensoriais com a percepção cruzada e respostas motoras. Ainda, tem sido proposto que a atividade em regiões de modalidades específicas no córtex pode ser combinada na base de disparos sincronizados [23].

Andrew J. King e colaboradores [23] citam que experimentos com neuroimagens têm começado a estudar as redes de áreas cerebrais envolvidas no registro de atributos inter-sensoriais – tais como tempo, espaço e significado – o que pode contribuir com o processo de acoplagem.

A aplicação de técnicas de imagens funcionais ao estudo de processos cruzados ainda está no início. Mesmo assim, a despeito das diferenças nos

processos e métodos de análises, está começando a emergir um padrão consistente de análises de resultado.

O senso popular afirma que quando uma pessoa perde um dos sentidos, desenvolve habilidades em outros sentidos para compensar a perda. Em outras palavras, as pessoas afirmam que quando uma pessoa fica surda, por exemplo, passa a enxergar melhor, ou ainda, se fica cega, passa a ouvir melhor. Fora o senso comum, cientificamente, não se crê mais nesta possibilidade, como será visto adiante.

Jason Proksch e colaboradores [38] relatam que sujeitos surdos parecem apresentar modificações em seus sentidos remanescentes e que a literatura ainda não oferece um suporte muito claro para essa afirmação.

Duas teorias têm se desenvolvido em relação à origem e à natureza das modificações nas funções visuais observadas após o início da deficiência auditiva (Grafman e colaboradores [17]; Rothpletz e colaboradores [42]; Ione Fine e colaboradores [11]):

1. A **“Teoria da deficiência”** defende que os processos integrativos são essenciais para o desenvolvimento normal. De acordo com essa visão, a integração multi-sensorial é crítica para o desenvolvimento completo de cada modalidade sensorial (Radell & Gottlieb [40]). Acredita-se que a privação de um dos sentidos possa resultar em deficiências de outros sentidos.
2. Por outro lado, a **“Teoria da compensação”** estabelece que a perda de um dos sentidos possa ser compensada através da alteração dos sentidos remanescentes, ou mudanças na atenção ou redução da inibição que normalmente um sentido tem sobre o outro.

Segundo Jason Proksch e colaboradores [38], o denominador comum em todos os estudos que reportam modificações nas funções visuais em surdos parece ser a manipulação da visão periférica e da atenção visual. Esta observação, segundo eles, é compatível com duas hipóteses principais:

1. De um lado, a surdez pode levar a um melhor processamento da visão periférica. Por exemplo, a representação do campo periférico encontrado em áreas visuais pode ter sido expandida, o que produz uma visão periférica com uma resolução maior em pessoas surdas;
2. Por outro lado, a surdez pode levar a uma compensação nos mecanismos que alocam a atenção sobre o campo visual. Em particular, isto pode modificar a preferência em alocar a atenção na região central, como visto em pessoas ouvintes, em direção a regiões periféricas.

Na ausência da audição para orientar a atenção para o espaço extra-pessoal, as pessoas podem se basear na visão para monitorar o campo periférico, e assim alocar recursos atencionais mais prontamente para a periferia visual [38]. Eles concluem dizendo que a distribuição espacial da atenção visual difere na população de surdos e ouvintes, e que o padrão de resultados encontrados por eles suportam a proposta de que há uma modificação dos recursos atencionais do centro para a periferia em pacientes surdos.

Entretanto, os autores não atribuem essas diferenças encontradas em seus experimentos à prática de língua de sinais pelos surdos. Ao invés disso eles supõem parecer ser reflexos de modificações plásticas referentes à surdez precoce. Eles dizem que, enquanto a língua de sinais possa ser um fator que contribua para a modificação atencional periférica nos surdos, essa experiência não seria suficiente para levar a modificações em pessoas ouvintes. Segundo eles, parece que nem todas as experiências precoces que requeiram uma monitoração da região periférica levem a uma modificação de recursos atencionais para a periferia.

Com o objetivo de investigar a plasticidade neural resultante de privação auditiva precoce e uso de Língua de Sinais Americana (ASL), Ione Fine e colaboradores [11] mediram respostas a estímulos visuais em surdos sinalizadores, ouvintes sinalizadores e ouvintes não sinalizadores usando ressonância magnética funcional. Os autores não encontraram áreas visuais maiores ou mais responsivas em surdos comparados aos ouvintes. Eles mencionam não terem visto nenhuma diferença significativa na modulação atencional no córtex visual em surdos e ouvintes.

Segundo eles, esses dados sugerem que uma hipertrofia no córtex visual como resultado de privação auditiva pode ser muito limitada ou inexistente. Eles mencionam que possivelmente os estímulos que foram usados (estímulos bilaterais retinotópicos sem tarefa, e estímulos com movimento que cobriam uma área relativamente pequena no campo visual) podem não ter sido ideais para revelar diferenças entre ouvintes e surdos, ou que essas diferenças pudessem ser mascaradas pela grande variedade entre os grupos.

A área de Wernicke é amplamente conhecida por executar o processamento da compreensão da língua falada. Nesta mesma área ocorre a transdução de grafemas em signos lingüísticos. Ao se ler um texto tem-se a impressão ouvir a própria voz: isto é devido ao fato de que a área de Wernicke efetua processos de transduções auditivas provenientes do córtex auditivo - que se localiza entre a área de Wernicke e Broca - e das transduções dos grafemas processados pelo córtex visual. De uma forma mais simples, a área de Wernicke processa códigos lingüísticos provenientes de duas áreas importantes para a língua oral: códigos auditivos e visuais.

Quando se tratavam de pessoas que utilizavam um tipo de língua diferente da acústico-temporal (oral), como a língua viso-espacial (língua de sinais e leitura facial), especulava-se que essas pessoas poderiam processar linguagem em áreas diferentes das pessoas ouvintes. Como o processamento espacial e de movimentos se dá no córtex parietal direito, esta especulação se dirigia à possibilidade de que as pessoas surdas poderiam processar no hemisfério esquerdo a sua linguagem.

Há, segundo Mairéad MacSweeney e colaboradores [26], pelo menos duas versões de hipóteses em que o hemisfério direito possa estar envolvido no processamento da língua viso-espacial:

1. A primeira é que os mapas de coordenadas das relações espaciais sejam mais eficientemente acessados e reunidos no hemisfério direito que no esquerdo;
2. A segunda, que o hemisfério direito seja mais apto à coordenação e alinhamento de redes espaciais diferentes. Os autores se referem a pacientes com lesões no hemisfério esquerdo que têm prejuízos na compreensão de preposições espaciais (tais como

“em”, “sobre”), enquanto pacientes com lesões no hemisfério direito tem prejuízos em processar locais relativos em imagens espaciais.

Entretanto, Hitckock e colaboradores [21] realizaram um estudo no qual demonstraram que pessoas surdas que haviam sofrido lesões nas áreas clássicas de processamento de língua oral, a saber, as áreas de Wernicke e de Broca, apresentavam os mesmos sintomas afásicos dos ouvintes. Em outras palavras, surdos que apresentavam lesão na área de Broca - área responsável pela coordenação fonoarticulatória - ainda que apresentassem integridade muscular dos braços, mãos e rosto, não eram capazes realizar sinais com valor semântico. Classicamente uma afasia motora para sinais.

Este tipo de afasia tem as mesmas características em ouvintes com lesão na área de Broca: mesmo possuindo integridade muscular do aparelho fonoarticulatório, como lábios, língua, musculatura da face, das estruturas laríngeas e ainda que emitam sons vocais, são incapazes de produzir coordenação motora direcionada à fala. Em outras palavras, os pacientes não conseguem usar a coordenação fonoarticulatória para produzir fala.

Obviamente, os sinais e sintomas da afasia de Broca são muito mais amplos do que os tratados aqui.

Neste mesmo estudo, Hitckock e colaboradores [21] demonstraram que pessoas surdas com lesões no lobo temporal, mais especificamente na área de Wernicke, embora possuíssem integridade do sistema visual, apresentavam dificuldade em entender o significado dos sinais da língua de sinais, ainda que a língua de sinais tivesse sido adquirida desde a infância.

Esses sintomas são característicos de afasia de compreensão – ou afasia de Wernicke, semelhante aos apresentados por ouvintes com lesões na mesma área (Wernicke). Ouvintes com lesão na área de Wernicke, ainda que apresentem integridade do sistema auditivo, não conseguem fazer a decodificação e atribuir significado aos sons da fala de outras pessoas, mesmo considerando que essas pessoas, obviamente, se comunicavam com linguagem oral desde a infância.

Kozue Saito, Mika Otsuki e Satoshi [44] relataram a história de um japonês que ficou surdo aos 18 meses de idade, antes de desenvolver a fala. Filho de ouvintes aprendeu a língua de sinais japonesa em uma comunidade para pessoas surdas durante o período escolar. Sua educação formal era feita com leitura facial, fonogramas japoneses (Kanã) e morfogramas (Kanji). Ele podia se comunicar com pessoas ouvintes usando leitura e escrita. Aos 72 anos de idade, vítima de uma embolia cardíaca, sofreu uma lesão no lobo occipital esquerdo, e, como consequência, apresentou uma afasia motora substancial para a língua de sinais. Os autores sugeriram que isto pode indicar uma possibilidade de outras localizações de plasticidade.

Kuniyoshi L. Sakai e colaboradores [45] mencionaram que ainda há muitas questões sem respostas sobre a assimetria e a lateralização funcional dos dois hemisférios tanto na neurociência clínica como básica. Geralmente se acredita que o processamento de linguagem é mais lateralizado para o hemisfério esquerdo. Entretanto, estudos recentes com RMF mostraram que o processamento de ASL recrutou áreas corticais bilaterais em ouvintes e surdos - ambos os grupos de sinalizadores nativos - enquanto que o processamento de inglês escrito estava lateralizado para o

hemisfério esquerdo. Deve-se notar que para os surdos sinalizadores a ASL era a primeira língua (L1) e inglês escrito, a segunda (L2). Eles mencionam que outro estudo com RMF reportou ativação cortical bilateral para o processamento de ASL, mas sem evidência de modificações no recrutamento do hemisfério direito em língua de sinais quando comparados à condição de fala audiovisual. Neste estudo, eles encontraram ativações do hemisfério esquerdo dominante envolvendo as regiões frontais e têmporo-parietais em todas as condições testadas [45].

Estes achados demonstram que, embora o tipo de língua utilizada pelos surdos possua parâmetros característicos de processamento no lobo parietal do hemisfério direito - processamento de movimentos no espaço, por exemplo - a língua de sinais utiliza o circuito Wernicke-Broca no hemisfério esquerdo, e possivelmente o giro de Heschl (córtex auditivo).

Segundo o que se pretende verificar neste estudo, pode-se sugerir que ao realizar uma atividade que exija um pensamento coerente, ainda que a tarefa não contenha valor semântico explícito, essas áreas possam ser ativadas durante a elaboração desta tarefa.

Em relação ao córtex auditivo, regiões do lobo temporal em ambos os hemisférios, em pessoas ouvintes está envolvido no processamento de estímulos auditivos e também poderia ser ativado no processamento de linguagem em conjunto com a área de Wernicke e Broca. Considerando uma pessoa surda congênita, com ínfima recepção sonora - como, por exemplo, em casos de perdas maiores de 75 dB - o que aconteceria com essa área cortical?

A hipótese é que a região do córtex auditivo, considerada unimodal, poderia ser ativada, mesmo no caso de pessoas surdas, ao elaborarem uma

estratégia para desempenhar uma tarefa, ainda que sem contexto semântico. Ou seja, o córtex auditivo também poderia estar envolvido no processamento de linguagem, e poderia ser ativado durante o processamento do pensamento.

Como visto anteriormente, a utilização de língua oral habilitaria muito mais um indivíduo a um processamento temporal do que outro que fizesse uso de língua de sinais, embora a mesma área possa estar envolvida neste tipo de processamento.

Ativações do córtex auditivo no surdo pode ser uma representação de uma plasticidade cruzada decorrente do tipo de experiência que o sujeito é submetido desde cedo, como o tipo de linguagem utilizada, por exemplo. Se fosse possível afirmar que a experiência estimula este tipo de plasticidade cruzada, e ao ser constatado que tal afirmação fosse verdadeira, então também se poderia supor que ao se estimular precocemente um indivíduo portador de determinada deficiência, provavelmente, sem tratamento invasivo, seja possível fazer com que determinada função possa ser executada a despeito de determinada patologia.

1.3: Processamento Temporal

Dentre os vários aspectos já estudados do funcionamento auditivo, um dos menos explorados tem sido o processamento temporal auditivo. Moore [29] o define como sendo a percepção de sons que variam com o tempo, especialmente no que se refere aos limites da capacidade de se detectar mudanças com o tempo. A variável “tempo” é importante na percepção dos sons como a fala e a música, porque a maior parte da informação que estes sons transportam está contida em suas variações ao longo do tempo. É também importante para alguns aspectos da localização de sons no espaço.

O processamento temporal tem dois aspectos principais:

1. A Resolução Temporal (ou acuidade) refere-se à capacidade de se detectar mudanças nos estímulos ao longo do tempo, por exemplo, detectar uma interrupção breve entre dois sons, ou detectar alguma forma de modulação em um som.
2. A Integração temporal (ou somação) refere-se à capacidade do sistema auditivo de combinar a informação apresentada ao longo de um tempo para aumentar a detecção ou discriminação de estímulos. Moore [29].

A resolução temporal depende de dois processos: a análise do padrão temporal que ocorre em cada canal de frequência (análise temporal intra-canal) e a comparação dos padrões temporais dos vários canais auditivos ativados a cada momento (análise temporal inter-canais).

Segundo Moore [28], tais canais se referem às características de filtragem do sistema auditivo periférico. A cóclea comporta-se como um conjunto de filtros (filtros auditivos), que separam os componentes de um sinal complexo em canais, afinados com diferentes frequências fundamentais. A análise temporal pode ser considerada como o resultado destes dois processos principais.

Willott [50] afirma que as perdas auditivas neurossensoriais são freqüentemente associadas a um desempenho precário de tarefas de processamento temporal em sujeitos jovens.

Conclusões semelhantes foram obtidas por Snell e Frisina [47], ao compararem o reconhecimento de linguagem com a detecção de interrupções em faixas amplas de frequências de som. Tais autores examinaram as relações entre as diferenças associadas à idade na detecção de interrupções e reconhecimento de palavras em sujeitos com audição normal ou com perda auditiva moderada (jovens com idade entre 17 e 40 anos, média de 26,4 anos; idosos entre 61 e 82 anos, média de 68,3 anos).

Diante de ruídos com frequências superiores a 1 kHz ou 6 kHz e intensidade de aproximadamente 80 dB, os idosos apresentaram limiares mais altos que os jovens. Os autores apontaram a ocorrência de mudanças no processamento auditivo que aconteceriam durante toda a vida adulta, iniciando-se as alterações de sensibilidade temporal décadas antes do surgimento de déficits no reconhecimento de palavras. Estes dados demonstram a íntima ligação entre o sistema auditivo e o processamento temporal Snell e Frisina [47].

2. Objetivos:

Verificar se há ativação de áreas lingüísticas - como as áreas de Wernicke e Broca (hemisfério esquerdo), suas áreas homólogas no hemisfério direito, e córtex auditivo, assim como o giro de Heschl (córtex auditivo), colículos superiores e inferiores e hipocampo - ao se apresentar uma tarefa sem contexto semântico explícito na tentativa de propor que:

1. Quando o cérebro humano precisa elaborar estratégias para executar determinada atividade, em primeira instância, recruta parâmetros primários de linguagem.
2. A ativação de áreas como o Giro de Heschl em pessoas surdas poderia representar uma plasticidade cruzada dependente da experiência, como o tipo de linguagem utilizada, por exemplo.
3. O melhor desempenho de determinada tarefa em pessoas com deficiências sensoriais não estão compensadas por outros sentidos e serão mais facilmente executadas se estas tarefas possuírem os parâmetros físicos primários do tipo de linguagem utilizada pelo sujeito.

Capítulo 2 – Psicofísica.

A psicofísica é uma sub-disciplina da psicologia que estuda a relação entre estímulos físicos e os seus correlatos subjetivos ou a sua percepção.

A psicofísica utiliza a apresentação de determinados estímulos – que podem ser auditivos, táteis ou visuais – enquanto se colhe uma resposta. Esta resposta pode ser, por exemplo, o Tempo de Reação (TR), que pode ser medida através da movimentação dos olhos (Tempo de Reação Ocular - TRO), ou das mãos (Tempo de Reação Manual - TRM).

2.1. Inibição de Retorno:

Quando um estímulo ocorre inesperadamente na periferia do campo visual, atrai automaticamente a atenção para a sua posição (atenção exógena ou *Bottom-up*). Isto ocasiona uma **facilitação** na detecção de alvos que apareçam nesta posição após intervalos temporais inferiores a 100-150ms. Por outro lado, observa-se um efeito oposto: um retardo na detecção dos alvos subsequentes que ocorram na mesma posição estimulada após intervalos temporais longos (300 ms ou mais) - Posner e Cohen [36]. Este fenómeno é denominado **Inibição de Retorno** ("Inhibition of Return" - IOR).

O fenómeno de Inibição de Retorno (IOR) é encontrado em testes psicofísicos com Tempos de Reação Manual Simples (TRMS). Posner e Cohen [36] verificaram que um estímulo visual periférico (Pista) pode produzir dois efeitos opostos (facilitação ou inibição) no tempo de reação manual (TRM) a um alvo visual. A facilitação (redução do TRM) foi

observada quando o alvo acendia na mesma localização da pista (ipsilateral) após um intervalo temporal curto (menor ou igual a 150ms).

Esse efeito tinha curta duração e era substituído por uma inibição (aumento do TRM) quando o alvo era apresentado com um intervalo temporal de 300ms ou mais após o acender da pista. Em outras palavras, pode-se verificar que inicialmente ocorre uma facilitação no hemisfério ipsilateral à pista (facilitação precoce) e a seguir uma inibição deste hemisfério em relação ao contralateral. Essa inibição pode durar até 1.500-2.000ms - Guimarães-Silva [19].

Os efeitos do primeiro estímulo sobre os TRM variam de acordo com a natureza da pista - Gawryszewski e colaboradores [15]. O primeiro estímulo (pista) pode possuir um significado preditivo sobre o local de ocorrência do estímulo alvo (pista informativa), ou a relação da pista com o alvo pode ser aleatória (pista não informativa), ou seja, a pista não informa o local de aparecimento do estímulo alvo.

Posner e Cohen [36] demonstraram a influência de pistas periféricas não informativas sobre a detecção de estímulos alvos através de testes com reação manual simples. Seguindo este paradigma, Gawryszewski e colaboradores [15] e Carvalho [6] demonstraram que os tempos de reação manual para um alvo visual periférico podem ser diminuídos ou aumentados por uma pista prévia não informativa ocorrendo em diferentes posições dentro do mesmo hemisfério visual.

Os autores viram que o acender de uma pista ipsilateral provocava uma facilitação em intervalos curtos (100ms), mas inibição em intervalos longos (800ms) entre a pista e o alvo.

Ao contrário, o apagar de uma pista ipsilateral costuma produzir uma inibição, independente do intervalo entre o apagar da pista e o aparecimento do alvo levar menos ou mais tempo.

2.3. Materiais e métodos (Psicofísica):

2.3.1. Sujeitos:

2.3.1.1 - Ouvintes

Os sujeitos:

1. Deviam possuir acuidade visual normal ou corrigida por lente de contato. Para testar a acuidade visual foi utilizado o teste Freiburg *Visual Acuity*. Este teste é distribuído gratuitamente na internet através do site: <http://www.michaelbach.de/fract/index.html>.
2. Deviam ser destros. Todos responderam ao questionário de *Oldfield*. Sinistros não foram recrutados.
3. Não podiam fazer uso regular de medicamentos e não conheciam o propósito do experimento.

2.3.1.1 – Surdos:

O início da surdez geralmente se revela mais claramente na idade de aquisição de linguagem. A surdez pré-linguística (precoce) acontece antes de a pessoa haver adquirido linguagem. Segundo Norihiro Sadato e

colaboradores [43], pessoas ouvintes adquirem linguagem antes dos cinco anos de idade.

Amy C. MacPherson e colaboradores [25], em um estudo com IOR em crianças e adolescentes, sugerem que o controle executivo (Sistema Nervoso Central) se aperfeiçoa consideravelmente dos 4-5 anos até os 11-12 anos de idade e então permanece consistente durante a adolescência e a vida adulta.

Os grupos compostos por pessoas surdas deveriam satisfazer aos mesmos critérios que os grupos controle e, além disso:

1. Portar surdez congênita, ou que a tivessem adquirido até o período máximo de quatro anos de idade;
2. Portar perda dos tipos: Neurosensorial ou Anacusia.
3. Portar grau de disacusia em ambas as orelhas, em média tritonal nas frequências de 500 Hz, 1 kHz e 2 kHz igual ou superior a 75 dB, seguindo os critérios do padrão ANSI, com classificação audiológica de "severamente profunda" a "profunda";
4. Tivessem iniciado o aprendizado de LS (Língua de Sinais) pelo menos até os 12 anos de idade ¹.
5. Serem usuários de comunicação predominantemente por LBS (Língua Brasileira de Sinais) ².

^{1 e 2} : Os critérios 4 e 5 não foram usados com rigor para o grupo experimental esloveno.

2.3.2: Procedimentos.

Esta sessão inclui apenas os materiais e métodos utilizados nos testes psicofísicos. Os procedimentos para a técnica de RMF estão descritas no Capítulo 3.

Componentes usados nos experimentos psicofísicos I, II e III (Block Design):

1. Ponto de fixação: Uma cruz que aparecia centro da tela ($0,5^\circ$ de largura e altura) e permanecia acesa durante todo o teste, até o aparecimento do Feed-Back.
2. Alerta: Quadrado ($0,5^\circ$ de lado) em volta do ponto de fixação.
3. Pista: Quadrado com $0,5^\circ$ de lado, ocorrendo 8° à esquerda e/ou à direita do PF.
4. Alvo: Quadrado com $1,0^\circ$ de lado, ocorrendo 5° à esquerda ou à direita do PF.
5. *Feedback*: Demonstração na tela - em milissegundos (ms) - do tempo que o sujeito havia levado para efetuar a resposta, ou informação de erro.

Os componentes eram escuros (pretos) e apresentados sobre uma tela clara (cinza). Os experimentos eram compostos por seis tipos de testes:

Fig. 2.1a.

Fig. 2.1b.

Figura 2.1. Pistas Unilaterais. A figura 2.1a demonstra testes com acender de pistas enquanto que a 2.1b, testes com apagar das pistas.

1. Acender Ipsilateral: O ponto de fixação aparecia na tela. Após 1.200 ms, a pista acendia de forma randômica 8° à esquerda ou à direita do ponto de fixação, juntamente com o Alerta, e ambos permaneciam na tela por um intervalo de 100 ou 800 ms. Após o intervalo, o alvo aparecia a 5° no mesmo hemisfério que a pista e permanecia aceso até que houvesse uma resposta, ou até 1000 ms se não houvesse ocorrência de resposta (figura 2.1a).

2. Acender Contralateral: O ponto de fixação aparecia na tela. Após 1.200 ms, a pista acendia de forma randômica 8° à esquerda ou à direita do ponto de fixação, juntamente com o Alerta, e ambos permaneciam na tela por um intervalo de 100 ou 800 ms. Após o intervalo, o alvo aparecia a 5° no hemisfério contralateral à pista e permanecia aceso até que houvesse uma resposta, ou até 1.000 ms se não houvesse ocorrência de resposta (figura 2.1a).

3. Apagar Ipsilateral: O ponto de fixação aparecia na tela. Após 500 ms, a pista acendia de forma randômica 8° à esquerda ou à direita do ponto de fixação e permanecia na tela por 700 ms. Após este intervalo, a pista apagava ao mesmo tempo em que se acendia o alerta. Após 100 ou 800 ms o alvo aparecia a 5° no mesmo hemisfério que a pista e permanecia aceso até que houvesse uma resposta, ou até 1.000 ms se não houvesse ocorrência de resposta (figura 2.1b).

4. Apagar Contralateral: O ponto de fixação aparecia na tela. Após 500 ms, a pista acendia de forma randômica 8° à esquerda ou à direita do ponto de fixação e permanecia na tela por 700 ms. Após este intervalo, a pista apagava ao mesmo tempo em que se acendia o alerta. Após 100 ou 800 ms o alvo aparecia a 5° no hemisfério contralateral à pista e permanecia aceso até que houvesse uma resposta, ou até 1.000 ms se não houvesse ocorrência de resposta (figura 2.1b).

5. Acender Bilateral: O ponto de fixação aparecia na tela. Após 1.200 ms, a pista acendia a 8° simultaneamente à esquerda e à direita do ponto de fixação, juntamente com o Alerta, e ambos permaneciam na tela por um intervalo de 100 ou 800 ms. Após o intervalo, o alvo aparecia a 5° à direita ou à esquerda do PF e permanecia aceso até que houvesse uma resposta, ou até 1.000 ms se não houvesse ocorrência de resposta (Fig. 2.2a).

6. Apagar Bilateral: O ponto de fixação aparecia na tela. Após 500 ms, a pista acendia 8° simultaneamente à esquerda e à direita do ponto de fixação e permanecia na tela por 700 ms. Após este intervalo, as pistas apagavam ao mesmo tempo em que se acendia o alerta. Após 100 ou 800 ms a pista aparecia a 5° à esquerda ou à direita do PF e permanecia acesa

até que houvesse uma resposta, ou até 1.000 ms se não houvesse ocorrência de resposta. (Fig. 2.2b)

Fig. 2.2a.

Fig. 2.2b.

Figura 2.2. Pistas Bilaterais. A figura 2.2a demonstra testes com acender de pistas enquanto a 2.2b testes com apagar das pistas.

Os tipos de testes resultavam nos seguintes fatores:

1. **Campo:** esquerdo e direito;
2. **Intervalo:** Tempo entre pista e alvo: 100 ms e 800 ms;
3. **Tipo:** acender e apagar;
4. **Condição:** ipsilateral, contralateral e bilateral.

Vale ressaltar que, durante o estudo inicial (Experimento I) a condição bilateral era utilizada para verificar se os fenômenos de facilitação ou inibição tinham cunho atencional ou sensorial. Divergências teóricas entre correntes de estudos psicofísicos discordam em premissas básicas em relação a essas considerações. À medida que o estudo foi se distanciando do objetivo de verificar a gênese dos fenômenos de facilitação ou inibição

de retorno em si, esta condição deixou de ser analisada. Na coleta dos dados, entretanto, a condição bilateral foi incluída, haja vista que, no desdobramento do trabalho, caso seja haja interesse, os dados estão disponíveis.

Antes da realização dos testes, as instruções eram fornecidas verbalmente para os ouvintes e em língua de sinais para os surdos, com exceção do grupo experimental para RMF como será descrito abaixo.

Além disto, as instruções também foram apresentadas por escrito na tela do computador em português, quando os testes eram realizados no Brasil, e em Esloveno, quando realizados na Eslovênia. As instruções eram:

1. Manter o olhar fixo no ponto de fixação (PF) durante todo o teste.
2. Não responder às pistas laterais.
3. Pressionar uma tecla com o indicador direito o mais rápido possível ao aparecimento do alvo.

2.3.2.1: Experimento I:

O experimento I foi realizado em uma sala escura e com atenuação sonora. Os participantes apoiavam a cabeça em um suporte de frente e mento e eram orientados a mantê-la o mais estável possível. Esta posição garantia uma distância de 57 cm entre os olhos do sujeito e a tela do computador. A esta distância, 1º corresponde a 1 cm. Foi utilizado um microcomputador 386, o qual utilizava o programa MEL (*Micro Experimental*

Laboratoy) Versão 2. Este programa apresentava os estímulos e armazenava os Tempos de Reação Manual (TRM).

Quatro blocos apresentavam randomicamente as variações de campo, tipo e condição.

Trinta e Três sujeitos ouvintes e 13 surdos participaram deste experimento. Os sujeitos deviam pressionar uma tecla posicionada à sua frente e ao centro, utilizando o indicador direito, o mais rápido possível ao aparecimento do alvo.

Os participantes deveriam olhar para o PF durante todo o teste. Com o objetivo de verificar se os sujeitos mantinham os olhos fixos, foi usado um sistema (*Eye Tracking*, Modelo 210 – *Applied Science Laboratories*) que utiliza um emissor de raios infravermelhos, os quais eram refletidos pela esclera e captados por dois detectores localizados à direita e à esquerda do emissor. Este sistema era acoplado ao apoiador de frente e mento e era ajustado manualmente para cada sujeito.

Na parede posterior ao sujeito foi fixada uma câmera *Philco Hitashi*, Modelo PVK-1000 que focalizava o monitor do computador e enviava a imagem para o sistema de televisão. Este sistema recebia a imagem proveniente do *Eye-tracking* e as imagens da câmera, de forma que o sinal indicando a posição do olho era sobreposto ao sinal do monitor. Desta forma, observava-se a realização do teste em uma sala que não a de testes.

Os testes eram realizados em duas sessões, com intervalo mínimo de quatro horas entre elas. Cada sessão era composta de 4 blocos com 84 testes cada, totalizando 376 testes. O quinto bloco constituía a repetição e correção dos testes com erros cometidos pelos sujeitos. Cada bloco tinha uma duração de aproximadamente 5 minutos. Ao final de cada bloco era

dados um intervalo de aproximadamente 1 minuto para que os sujeitos pudessem descansar. Realizava-se uma nova calibração da posição dos olhos antes de se prosseguir com o próximo bloco. A duração de cada sessão era de aproximadamente 30 minutos. A primeira sessão era considerada como treinamento e não era incluída nas análises.

Os erros eram corrigidos ao final de cada sessão, porém não era aceito um número maior que 10%, tendo um sujeito sido eliminado deste experimento por ter atingido este valor.

Dois erros poderiam acontecer:

1. **Antecipação:** caracterizado pelo pressionamento da tecla em um tempo inferior a 100 ms.
2. **Resposta Lenta:** Os sujeitos tinham 1.000 ms (1 segundo) para pressionar a tecla. Após este tempo sem resposta, a tentativa era inválida.

Após haverem pressionado a tecla, o computador mostrava aos sujeitos (*Feedback*) o tempo que levaram para pressionar a tecla, ou as mensagens de "Antecipada" ou "Lenta". Esta apresentação demorava 1.000 ms.

2.3.2.2: Experimento II (Intervalos Temporais Fixos)

O experimento com Intervalos Temporais Fixos foi realizado em uma sala escura e com atenuação sonora. Os participantes apoiavam a cabeça em um suporte de frente e mento e eram orientados a mantê-la o mais

estável possível. Esta posição garantia uma distância de 57 cm entre os olhos do sujeito e a tela do computador. A esta distância, 1º corresponde a 1 cm. Foi utilizado um microcomputador 386, o qual utilizava o programa MEL (*Micro Experimental Laboratory*) Versão 2. Este programa apresentava os estímulos e armazenava os Tempos de Reação Manual (TRM).

Quatro blocos apresentavam randomicamente as variações de campo, tipo e condição. Em dois blocos, o intervalo entre pista e alvo era **fixo** em 100 ms. Os dois outros blocos tinham os mesmos estímulos, porém com intervalos entre pista e alvo **fixos** em 800 ms.

O objetivo era, de fato, promover uma diminuição nos TRM, e por isso não foram adicionados *Catch Trials* – apresentações nas quais não há o aparecimento do alvo, e para tal tipo de tentativa, nenhuma resposta deve ser dada.

Treze sujeitos ouvintes e 13 surdos participaram do Experimento II. Metade dos sujeitos iniciou os testes com blocos de intervalos fixos em 100ms, e outra metade com intervalos fixos em 800ms, intercaladamente.

Os sujeitos deviam pressionar uma tecla posicionada à sua frente e ao centro, utilizando o indicador direito, o mais rápido possível ao aparecimento do alvo.

Os participantes deveriam olhar para o PF durante todo o teste. Com o objetivo de verificar se os sujeitos mantinham os olhos fixos, foi usada uma câmera digital que enviava a imagem dos olhos do sujeito para um aparelho de TV em outra sala, a qual era observada pelo experimentador.

Os testes foram realizados em uma única sessão, composta de 4 blocos com 84 testes cada (dois com intervalos curtos – fixos em 100 ms, e dois com intervalos longos fixos em 800 ms), totalizando 336 tentativas. O

quinto bloco constituía a repetição e correção dos erros cometidos nos testes. Cada bloco tinha uma duração de aproximadamente 5 minutos. Ao final de cada bloco era dado um intervalo de aproximadamente 1 minuto para que os sujeitos pudessem descansar. A duração de cada sessão era de aproximadamente 30 minutos.

Antes de iniciarem os testes, os sujeitos realizavam um pequeno treinamento, quando respondiam à apresentação randômica de 20 tentativas.

Dois erros poderiam acontecer:

1. **Antecipação:** caracterizado pelo pressionamento da tecla em um tempo inferior a 100 ms.
2. **Resposta Lenta:** Os sujeitos tinham 1.000 ms (1 segundo) para pressionar a tecla. Após este tempo sem resposta, a tentativa era inválida.

As tentativas com erros eram corrigidas ao final de cada sessão, porém não era aceito um número maior que 10%. Nenhum sujeito atingiu tal valor.

Após haverem pressionado a tecla, o computador mostrava aos sujeitos (*Feedback*) o tempo que levaram para pressionar a tecla, ou as mensagens de "Antecipada" ou "Lenta". Esta apresentação demorava 1.000 ms.

2.3.2.3. Experimento III - RMF (*Block Design*):

Este estudo foi realizado na Faculdade de Medicina na Universidade de Ljubljana – Eslovênia. Nove sujeitos ouvintes e 8 surdos participaram do experimento III (*Block Design*). O número de sujeitos (n) e a média de idade dos sujeitos dos três experimentos estão mencionados na Tabela 2.1. As médias das idades do grupo Experimento III (*Block Design*) são maiores que os grupos anteriores. O mesmo se deve ao fato de, na Eslovênia, a maioria de pessoas que se apresentavam para o teste, a convite da Clínica de Otorrinolaringologia do Hospital Central de Ljubljana, era aposentada. Desta forma, no grupo controle também foram incluídas pessoas idosas.

Tabela 2.1. Descrição dos estudos psicofísicos realizados durante o trabalho especificando o N (Número de sujeitos) e a média de idade dos sujeitos em cada etapa.

EXPERIMENTO		N	Idade (média em anos)
Experimento I	Controle	33	25,9
Experimento I	Controle	13	23,7
Tempos fixos	Controle	13	26,1
Tempos fixos	Experimental	13	21,4
Block Design	Controle	9	38,3
Block Design	Experimental	8	39,7

O protocolo para Inibição de Retorno utiliza uma latência temporal extremamente curta – uma média de 2 a 3 segundos para cada teste. A técnica de RMF necessita de uma latência mínima de 3 segundos. Isto posto, seria impossível registrar precisamente fenômenos que ocorrem numa latência temporal muito menor, como a Inibição de Retorno que, como mencionado anteriormente se inicia entre 150-300ms e dura por aproximadamente 1.000 ms – Guimarães-Siva [19].

Para sanar o problema, houve uma modificação na apresentação dos estímulos, seguindo o modelo de Desenho de Bloco (*Block Design*), como descrito a seguir. O experimento foi dividido em 8 programas distintos, como descrito na tabela 2.2.

Tomando como modelo o Programa 1, constante na tabela 2.2, a condição ipsilateral com pista acesa e intervalo entre pista e alvo de 100 ms no campo esquerdo era apresentada repetidamente 5 vezes. Logo após essa seqüência seguia um intervalo de 12 segundos, no qual nenhum estímulo era apresentado e o sujeito permanecia parado. Após este momento sem estímulos, era apresentada a condição contralateral, com pista acesa, intervalo de 100 ms, no campo esquerdo repetidamente por 5 vezes, seguida de mais um intervalo de 12 segundos. Finalmente, a condição bilateral, com pista acesa, intervalo de 100 ms, no campo esquerdo também era apresentada repetidamente por 5 vezes e ocorria mais um intervalo de 12 segundos. Estas seqüências de estímulos foram apresentadas 3 vezes cada uma.

O mesmo aconteceu nos programas de 1 a 8. O tempo de duração do teste era de aproximadamente 5 minutos para cada programa. Não havia um período formal de intervalo entre um programa e outro para que os

sujeitos pudessem descansar, além do tempo necessário utilizado para a mudança de programas. Cada sujeito demorava aproximadamente 45 minutos para responder aos testes, totalizando 360 tentativas.

Antes de iniciarem os testes, os sujeitos realizavam um pequeno treinamento, quando respondiam à apresentação de 20 tentativas.

Tabela 2.2. Tabela demonstrativa dos oito programas apresentados durante a realização de Ressonância Magnética Funcional e as características dos estímulos visuais apresentados em cada um deles. Abreviaturas: Ipsilat. = Ipsilateral; Contral. = Contralateral; e Bilat. = Bilateral.

Programa 1	Condição	Tipo	Intervalo	Campo
	Ipsilat.	Acender	100ms	Esquerdo
	Contral.	Acender	100ms	Esquerdo
	Bilat.	Acender	100ms	Esquerdo

Programa 2	Condição	Tipo	Intervalo	Campo
	Ipsilat.	Apagar	100ms	Esquerdo
	Contral.	Apagar	100ms	Esquerdo
	Bilat.	Apagar	100ms	Esquerdo

Programa 3	Condição	Tipo	Intervalo	Campo
	Ipsilat.	Acender	100ms	Direito
	Contral.	Acender	100ms	Direito
	Bilat.	Acender	100ms	Direito

Programa 4	Condição	Tipo	Intervalo	Campo
	Contral.	Apagar	100ms	Direito
	Ipsilat.	Apagar	100ms	Direito
	Bilat.	Apagar	100ms	Direito

Programa 5	Condição	Tipo	Intervalo	Campo
	Ipsilat.	Acender	800ms	Esquerdo
	Contral.	Acender	800ms	Esquerdo
	Bilat.	Acender	800ms	Esquerdo

Programa 6	Condição	Tipo	Intervalo	Campo
	Ipsilat.	Apagar	800ms	Esquerdo
	Contral.	Apagar	800ms	Esquerdo
	Bilat.	Apagar	800ms	Esquerdo

Programa 7	Condição	Tipo	Intervalo	Campo
	Ipsilat.	Acender	800ms	Direito
	Contral.	Acender	800ms	Direito
	Bilat.	Acender	800ms	Direito

Programa 8	Condição	Tipo	Intervalo	Campo
	Contral.	Apagar	800ms	Direito
	Ipsilat.	Apagar	800ms	Direito
	Bilat.	Apagar	800ms	Direito

Dois erros poderiam acontecer:

1. **Antecipação:** caracterizado pelo pressionamento da tecla em um tempo inferior a 100ms.
2. **Resposta Lenta:** Os sujeitos tinham 1.000 ms (1 segundo) para pressionar a tecla. Após este tempo sem resposta, a tentativa era inválida.

Neste experimento os erros não eram reapresentados no final de cada sessão. Eram descartados para efeito de análise. Não era aceito um número maior que 10%. Nenhum sujeito atingiu tal valor.

Após haverem pressionado a tecla, o computador mostrava aos sujeitos (*Feedback*) o tempo que levaram para pressionar a tecla, ou as mensagens de "Antecipada" ou "Lenta" (em esloveno). Esta apresentação demorava 1.000 ms.

Um microcomputador que utilizava o programa MEL (*Micro Experimental Laboratory*) Versão 2, enviava os estímulos através de um projetor para uma tela branca posicionada logo abaixo dos pés do sujeito dentro da sala de RMF. A figura 2.3 apresenta o equipamento de 3 Teslas utilizado nos testes.

Os sujeitos eram posicionados dentro do equipamento e tinham as cabeças imobilizadas por um aparato de espuma dentro de um capacete. O capacete era dotado de um jogo de espelhos que permitia que os sujeitos tivessem visão dos estímulos apresentados na tela branca logo abaixo de seus pés.

Durante o teste, as luzes internas da sala eram apagadas, assim como as do equipamento. Todos os sujeitos – inclusive os surdos – utilizavam um abafador de som para atenuar os ruídos emitidos pelo aparelho.

Em relação ao tamanho dos estímulos, estes eram projetados na tela mencionada anteriormente. Como a imagem era vista através de um jogo de espelhos, não se pode afirmar que os estímulos tinham exatamente 0,5º (pista) ou 1,0º (alvo), mas que se aproximavam bastante destes valores.

Os sujeitos deviam pressionar um botão, utilizando sua mão direita, o mais rápido possível ao aparecimento do alvo. Este botão pertencia a um dispositivo dotado de fibra ótica, que transmitia os TRM para o microcomputador, onde os dados eram armazenados.

Os participantes deviam olhar para o PF durante todo o teste. Durante este experimento, não foi possível fazer registro de movimentos oculares.

Vale ainda esclarecer que os participantes do grupo experimental para RMF, como dito anteriormente, eram, em grande parte, pessoas aposentadas. A história dos surdos no mundo retrata um período – até metade do século XX – no qual a língua de sinais foi oficialmente abolida das escolas e instituições para surdos, inclusive, sua utilização foi oficialmente proibida por quase um século, principalmente se tratando da Europa.

Por esse motivo, a maioria dos surdos que participaram deste experimento não fazia uso da língua de sinais, mas leitura facial. Este fato representou certo problema em relação à uniformidade de instrução da realização dos testes, pois os mesmos faziam uso de língua oral em Esloveno.

Fig. 2.3. Foto do equipamento de Ressonância Magnética Funcional de 3.0 Teslas. O sujeito era colocado na cama, uma tela branca era posicionada logo abaixo dos seus pés. Nesta tela eram projetados os estímulos visuais que determinam o momento em que o sujeito devia, com o dedo indicador direito, apertar o botão de um dispositivo posicionado em sua mão para o registro dos Tempos de Reações Manuais (TRM). O dispositivo enviava para o PC as respostas via cabos de fibra óptica.

Para o grupo controle, as instruções eram dadas oralmente em Inglês, e traduzidas para Esloveno por um intérprete nativo. No grupo experimental, alguns surdos que faziam leitura facial eram bilíngües em língua oral – Esloveno e Alemão.

Assim, alguns surdos receberam informações traduzidas do inglês por um nativo esloveno e faziam leitura facial. Outros recebiam as instruções

em alemão diretamente do experimentador, também com leitura facial. Surdos que faziam uso de língua de sinais recebiam instruções em Língua de Sinais Eslovena (SSL) quando havia disponibilidade de intérprete para língua de sinais, ou em Gestuno quando tais intérpretes não estavam disponíveis.

Como em todos os outros experimentos, as instruções também foram apresentadas por escrito na tela do computador antes da realização do experimento (neste caso, em esloveno), como demonstrado abaixo:

1. Med celotno preiskavo fiksiraj pogled na kriz!
2. Ne glej majhnega kvadratka!
3. Ko se pojavi velik kvadrat, hitro pritisni

Assim como nos experimentos anteriores:

1. Manter o olhar fixo no ponto de fixação (PF) durante todo o teste.
2. Não responder às pistas laterais.
3. Pressionar uma tecla com o indicador direito o mais rápido possível ao aparecimento do alvo.

2.4. Resultados dos testes de psicofísica:

Quando os sujeitos pressionavam a tecla, o TRM era armazenado pelo PC. No final dos testes, em todos os experimentos, foram calculadas medianas dos TRM para cada combinação dos fatores:

1. **Campo:** esquerdo e direito;
2. **Intervalo:** 100 ms e 800 ms;
3. **Tipo:** acender e apagar; e
4. **Condição:** ipsilateral, contralateral e bilateral.

Em todos os experimentos estas medianas foram submetidas a uma Análise de Variância (*One-way ANOVA – Genereal Linear Mode*). O nível de significância adotado foi $P < 0,05$. A condição ipsilateral é sempre tomada como base de referência. Nos experimentos, embora as condições bilaterais tenham sido testadas e armazenadas, não foram levadas em conta durante a análise, como mencionado na sessão de materiais e métodos.

2.4.1. Resultados Psicofísicos (Experimento I):

O presente estudo é a continuidade do estudo realizado durante o mestrado, no qual o paradigma de Inibição de Retorno foi utilizado para verificar as diferenças atencionais entre pessoas ouvintes e surdas – Carvalho [6]. Naquele estudo as apresentações eram completamente randômicas, assim como, obviamente, os intervalos temporais entre pistas e alvos.

A figura 2.4 demonstra o resultado de 33 sujeitos ouvintes que participaram do Experimento I. Os fenômenos mencionados foram encontrados e demonstrados nessa figura, como segue: Tomando como referência a condição ipsilateral, pode-se observar que na condição Acender, em intervalos curtos (100 ms) o TRM foi menor do que na condição contralateral (**facilitação**). Por outro lado, na condição Apagar com intervalo curto (100 ms), o TRM para a condição ipsilateral era maior do que para a condição contralateral (**inibição**). Porém, nos intervalos longos (800 ms), tanto na condição acender como na condição apagar os TRM para os alvos ipsilaterais eram maiores (inibição).

Isto demonstra que os fenômenos clássicos foram reproduzidos: Uma facilitação e três inibições – Carvalho [6].

Fig. 2.4. Interação: Intervalo * Tipo * Condição. Resultados obtidos durante a primeira fase de experimentação através de teste psicofísico, o paradigma de Inibição de Retorno. N = 33. Na abscissa, Tempos de Reação Manual (TRM) em milissegundos (MS). Na ordenada, os resultados de pistas Ipsilaterais,

Contralaterais e Bilaterais, respectivamente em intervalos curtos (100 ms) e longos (800 ms), com pistas acesas e apagadas. Grupo Controle. Os resultados mostram uma facilitação na condição ipsilateral, 100 ms, acender, e três inibições nos três demais casos, tomando como ponto de comparação condições ipsilaterais. Note que nas condições nas quais o intervalo era longo (800 ms) os Tempos de Reação Manual (TRM) foram bastante reduzidos. $P = 0,001$ Os marcadores indicam o erro padrão - Carvalho [6].

A pergunta neste estudo era se os surdos apresentariam os fenômenos de inibição e facilitação. Se não apresentassem demonstraria um modelo atencional possivelmente diferente do grupo controle.

O mesmo protocolo, portanto, foi apresentado para 13 pessoas surdas no Experimento I – Carvalho [6].

Figura 2.5: Interação: Intervalo * Tipo * Condição. Resultados obtidos durante a primeira fase de experimentação com teste psicofísico - paradigma de Inibição de Retorno. $N = 13$. Na abscissa, Tempos de Reação Manual (TRM) em milissegundos (ms). Na ordenada, os resultados de pistas Ipsilaterais,

Contralaterais e Bilaterais, respectivamente em intervalos curtos (100 ms) e longos (800 ms), com pistas acesas e apagadas. Grupo Experimental – surdos. Os resultados mostram uma facilitação (ipsilateral, 100 ms, acender) e três inibições nos três demais casos, considerando-se as condições ipsilaterais, assim como encontrado no grupo controle. Entretanto, no grupo experimental não houve redução dos Tempos de Reação Manual (TRM) nas condições em que o intervalo era longo (800 ms). $P = 0,125$. Os marcadores indicam o erro padrão. - Carvalho [6].

Tomando a condição ipsilateral como referência, se observa na figura 2.5 que os surdos também apresentaram TRM menores para a condição ipsilateral com acender de pista em intervalos curtos (100 ms) comparados à condição contralateral, ou seja, uma facilitação, assim como o grupo controle.

Na condição apagar em intervalos curtos (100 ms), o grupo experimental também apresenta uma inibição: TRM maiores na condição ipsilateral comparadas com a contralateral, assim como o grupo controle.

Os TRM nos intervalos longos também foram mais longos para as condições ipsilaterais em relação às contralaterais tanto para o acender quanto para o apagar das pistas, tal qual o grupo controle.

De fato os dois grupos apresentaram os mesmos fenômenos. Ambos evocaram os fenômenos de facilitação ou inibição nas mesmas condições. Ao se olhar inicialmente, não houve diferença entre os dois grupos. Porém se for observado, nos intervalos longos o grupo controle apresentou TRM significativamente menores em relação ao TRM para testes com intervalo temporal curto entre pista e alvo, diferente do grupo experimental.

Esta redução nos TRM no grupo controle pode ter sido devida ao fato de os sujeitos desse grupo provavelmente terem se beneficiado do intervalo temporal, no qual a pista demorava a aparecer (800 ms), para realizar uma programação motora. Este fato pode justificar os TRM mais curtos nesta condição.

Isto também pode prever que os ouvintes percebiam que após um intervalo curto de tempo não tendo aparecido a pista, seria eminente o seu aparecimento a 800 ms. Em outras palavras, provavelmente a percepção temporal proporcionava uma programação motora para a resposta antes que o alvo aparecesse, o que fazia com que os TRM diminuíssem, diferente do grupo experimental.

Ora, o fato de os sujeitos serem instruídos a pressionarem o botão o mais rápido que pudessem, os desafiava a elaborar uma estratégia que diminuísse ao máximo os TRM. Provavelmente o fator temporal fosse o principal parâmetro que servisse de base para que tal redução nos TRM fosse possível.

O fato de o fator temporal ser o principal parâmetro físico no qual os sujeitos ouvintes e surdos poderiam se basear para melhorar o desempenho nesta tarefa, e ainda, o fator temporal ser um parâmetro primário no tipo de linguagem utilizada pelo grupo controle (língua oral), pode justificar o melhor desempenho do grupo controle comparado ao grupo experimental.

2.4.2. Resultados Psicofísicos (Experimento II - Intervalos Temporais Fixos):

No Experimento I – Carvalho [6], os surdos não apresentaram TRM menores para alvo que aparecia em intervalos longos (800ms), comparados ao TRM para alvos que apareciam com intervalos curtos. Isto levou a sugerir que os surdos não obtiveram vantagem deste intervalo temporal para aumentar a habilidade em responder em menos tempo, como aconteceu com o grupo controle. Ou seja, possivelmente os surdos não se preparavam para responder antes do aparecimento do alvo.

Esses resultados levaram a questionar se o fator temporal seria um parâmetro facilitador dos TRM para este tipo de teste. Considerando que as pistas apresentadas não eram informativas, e que não havia uma seqüência lógica que levasse o sujeito a prever o aparecimento do alvo (nem quanto ao local, nem quanto ao momento), o componente de facilitação para uma diminuição dos TRM poderia ser a fixação do fator temporal.

Em outras palavras, a apresentação totalmente previsível dentro de uma janela temporal, poderia favorecer a resposta, e conseqüentemente, diminuir o TRM. Portanto, se o alvo não aparecesse em um intervalo muito curto (100 ms), ele aparecia a 800 ms.

Uma forma de demonstrar que o fator temporal funcionaria como possível favorecedor era tomar uma medida para que a diminuição dos TRM fosse mais aparente: os intervalos entre pista e alvo passariam a ser fixos.

Assim, o paradigma anterior foi mantido: as apresentações seriam feitas aleatoriamente, porém com intervalos temporais fixos. O teste foi aplicado a 13 sujeitos ouvintes e 13 surdos. Em dois blocos os sujeitos

responderiam à apresentação dos mesmos estímulos visuais com intervalos temporais fixos em 100 ms. Nos outros dois blocos, o mesmo padrão foi mantido, mas os intervalos seriam fixos em 800 ms, como descrito na sessão de materiais e métodos.

Vale frisar que os TRM só seriam menores se os sujeitos se ajustassem ao ritmo de aparecimento dos estímulos. Se os surdos não se beneficiam do tempo para melhorar o seu desempenho, ou seja, diminuir o TRM, poderia não haver diferença nos resultados independente de os intervalos serem aleatórios ou fixos.

2.4.2.1: Grupo Controle:

Ao pressionar a tecla, o TRM era armazenado pelo PC. No final dos testes, as medianas dos TRM foram calculadas para cada combinação dos fatores CAMPO (esquerdo/direito), Intervalo (100 ms/800 ms), TIPO (acender/apagar), e CONDIÇÃO (ipsilateral/contralateral/bilateral). Estas medianas foram submetidas a uma Análise de Variância (ANOVA) com os fatores CAMPO (esquerdo/direito), Intervalo (100 ms/800 ms), TIPO (acender/apagar), e CONDIÇÃO (ipsilateral/contralateral). A tabela 2.3 apresenta os valores das medianas para cada condição.

Tabela 2.3: Valores das medianas calculadas para o grupo Controle, Experimento II
- Intervalos Temporais Fixos (P = 0,293).

Medianas dos valores obtidos		
Intervalo/Tipo de pista	Ipsilateral	Contralateral
Curto – Acesa	232ms	240ms
Curto - Apagada	258ms	239ms
Longo – Acesa	293ms	263ms
Longo – Apagada	290ms	275ms

No grupo controle, os fatores que influenciaram significativamente os tempos de reação foram:

1. Campo (P = 0,030); e
2. Condição (P = 0,028).

A única interação significativa foi:

1. Campo * Condição (P = 0,034).

Diferente do primeiro experimento, a tripla interação (Intervalo * Tipo * Condição) não apresentou um valor significativo para o grupo controle (P = 0,293). Mesmo assim será utilizada para efeito de comparação dos fenômenos encontrados neste paradigma.

A figura 2.6 mostra os resultados obtidos com a modificação do paradigma, na qual os estímulos eram apresentados de forma aleatória, porém em intervalos temporais fixos por bloco (100 ms e 800 ms).

Assim como era esperado, o grupo controle apresentou médias consideravelmente menores de TRM quando comparadas ao Experimento I, o fenômeno de facilitação (condição com pistas acesas em intervalos curtos fixos (100 ms), e inibição (nas demais condições) permaneceram, embora não tão robustos como no Experimento I. Sugere-se que este resultado possa ser atribuído ao fato de os sujeitos terem percebido que os alvos apareciam sempre no mesmo intervalo e, de certa forma, certo ritmo foi adquirido.

*Fig. 2.6. Interação: Intervalo * Tipo * Condição. Resultados obtidos no Experimento II, utilizando o mesmo teste psicofísico, o paradigma de Inibição de Retorno. N = 13. Neste experimento, os intervalos temporais entre pista e alvos eram fixos. Na abscissa Tempos de Reação Manual (TRM) em milissegundos (ms). Na ordenada, os resultados de pistas Ipsilaterais, Contralaterais e Bilaterais, respectivamente em intervalos curtos (100 ms) e longos (800 ms), com pistas acesas e apagadas. Grupo Controle. Os resultados mostram*

fenômenos de facilitação (ipsilateral, 100 ms, acender) e inibições nos três demais casos, considerando-se as condições ipsilaterais, ainda que menos robustos comparados ao Experimento I. Pelo fato de os intervalos temporais entre pista e alvo serem fixos, houve uma sensível diferença entre os Tempos de Reação Manual (TRM) no grupo controle, comparado ao experimento anterior. $P = 0,293$. Os marcadores indicam o erro padrão.

Este experimento não apresentou um aumento no número de erros por antecipação. A média de ocorrência deste tipo de erro para cada sujeito era, em média, de dois a três vezes nas 360 tentativas para ambos os grupos.

2.4.2.2: Grupo Experimental:

O mesmo procedimento realizado para o grupo controle foi feito com o grupo experimental. Ou seja, no final dos testes as medianas dos TRM foram calculadas para cada combinação dos fatores CAMPO (esquerdo/direito), Intervalo (100 ms/800 ms), TIPO (acender/apagar), e CONDIÇÃO (ipsilateral/contralateral/bilateral). Estas medianas foram submetidas a uma Análise de Variância (ANOVA) com os fatores CAMPO (esquerdo/direito), Intervalo (100 ms/800 ms), TIPO (acender/apagar), e CONDIÇÃO (ipsilateral/contralateral). A tabela 2.4 apresenta os valores das medianas para cada condição.

Tabela 2.4: Valores das medianas calculadas para o grupo experimental do experimento II - Intervalos Temporais Fixos ($P = 0,087$).

Medianas dos valores obtidos		
Intervalo/Tipo de pista	Ipsilateral	Contralateral
Curto – Acessa	441ms	457ms
Curto - Apagada	420ms	386ms
Longo – Acesa	454ms	493ms
Longo – Apagada	447ms	437ms

A ANOVA mostrou que apenas um fator influenciou significativamente os TRM:

A única interação significativa foi:

1) Tipo * Condição ($P = 0,006$).

A tripla interação Intervalo * Tipo * Condição também não apresentou interação significativa ($P = 0,087$), como nos experimentos anteriores realizados com pessoas surdas. Porém, para efeito de comparação com os resultados anteriores, tal interação também será apresentada. Dados representados na figura 2.7.

*Fig. 2.7. Interação: Intervalo * Tipo * Condição. Resultados obtidos no Experimento II, utilizando o mesmo teste psicofísico, o paradigma de Inibição de Retorno. N = 13. Neste experimento, os intervalos temporais entre pista e alvos eram fixos. Na abscissa Tempos de Reação Manual (TRM) em milissegundos (MS). Na ordenada, os resultados de pistas Ipsilaterais, Contralaterais e Bilaterais, respectivamente em intervalos curtos (100 ms) e longos (800 ms), com pistas acesas e apagadas. Grupo Experimental – Surdos. Os resultados mostram fenômenos de facilitação e inibições, considerando-se as condições ipsilaterais, ainda que menos robustos comparados ao Experimento I. Entretanto, como se esperava, o grupo experimental (surdos) não apresentou Tempos de Reação Manual (TRM) menores que o Experimento I, denotando que o grupo não obteve vantagem dos intervalos temporais regulares entre pista e alvo. $P = 0,087$. Os marcadores indicam o erro padrão.*

O fenômeno de facilitação na condição acender com intervalo fixo de 100 ms foi encontrado, assim como as inibições nas condições de pistas apagadas com intervalos fixos curtos (100 ms) e longos (800 ms).

Surpreendentemente, porém, nas condições com pistas acesas em intervalos longos se encontrou uma facilitação neste grupo, embora não tenham apresentado TRM menores em nenhuma das condições, comparados ao Experimento I. Ainda, nas condições com pistas apagadas em intervalos longos, o fenômeno de inibição foi reproduzido, como em todos os outros experimentos.

Os resultados do Experimento II com intervalos temporais fixos sugerem que os surdos não obtiveram vantagem do tempo e se prepararem para a resposta antes de visualizarem o alvo. Em outras palavras, se pode supor que os surdos ficavam na expectativa do aparecimento do estímulo visual que o beneficiasse, não levando em conta a apresentação rítmica obtida com a fixação do intervalo temporal entre as pistas e o alvo, não apresentando, assim, TRM menores.

Como dito na sessão de resultados do grupo controle, o Experimento II não apresentou um aumento no número de erros por antecipação comparada ao Experimento I. A média de ocorrência deste tipo de erro para cada sujeito era, em média, de dois a três vezes nas 360 tentativas para ambos os grupos.

2.4.3. Resultados do Experimento III – RMF (Block Design).

2.4.3.1: Grupo Controle:

O mesmo procedimento do experimento anterior foi realizado para o grupo controle para RMF. No final dos testes as medianas dos TRM foram calculadas para cada combinação dos fatores CAMPO (esquerdo/direito), Intervalo (100 ms/800 ms), TIPO (acender/apagar), e CONDIÇÃO (ipsilateral/contralateral/bilateral). Estas medianas foram submetidas a uma Análise de Variância (ANOVA) com os fatores CAMPO (esquerdo/direito), Intervalo (100 ms/800 ms), TIPO (acender/apagar), e CONDIÇÃO (ipsilateral/contralateral). A tabela 2.5 apresenta os valores das medianas para cada condição.

Tabela 2.5: Valores das medianas calculadas para o grupo controle do Experimento III – RMF (Block Design). $P = 0,005$.

Medianas dos valores obtidos		
Intervalo/Tipo de pista	Ipsilateral	Contralateral
Curto – Acessa	298ms	310ms
Curto - Apagada	274ms	309ms
Longo – Acesa	270ms	282ms
Longo – Apagada	270ms	280ms

No grupo controle, apenas um fator influenciou significativamente os tempos de reação:

1) Condição ($P = 0,001$).

A única interação significativa foi:

1) A tripla interação: Intervalo * Tipo * Condição ($P = 0,005$).

Neste grupo, pode-se observar que, embora todos os fatores do experimento tenham sido apresentados de forma fixa, os sujeitos não apresentaram TRM tão rápidos quanto os do Experimento II com Intervalos Temporais Fixos, também não houve uma incidência maior de erros por antecipação.

*Fig. 2.8. Interação: Intervalo * Tipo * Condição. Resultados obtidos no Experimento III – RMF (Block Design), utilizando o mesmo teste psicofísico, o paradigma de Inibição de Retorno. $N = 9$. Neste experimento todas as condições eram apresentadas de forma fixa e sem apresentação de Catch Trial. Na abscissa Tempos de Reação Manual (TRM) em milissegundos (ms). Na ordenada, os resultados de pistas Ipsilaterais, Contralaterais e Bilaterais, respectivamente em*

intervalos curtos (100 ms) e longos (800 ms), com pistas acesas e apagadas. Grupo Controle. O fato de todas as condições serem fixas pode ter promovido facilitação nos Tempos de Reação Manual (TRM) para todas as condições. As Inibições não foram encontradas. $P = 0,005$. Os marcadores indicam o erro padrão.

Assim como foi citado na sessão de materiais e métodos, a média de idade dos grupos deste experimento era maior do que as dos grupos testados até então. Para verificar se a idade influenciou os tempos de reação, os grupos foram divididos por idade: O grupo de jovens compreendia a faixa etária de 18 a 38 anos (faixa etária utilizada nos experimentos anteriores), e o grupo de idosos abrangia os sujeitos acima de 38 anos de idade – figura 2.9.

Fig. 2.9. Comparação dos Tempos de Reação Manual entre os sujeitos jovens (18 a 38 anos – $n = 3$) e idosos (acima de 38 anos – $n = 6$) que fizeram parte do grupo controle (Experimento III – RMF - Block Design). Note que os Tempos de Reação Manual (TRM) para a população jovem são menores que o da população de idosos. A média dos TRM para a população jovem se equipara às encontradas nos experimentos I e II, nos quais a população que participava dos experimentos possuía idade entre 18 e 38 anos. Os marcadores indicam o erro padrão.

Como pode ser visto, os TRM dos sujeitos jovens foram semelhantes aos obtidos nos experimentos anteriores. Em contrapartida, o grupo de

idosos apresentou TRM maiores. Desta forma, o aumento do TRM pode ser atribuído à idade dos sujeitos, assim como se observa na literatura.

Em 2003, Amy C. MacPherson e colaboradores [25] realizaram um estudo com IOR utilizando crianças e adolescentes. Embora seu estudo tenha se voltado para verificar em que época a IOR começava a surgir, pode-se verificar que, à medida que a idade dos sujeitos aumentava, o tempo de reação diminuía, mostrando que a IOR poderia variar com a idade. Eles focaram as médias dos TRM e verificaram que em crianças com 20 a 26 semanas, a média dos TRM era de 450 a 875ms. Em crianças de 5 a 10 anos, a média era de 360 a 570ms. Em adolescentes de 11 a 17 anos as médias eram de TRM de 150 a 360ms.

No presente estudo, pode-se verificar que a média dos TRM também variou com a idade, de modo que, no grupo de jovens a média dos TRM foi de 200 a 250ms, enquanto que no grupo de idosos a média dos TRM era de 300 a 325ms. Há uma grande probabilidade de que a idade influencie nos TRM: à medida que o grupo vai se tornando mais idoso, os TRM tendam a ser mais lentos.

Sempre tendo como referência a condição Ipsilateral, verifica-se que o fenômeno de facilitação foi encontrado nos testes com acender de pista em intervalos temporais curtos (100 ms). Porém as três inibições clássicas não foram encontradas nos demais tipos de teste, ao invés disto somente facilitações.

Estes resultados podem ser atribuídos ao fato de que, não apenas o intervalo, mas todas as condições eram sempre fixas, a previsibilidade da apresentação dos alvos era evidente, o que pode ter conduzido a estas facilitações.

2.4.3.2: Grupo Experimental:

Como no grupo controle, no final dos testes as medianas dos TRM foram calculadas para cada combinação dos fatores CAMPO (esquerdo/direito), Intervalo (100 ms/800 ms), TIPO (acender/apagar), e CONDIÇÃO (ipsilateral/contralateral/bilateral). Estas medianas foram submetidas a uma Análise de Variância (ANOVA) com os fatores CAMPO (esquerdo/direito), Intervalo (100 ms/800 ms), TIPO (acender/apagar), e CONDIÇÃO (ipsilateral/contralateral). A tabela 2.6 apresenta os valores das medianas para cada condição.

Tabela 2.6: Valores das medianas calculadas para o grupo experimental do Experimento III, RMF (Block Design). $P = 0,456$.

Medianas dos valores obtidos		
Intervalo/Tipo de pista	Ipsilateral	Contralateral
Curto – Acessa	318ms	331ms
Curto - Apagada	289ms	328ms
Longo – Acesa	327ms	361ms
Longo – Apagada	324ms	341ms

Neste grupo vê-se que apenas um fator influenciou significativamente os tempos de reação:

- 1) Condição ($P = 0,006$).

Não houve interações significativas.

A tripla interação Intervalo * Tipo * Condição não apresentou resultados significativos ($P = 0,456$), como os experimentos I e II realizados com pessoas surdas – Fig. 2.10.

Fig. 2.10. Interação: Intervalo * Tipo * Condição. Resultados obtidos no Experimento III - RMF (Block Design), utilizando o mesmo teste psicofísico, o paradigma de Inibição de Retorno. $N = 8$. Neste experimento todas as condições eram apresentadas de forma fixa e sem apresentação de Catch Trial. Na abscissa Tempos de Reação Manual (TRM) em milissegundos (ms). Na ordenada, os resultados de pistas Ipsilaterais, Contralaterais e Bilaterais, respectivamente em intervalos curtos (100 ms) e longos (800 ms), com pistas acesas e apagadas. Grupo Experimental - Surdos. Assim como no grupo controle, as inibições não foram encontradas. $P = 0,456$. Os marcadores indicam o erro padrão.

Para verificar se nesse grupo também houve diferença nos TRM para jovens e idosos, o procedimento feito com o grupo controle foi realizado para o grupo Experimental. Assim, sujeitos de 18 a 38 anos (jovens) foram separados daqueles mais velhos que 38 anos (idosos). A figura 2.11 mostra

o resultado, demonstrando que, também no grupo experimental, o TRM era maior para as pessoas idosas do que no grupo dos jovens.

Fig. 2.11. Comparação dos Tempos de Reação Manual entre os sujeitos jovens (18 a 38 anos, $n = 5$) e idosos (acima de 38, $n = 3$) que fizeram parte do grupo experimental. Assim como no grupo controle, os Tempos de Reação Manual (TRM) para a população jovem são menores que o da população de idosos. Também, a média dos TRM para a população jovem se equipara às encontradas nos experimentos anteriores, quando a população que participava dos experimentos possuía idade entre 18 e 38 anos. Os marcadores indicam o erro padrão.

O grupo experimental jovem, assim como no controle jovem, apresenta TRM menores do que os idosos, o que se está de acordo com o fato de que a idade dos sujeitos colabora para um aumento no tempo de reação também para pessoas surdas.

O fenômeno de facilitação foi encontrado nos testes com acender de pista em intervalos temporais curtos (100ms) assim como no grupo controle. De igual forma, o grupo experimental não apresentou as três inibições clássicas nos demais tipos de teste, ao invés disto somente facilitações.

Em resumo, neste experimento também foi possível observar que o grupo experimental demonstrou resultados muito semelhantes ao grupo controle. Isto pode indicar a semelhança dos processos atencionais dos dois grupos.

Além disso, os resultados psicofísicos encontrados no grupo experimental estão de acordo com os padrões encontrados nos Experimentos I e II, o que sugere estar compatível com a possibilidade de que os parâmetros adotados para o desempenho de uma tarefa sejam aqueles parâmetros primários do tipo de linguagem utilizada.

2.5. Discussão sobre os testes psicofísicos:

Qi Chen e colaboradores [7] especulam se a mudança de orientação espacial em pessoas surdas afeta os diferentes estágios do processamento cognitivo de formas diferentes que em pessoas ouvintes, o que resultaria em diferentes padrões de comportamento entre estas populações.

Segundo os autores, o processo de seleção da atenção pode ocorrer em diferentes estágios do processamento de informações, e os processos de orientação espacial podem interagir de formas diferentes na seleção da atenção em diferentes estágios. Além disso, a saliência perceptual do estímulo exógeno (*bottom-up*) pode desempenhar um papel em determinar como os recursos atencionais são distribuídos no espaço e qual estágio do processamento da informação a seleção da atenção age.

Para verificar se a modificação da habilidade de orientação espacial em pessoas surdas afeta a seleção da atenção em diferentes estágios do processamento cognitivo, Qi Chen e colaboradores [7] combinaram a

manipulação da IOR com o paradigma de “*Flanker*” unilateral, no qual o alvo é apresentado na região central e é acompanhado por um “*flanker*”, ou na periferia com pista, ou no local oposto sem pista. Usando testes com detecção periférica, eles testaram se sujeitos surdos e ouvintes diferem em sua atenção periférica e na velocidade em responder aos estímulos periféricos.

Segundo eles, a ativação da resposta não pode apenas começar antes de ser completado o processamento perceptual, sugerindo que a média de detecção (TR) para alvos periféricos era muito mais rápida em sujeitos surdos do que em ouvintes.

Ao contrário destes achados, neste trabalho os surdos não apresentaram resultados mais rápidos que os ouvintes em nenhum dos três experimentos. Pode-se sugerir que:

1. No experimento realizado por Qi Chen e colaboradores [7], como será demonstrado abaixo, os alvos estavam na periferia. Em nosso caso, o alvo estava na região central. Somente as pistas estavam na região periférica. Ainda assim as pistas, mesmo na região periférica, influenciaram de igual forma os dois grupos.
2. Em relação às pistas periféricas, neste estudo, as pistas estavam localizadas a 8° do centro. Talvez esta distância ainda possa ser considerada central, no caso de pessoas surdas. Posteriormente, novos estudos devem ser feitos para se verificar se há uma diferença na extensão da região atencional atendida como central em pessoas surdas (Jason Proksch e colaboradores [38]; Daphne Bevalier e colaboradores [11]).

3. No estudo de Qi Chen e colaboradores [7], apenas quando os recursos atencionais foram forçadamente distribuídos para a periferia pelo aumento da proporção de testes com detecção na periferia, os sujeitos ouvintes tiveram o mesmo desempenho que sujeitos surdos. Nas tarefas de detecção periférica, os dois grupos de sujeitos no estudo feito por eles mostraram efeitos de IOR significantes e equivalentes. Os sujeitos surdos, entretanto eram muito mais rápidos para detectar os alvos periféricos do que os ouvintes em relação à validade da pista. Neste experimento, havia uma regularidade, na qual todos os alvos eram precedidos por uma pista periférica não informativa, o que pode justificar a similaridade da influência destas pistas, porém ainda sem a diminuição dos TRM para quaisquer condições apresentadas, principalmente no grupo experimental.

No estudo de Qi Chen e colaboradores [7], em ambos os experimentos, os sujeitos surdos eram 56 ms mais rápidos do que os ouvintes ao responder a alvos periféricos enquanto que os efeitos de facilitação eram equivalentes para os dois grupos de sujeitos. Este resultado sugere que há dissociação entre o processamento perceptual precoce e a (re) orientação da atenção. Segundo esses autores, embora pessoas surdas e ouvintes possam diferir na disponibilidade de recursos atencionais periféricos e no seu impacto sobre o processamento perceptual precoce, os surdos não diferem grandemente em processos inibitórios de orientação atencional exógena.

A teoria de carga Perceptual da atenção enfatiza o papel da quantidade de recursos atencionais disponíveis em determinar o local da

seleção da atenção. Se há recursos atencionais sendo alocados na tarefa com distratores irrelevantes, a seleção atencional tardia acontece. Se todos, ou a maioria dos recursos atencionais são gastos no processamento com tarefas com informações relevantes, os recursos de seleção precoce da atenção ocorrem.

Daphne Bevalier e colaboradores [11] mencionam que na ausência da audição, sujeitos surdos utilizam a visão para orientar a entrada de novas informações e que isto pode resultar numa modificação da sensibilidade dos mecanismos de orientação visual. Eles [11] sintetizam que três aspectos de processamento de movimento e atenção a movimento podem ser desenvolvidos de forma diferente em pessoas surdas:

1. A lateralização do processamento de movimento como resultado de sinalização desde a infância;
2. Atenção visual periférica, e
3. Mecanismos de orientação como resultados da privação auditiva na infância.

De maneira interessante, a mesma tendência de lateralização para o hemisfério esquerdo vista em surdos sinalizadores tem sido vista em ouvintes que aprenderam ASL na infância, o que sugere que a lateralização do hemisfério esquerdo para processamento de movimento em surdos sinalizadores aparece com a aquisição de ASL ao invés de ser causado pela surdez em si - Neville e colaboradores [30]. É plausível que a co-ocorrência da análise de movimento (das mãos) e processamento de linguagem leve a

uma maior sensibilidade ao movimento no hemisfério esquerdo dominante da linguagem.

O objeto de estudo inicial deste trabalho era verificar se havia diferença nos níveis atencionais em grupos de pessoas que tenham sofrido determinada deficiência sensorial desde a infância com pessoas sem nenhum tipo de privação, neste caso, surdez.

O modelo empregado foi um teste de psicofísica que evoca dois tipos de fenômenos: Inibição de retorno ou facilitação. O interesse do trabalho não era compreender ou explicar tais fenômenos, mas utilizá-los como ferramenta de comparação.

O trabalho realizado durante o mestrado (Carvalho, [6]) demonstrou que o acender e o apagar de uma pista visual periférica não informativa provocava dois efeitos opostos (facilitação ou inibição) sobre os tempos de reação manual (TRM) para um alvo visual. Os dois grupos apresentaram resultados bastante semelhantes. Onde havia facilitação no grupo controle foi encontrada facilitação no grupo experimental e, da mesma forma, as mesmas inibições encontradas no grupo controle foram encontradas no grupo experimental. Estes dados estão de acordo com as afirmações de Chen e colaboradores [7] os quais afirmam que surdos não diferem de ouvintes em processos inibitórios. A figura 2.12 apresenta, lado a lado, os resultados dos dois grupos.

O detalhe mais surpreendente daquele experimento foi que, o grupo controle conseguia apresentar TRM menores – conseguiam ser mais rápidos – se o intervalo entre pista e alvo fosse mais longo (800 ms comparados a 100 ms). Este fato pôde sugerir que o grupo controle conseguia prever o aparecimento do alvo em um dado momento se acaso ele não houvesse

aparecido em um intervalo curto, e que provavelmente esta previsão pudesse estar baseada no tempo decorrido entre o acender (ou apagar) da pista e o aparecimento do alvo.

Em outras palavras, provavelmente o grupo de ouvintes conseguia se basear no tempo de aparecimento dos alvos. No intervalo longo, eles aparentemente conseguiam realizar uma programação motora independente de terem visto o alvo. Eles provavelmente conseguiam se basear no intervalo temporal para melhorar os seus tempos de reação.

*Figura 2.12: Figuras comparativas. Da esquerda para a direita, grupo controle e grupo experimental. Interação: Intervalo * Tipo * Condição. Observe que os Tempos de Reação Manual nos intervalos longos (800ms) foram bastante menores no grupo controle, enquanto que o grupo experimental apresenta TRM parecidos para intervalos curtos e longos. Os marcadores indicam o erro padrão.*

Ao se analisar a condição Campo (esquerdo e direito), não foi verificada lateralização hemisférica, ou seja, diferenças nos TRM para alvos apresentados tanto no hemiscampo direito como no esquerdo, como sugerem Neville e colaboradores [30].

Ao utilizar uma língua viso-espacial, o parâmetro visual é de suma importância para o grupo experimental. Se for considerado que o teste psicofísico empregado não possuía, em nenhum momento, estímulos com valores preditivos e ainda, que contivessem qualquer valor semântico, lingüístico ou sintático explícitos, e os sujeitos deveriam elaborar uma estratégia para aumentar o desempenho, supõe-se que a estratégia gerada era, por assim dizer, o pensamento, e esse se organiza através da linguagem.

Isto leva a supor que os parâmetros de base utilizados para a elaboração de determinada estratégia de execução de tarefa possam os mesmo parâmetros físicos do tipo de língua utilizada, assim como as áreas neurais recrutadas para a elaboração da estratégia seriam aquelas áreas classicamente conhecidas como responsáveis pelo processamento de linguagem.

Por assim dizer, pessoas surdas conseguiriam ser mais eficientes ao executar determinadas atividades cujos principais parâmetros físicos que compoñham a tarefa sejam visos-espaciais (visuais), enquanto que pessoas ouvintes teriam um desempenho maior em atividades cujos principais parâmetros físicos que compoñham a tarefa sejam têmporo-acústicos (temporais).

O Experimento II (Intervalo Temporal Fixo) tinha como objetivo evidenciar os intervalos temporais entre pista e alvo nos testes aplicados. A forma de se modificar o experimento, sem que sua estrutura fosse comprometida, era apresentar todos os estímulos de igual forma e teor em intervalos temporais fixos, como mencionado na sessão de materiais e métodos.

No Experimento II (Intervalo Temporal Fixo), os alvos apareceriam com uma constância bastante uniforme. Tal constância forneceria um certo ritmo, que, uma vez percebido, poderia facilitar a execução da tarefa (apertar o botão) o que possivelmente acarretaria na apresentação de TRM menores (mais rápidos). Se o tempo não fosse um dos parâmetros que servissem de base para a elaboração de uma estratégia que melhorasse o desempenho na tarefa, os TRM permaneceriam inalterados.

Assim, o resultado encontrado no Experimento II com intervalos temporais fixos evocou os fenômenos de facilitação e inibição, embora não fossem tão robustos como no Experimento I. Como esperado, o grupo controle apresentou MRT 86 ms menores quando comparados ao Experimento I.

O grupo experimental também apresentou os fenômenos de facilitação ou inibição de forma menos robusta, como o grupo controle. Entretanto, a média dos TRM para este teste não foi menor comparado ao grupo controle, pelo contrário, os surdos apresentaram médias 41 ms maiores, perfazendo uma diferença de 127 ms entre as médias dos TRM dos dois grupos.

Estes dados deixam claro que o grupo experimental não teve vantagem ao realizar o teste com tempos fixos, diferente do grupo controle. Em outras palavras, eles provavelmente não obtiveram vantagem com a regularidade temporal de apresentação dos alvos, e, desta forma, não melhoraram o desempenho nas respostas. Aparentemente não houve benefício trazido pela regularidade temporal (ritmo) na apresentação dos estímulos visuais para o grupo experimental.

O paradigma de Posner não apresenta, como mencionado anteriormente, contexto lingüístico explícito, e contém o parâmetro temporal como o provável principal parâmetro físico que se disponha como base para melhoria do desempenho na tarefa. Além disso, também evoca fenômenos atencionais clássicos.

Estão disponíveis na literatura paradigmas mais específicos verificar processamento temporal. Entretanto há descrições de autores que utilizaram o paradigma de inibição de retorno, com o qual verificaram Processamento de Ordem Temporal, como no artigo de Chiang-shan Ray Li e Shih-chieh Lin [8] intitulado Inibição de retorno em sacadas de ordem temporal (Inhibition of return in temporal order saccades). Estes autores mencionam que em estudos de julgamento de ordem temporal, o alvo ipsilateral à pista parecia preceder o contralateral, apesar de, na verdade, os dois aparecem ao mesmo tempo. Eles mencionaram que esse efeito facilitatório em condições ipsilaterais foi visto em intervalos temporais entre pista e alvo de aproximadamente 100 ms, mas após este intervalo não encontraram efeitos inibidores.

Esses autores mencionam que a despeito da origem perceptual da IOR, o engajamento do movimento dos olhos parece desempenhar um papel crítico em provocar esse fenômeno inibitório.

Baseados em seus resultados, Chiang-shan Ray Li e Shih-chieh Lin [8] sugerem que a IOR é observada em processamento percepto-motor apenas quando é necessária a realização de um movimento ocular. Para testar essa hipótese, eles realizaram um experimento com tarefas de ordem temporal no qual os sujeitos deviam realizar sacadas oculares (Tempo de Reação Ocular – TRO) em direção ao alvo: os sujeitos “julgavam” a ordem

temporal para antecipar as respostas. Os autores observaram uma IOR robusta nessas sacadas de ordem temporal.

No Experimento I, os sujeitos mantinham os olhos fixos no PF. Foi utilizado um eye-tracker, conforme especificado na sessão de Materiais e Métodos do Experimento I, que permitia ao experimentador verificar a presença de movimentos oculares, o que não acontecia. No Experimento II (Intervalos Temporais Fixos) também não havia sacadas oculares, e isto podia ser verificado pelos experimentadores através de uma câmera posicionada em frente aos olhos dos sujeitos, também como mencionado na sessão de Materiais e Métodos. No Experimento III - RMF (Block Design) não foi possível verificar se os sujeitos realizavam sacadas oculares enquanto se encontravam realizando o teste dentro do tomógrafo.

Entretanto, essa não parece ser uma justificativa para o fato de que os fenômenos de inibição não tenham sido tão robustos no experimento com intervalos temporais fixos, considerando que no Experimento I os sujeitos também mantinham os olhos fixos no PF e os fenômenos se apresentaram de forma categórica. Tampouco este argumento pode justificar a ausência de inibições em ambos os grupos durante a execução do Experimento III - RMF.

Ainda, como o objetivo deste trabalho é verificar se, ao se apresentar uma tarefa sem contexto semântico explícito há ativação de áreas lingüísticas e, propor que o cérebro, ao elaborar estratégias para executar determinada atividade, em primeira instância, recruta parâmetros primários de linguagem, encontrou nesse paradigma indicações – como a facilitação e a inibição de retorno – que servem como excelente forma de comparação.

Os três experimentos demonstraram que ambos os grupos - controle e experimental - foram capazes de executar a tarefa. Ambos apresentaram os mesmos fenômenos atencionais (facilitação ou inibição de retorno) nos três experimentos. Durante estes três experimentos, não foram verificadas diferenças nos fenômenos atencionais entre os surdos e ouvintes realizando a mesma tarefa.

Por outro lado, foi verificado que, nestes experimentos, os grupos experimentais não obtiveram vantagem do principal parâmetro físico que podia oferecer a possibilidade de um melhor desempenho, e este parâmetro (temporal) não era um parâmetro físico primário do tipo de língua que estes grupos utilizavam - a língua de sinais.

Há modelos de experimentos na literatura - Emmorey, K. e colaboradores [52] - como os de rotação mental, por exemplo, em que os surdos têm um desempenho muito melhor do que os ouvintes. Neste tipo de experimento, o parâmetro para se aumentar o desempenho na execução da tarefa, são pistas visuais (parâmetro primário na língua de sinais) no espaço.

Pode-se supor que, uma vez que o parâmetro visual seja um parâmetro secundário na língua oral, os ouvintes, de fato, podem ter desempenho pior que os surdos neste tipo de teste.

Estas considerações levam a crer que as diferenças nas habilidades entre os grupos podem não ocorrer devido à privação ou deficiência sensorial desde a infância em si, mas sim, que provavelmente sejam decorrentes do tipo da tarefa a ser executada pelos sujeitos correlacionada com o tipo de linguagem usada por eles. Ainda, pode-se supor que o que permita um melhor desempenho nestas tarefas seja uma atividade que

contenha parâmetros físicos iguais aos da linguagem que os sujeitos que as realizarão utilizam.

Estudos realizados por Parsons [33] mencionam áreas no córtex parietal superior direito como as responsáveis pela rotação mental de objetos. Segundo ele, experimentos com rotação mental de objetos provocam ativações no córtex parietal superior, como nos córtices occipital, temporal, entre outras áreas. As ativações no córtex parietal superior apareceram à direita, à esquerda e em ambos os lados, sugerindo que diferenças nos estímulos relativamente pequenas, tarefa ou estratégias empregadas nos estudos influenciam quais mecanismos estarão engajados no desempenho dessa tarefa.

Parsons [33] relata ainda que as tarefas de rotação mental requeiram de um a dois segundos de esforço sustentado, e tem aproximadamente 5 estágios seqüenciais. São eles:

1. Apresentação perceptual do estímulo;
2. Análise da diferença de orientação entre estímulo a ser girado e os objetos e usá-los para o plano de rotação;
3. Imaginação da rotação até que objeto e o alvo estejam próximos o suficiente para julgar se a forma se encaixa ou não;
4. Comparação das formas e tomada de julgamento;
5. Resposta.

Em resumo, o presente trabalho pretende supor que o fato de os surdos não terem apresentado um desempenho melhor que os ouvintes

nesta tarefa, não são indicativos de que os surdos sempre se desempenharão pior em relação aos ouvintes e que tal melhora ou piora no desempenho depende do tipo da tarefa apresentada.

Sabe-se que a privação ou deficiência do sentido auditivo desde o nascimento não faz com que o sujeito passe a enxergar melhor. O paradigma usado demonstrou que o padrão atencional entre os dois grupos não foi tão diferente um do outro, pois ambos apresentaram os fenômenos de facilitação ou inibição.

Neste trabalho, supõe-se que os ouvintes tiveram TRM menores que os surdos pelo fato de esta tarefa possuir parâmetros mais próximos à língua oral do que a dos surdos – língua de sinais.

O próximo passo foi verificar se, de fato, áreas neuronais clássicas de processamento de linguagem e de processamento atencional, como a Área de Wernicke e Broca, o córtex auditivo, os colículos (superiores e inferiores), estariam ativadas em ambos os grupos.

Para tal, foi utilizada a técnica de Ressonância Magnética Funcional (RMF) enquanto os sujeitos realizavam o teste de psicofísica.

Embora a técnica de RMF tenha uma excelente resolução visual, a latência de tempo para a aquisição de imagens é grande, ou seja, tem a desvantagem de não possuir boa resolução temporal. Tal fato aumentou a dificuldade de execução, visto que, o processamento temporal estava como um dos parâmetros de referência do teste.

Ao se elaborar o modelo de apresentação que deveria ser executado durante o imageamento, assim como descrito nos materiais e métodos, todas as condições de apresentação de estímulo foram completamente fixadas, de tal forma que uma condição que fosse responsável por uma

facilitação era apresentada em bloco de cinco tentativas e, de igual forma, as condições que evocassem inibição também seguissem o mesmo modelo.

Em outras palavras, as condições que evocariam facilitações seriam apresentadas repetidamente, uma após a outra, assim como aquelas que evocariam inibições.

A idéia inicial seria de que, havendo a evocação dos fenômenos, eles poderiam ser escaneados durante um grande período de tempo. Esta fixação, por outro lado, facilitou extremamente as respostas. Desta forma, sempre tomando como referência a condição ipsilateral, observamos que o grupo experimental apresentou facilitação em todos os tipos de condições.

Este resultado não representa surpresa, visto que todas as apresentações de estímulos eram totalmente previsíveis considerando todos os fatores:

1. Campo (esquerdo e direito);
2. Tipo (acesa e apagada);
3. Intervalo (100ms e 800ms) e;
4. Condição (ipsilateral e contralateral).

Os TRM em ambos os grupos foram maiores do que os encontrados nos experimentos I e II. Como foi demonstrado na sessão de resultados, tal fato pode ser atribuído ao aumento na média da faixa etária em ambos os grupos. Na sessão de resultados pode ser observado que, ao se separar e analisar os sujeitos da mesma faixa etária que os sujeitos experimentos I e II, o TRM é equivalente aos resultados encontrados. A figura 2.13 reapresenta os resultados lado a lado.

*Figura 2.13: Figuras comparativas. Esquerda, grupo controle e direita, grupo experimental. Interação: Intervalo * Tipo * Condição. Resultados obtidos durante a realização de Ressonância Magnética Funcional. Nenhum dos grupos apresentou inibições. Os Tempos de Reação Manual continuam diminuídos no grupo controle, diferente do grupo experimental. Os marcadores indicam o erro padrão*

No experimento III - RMF (Block Design) não foram encontrados fenômenos de inibição, ao invés disso, apenas fenômenos de facilitação. Duas hipóteses que poderiam explicar tal fato:

1. A primeira seria o fato de apenas neste experimento, por motivos logísticos, não ter sido possível introduzir no tomógrafo, dispositivos que pudessem permitir a observação se, de fato, os sujeitos estariam com o olhar fixo no ponto de fixação. Tal hipótese considerada Chiang-shan Ray Li e Shih-chieh Lin [8] não justifica de forma tão contundente o fato, se for levado em conta que os Experimentos I e II contaram com a possibilidade de se verificar se os sujeitos realizavam movimentos oculares durante o teste. Pode-se garantir que nestes dois os sujeitos mantinham os olhos fixos no ponto de fixação (PF) e apresentaram tantos os fenômenos de facilitação

quanto de inibição, diferente do Experimento III – RMF (Block Design).

2. Provavelmente seja mais razoável que, ao se considerar que todas as variáveis do experimento eram apresentadas de forma fixa, e repetidas cinco vezes cada uma, os sujeitos facilmente poderiam presumir o aparecimento da pista e do alvo, tanto no espaço, quanto no tempo. Tal previsão pode ter feito com que não fosse necessário variar o local da atenção durante o teste. Pelo contrário, a possibilidade de se alocar a atenção no exato local e momento do aparecimento do alvo era aleatório na primeira apresentação do alvo, mas representava uma possibilidade maior que 80% de chance nas outras quatro apresentações. Pode-se ainda questionar que, se esta hipótese fosse verdadeira, os surdos, com seus possíveis padrões atencionais diferentes dos ouvintes, poderiam apresentar resultados diferentes, pois, mesmo não tendo vantagem com o intervalo temporal fixo, a atenção estaria alocada em um determinado local do espaço, onde os alvos ocorriam com uma probabilidade de 80%, o que também não ocorreu.

Outra consideração muito importante a ser feita sobre o não aparecimento do fenômeno inibitório é a própria afirmação de Posner e Cohen [37] que aconselharam aos experimentadores a evitarem a apresentação de estímulos com perserveração, pois os mecanismos inibitórios eram evocados a partir de estímulos que seriam apresentados em locais previamente estimulados, forçando assim o sujeito a forçar sua

atenção a experimentar novos locais. Os resultados deste experimento parecem ter fortalecido as afirmações destes autores.

Apesar de não haver encontrado os fenômenos de inibição neste experimento, pode-se observar que ambos os grupos apresentaram TRM menores para intervalos curtos, que para intervalos longos, assim como demonstra a tabela 2.7, perfazendo uma diferença de 38ms para o grupo de ouvintes e 32ms para o de surdos.

Tabela 2.7: Comparação dos TRM entre os grupos Controle e Experimental na execução do teste psicofísico com RMF.

Intervalos Curtos		Intervalos Longos	
Grupo Controle	Grupo Experimental	Grupo Controle	Grupo Experimental
242 ms	426 ms	280 ms	458 ms

O grupo experimental também não apresentou os fenômenos de inibição, mas facilitação em todos os tipos de testes apresentados.

Uma observação importante que deve ser levada em consideração é que a maioria dos surdos que compuseram o grupo experimental ($\pm 60\%$) não utilizava língua de sinais. Isto significa que, ao se comunicarem, estes surdos utilizam recursos da língua acústico-temporal. Pelo fato de não se beneficiarem do som devido ao tipo de deficiência que apresentam, eles também utilizam variações das posições dos lábios e expressões faciais no emissor, o que é característico da língua viso-espacial, assim como mencionado no Capítulo 1 – considerações iniciais.

Como visto, o processamento do discurso audiovisual é sensível à estrutura da língua oral nativa. Uma explicação desse efeito pode estar no

fato de que as ações dos articuladores têm conseqüências visuais e auditivas que podem ser altamente correlacionadas com cada uma por causa das propriedades dos seus recursos comuns na vocalização do orador.

Dadas as altas correlações entre as características da variação temporal nos componentes visuais e auditivos, a fala e o discurso audiovisual podem ser compreensíveis mesmo quando as informações de um ou outro canal (visão e audição) possam estar lesadas - Gemma A. Calvert and Ruth Campbell [4].

Ora, se em suma, a leitura facial possa ser uma variação de análise de sinais, o fato de, ao falarem, surdos leitores faciais produzam sons com significados semânticos, não seria exagero supor que estes surdos leitores faciais também possam se beneficiar dos parâmetros da língua oral.

Um fato, porém, pode fazer diferença. Se ao realizar a leitura facial o emissor não deixar seu rosto bem à mostra, se por qualquer motivo algo se interpuser entre o emissor e o receptor, se o leitor facial desviar sua atenção para qualquer direção que não o rosto do emissor, parte do discurso poderá ser perdida.

Isto significa que mesmo fazendo uso da língua oral, leitores faciais necessitam de um padrão atencional visual muito mais dedicado do que um ouvinte, e nem um pouco diferente de um surdo sinalizador.

Mesmo pessoas ouvintes costumam voltar-se para a fonte sonora, tanto considerando língua, música ou ruídos. O fato de os surdos também não apresentarem o fenômeno de inibição não deveria ser atribuído à surdez, e sim à forma fixa da apresentação dos estímulos, ou seja, o tipo de tarefa, assim como foi atribuído aos ouvintes. Assim como o Experimento

III possa ter oferecido uma grande facilitação atencional para os ouvintes, assim também o foi para o grupo experimental, mais uma vez corroborando para a hipótese de que o sistema atencional é semelhante em ambos os grupos.

Nos três experimentos realizados neste estudo, o grupo experimental sempre apresentou os mesmos fenômenos atencionais que o grupo controle.

Capítulo 3 - Ressonância Magnética Funcional

3.1. A técnica de Ressonância Magnética Funcional (RMF).

No início da década de 90, o físico Seiji Ogawa trabalhava na Bell Laboratories, em Nova Jersey, quando descobriu, enquanto realizava estudos com animais, que a hemoglobina pobre em oxigênio era afetada por um campo magnético de forma diferente da hemoglobina rica em oxigênio. O físico percebeu que podia usar estes contrastes na quantidade de oxigênio do sangue para mapear as imagens da atividade cerebral em um exame normal de RM.

A ideia básica por trás da descoberta de Ogawa foi proposta há mais de meio século antes pelo químico Linus Pauling. Na década de 30, Pauling descobriu que a reação do sangue rico em oxigênio e do sangue pobre em oxigênio à força de um campo magnético era diferente em até 20%. Na ressonância magnética funcional, a localização dessas diferenças permite determinar as regiões corticais que estão sendo irrigadas por sangue supondo que as mesmas estão mais ativas.

O imageamento por Ressonância Magnética (RM) é uma técnica que pode ser usada para determinar a quantidade de certos átomos em vários locais do corpo. Tornou-se uma ferramenta importante nas neurociências porque pode ser empregada de forma não invasiva para obter imagens detalhadas do sistema nervoso, particularmente do encéfalo. A RM se destaca pela flexibilidade, rapidez e resolução espacial.

O princípio da ressonância magnética se baseia na quantificação dos átomos de hidrogênio, presentes na água ou nos lipídios, por exemplo. O

núcleo do átomo de hidrogênio é composto por um único próton. Este próton pode existir em dois estados: ou em alta energia, ou em baixa energia. Como os átomos de hidrogênio são abundantes no encéfalo, existem muitos prótons em cada um destes estados. A base da ressonância magnética é fazer os prótons passarem de um estado para outro.

A ressonância magnética (RM) utiliza informações de como os átomos de hidrogênio no encéfalo respondem a modificações em um intenso campo magnético. A geração de sinal ocorre da seguinte forma: o paciente é submetido a um campo magnético homogêneo e de alta intensidade - um grande ímã: um campo magnético 500.000 vezes maior que o campo magnético da terra.

A energia é adicionada aos prótons passando-se ondas eletromagnéticas (no caso, sinais de rádio) entre os dois pólos do campo magnético enquanto o sujeito se encontra no tomógrafo.

Os núcleos do hidrogênio comportam-se como pequenos magnetos. Seus spins se alinham em uma direção paralela ao campo magnético gerado pelo aparelho. A aplicação de um pulso de ondas de rádio-freqüência fornece energia que, ao ser absorvida, faz com que esses núcleos ampliem o ângulo de precessão em torno do eixo do campo. Em outras palavras, quando o sinal de rádio está ajustado para a freqüência correta, os prótons de baixa energia absorvem a energia do sinal e saltam para o estado mais energético.

A freqüência na qual os prótons absorvem energia é chamada de freqüência de ressonância. Quando os sinais de rádio são desligados, alguns prótons voltam para o estado de baixa energia, emitindo seus próprios sinais eletrômetros em uma determinada freqüência. Este sinal é captado

por um receptor eletrômetro. Quanto mais forte o sinal, mais átomos de hidrogênio estão presentes entre os pólos magnéticos.

Os sinais eletromagnéticos emitidos pelos átomos são detectados e formam um arranjo de um mapa do encéfalo. A informação obtida com a varredura por RM pode ser usada para a construção de uma imagem notavelmente detalhada do encéfalo inteiro.

Mais recentemente surgiu a possibilidade de se obter informações dinâmicas das atividades cerebrais utilizando a ressonância magnética. Essa técnica ficou conhecida como Ressonância Magnética Funcional RMF – mundialmente conhecida como fMRI (do inglês, functional Magnetic Resonance). A RMF fornece uma medida indireta do aumento local da atividade neuronal em resposta a estímulos sensoriais durante a realização de tarefas motoras e mentais.

Durante a atividade neural, há uma modificação do fluxo sanguíneo em direção ao local onde a sinapse está ocorrendo, ou seja, o fluxo sanguíneo é aumentado no local onde a sinapse está ocorrendo. A cadeia de eventos deste processo envolve, resumidamente, a liberação de mediadores neurovasculares de ação local pelos neurônios ativos, que levam a uma redução da resistência vascular (vaso-dilatação) e, conseqüentemente ao aumento do aporte sangüíneo arterial. Entretanto, o tecido não absorve, necessariamente, todo esse aumento de aporte sangüíneo com alto teor de oxigênio. O resultado final é uma elevação relativa da concentração de oxi-hemoglobina e redução de desoxi-hemoglobina.

A desoxi-hemoglobina tem propriedades paramagnéticas, o que causa distorções locais do campo eletromagnético e, conseqüentemente, redução do sinal de RM, enquanto que a oxi-hemoglobina é

magneticamente inerte. Este fenômeno é conhecido como BOLD (Blood oxygen level-dependent) - ou contraste dependente do nível de oxigenação no sangue - e constitui a base dos estudos de Ressonância Magnética Funcional (RMF).

As regiões cerebrais mais ativas durante a realização de determinada tarefa apresentam um relativo aumento de sinal de RM. Devido ao fato de esta diferença de sinal relativo da área ativada ser muito pequena - cerca de 1 a 5% - para a criação dos mapas estatísticos de ativação, é necessária a aquisição de imagens durante várias fases de tarefa e controle. Assim, os dados da RMF consistem em vários conjuntos de cortes através do cérebro - conhecidos como *volumes* - obtidos ao longo do tempo.

Cada corte (*volume*) tem a espessura de alguns milímetros e é constituído por uma matriz de elementos formadores de imagens, denominados Voxels (*volume elements*). Durante cada experimento são adquiridos diversos *volumes*, sequencialmente. Desta forma, o sinal de cada Voxel é medido em vários pontos no tempo. Isto resulta em uma série temporal ou onda de resposta.

Técnicas estatísticas são, então, empregadas para testar em cada *Voxel*, a possibilidade de que o seu sinal esteja correlacionado com a tarefa experimental. Finalmente, de acordo com os resultados desta análise, são gerados mapas coloridos, representando o grau de ativação de cada Voxel. Estes mapas são então superpostos às imagens anatômicas.

As imagens com ativação - durante a realização de uma tarefa - são comparadas com imagens sem ativação - quando não há realização de nenhuma tarefa. O resultado é o mapa de ativação.

3.2. Materiais e métodos

3.2.1 - Aquisição das imagens:

Como foi descrito na sessão de materiais e métodos para os testes psicofísicos (Sessão 2.3), eram apresentados estímulos visuais. Os sujeitos eram instruídos a pressionar um botão posicionado em sua mão direita utilizando o indicador direito tão logo detectassem a presença do alvo. O TRM era colhido ao mesmo tempo em que se efetuava o mapeamento com RMF. Depois disto seguia um intervalo de 12 segundos, no qual nenhum estímulo era apresentado e os sujeitos não realizavam nenhuma atividade. Neste período de 12 segundos também se efetuava o mapeamento com RMF. As imagens das ativações do momento em que os estímulos estavam sendo apresentados eram comparadas com aquelas do momento em que nenhum estímulo era apresentado e o sujeito não realizava nenhuma atividade (intervalo de 12 segundos).

As modificações das atividades corticais do cérebro foram determinadas pelas medidas de modificação de oxigenação sangüínea (BOLD) usando um Equipamento Siemens 3.0 Tesla. Imagens EPI (*Echo Planar Images*) usando uma seqüência de disparos com tempo (*Echo time = TE*) de 40ms. As imagens axiais (*volumes*) tinham 5 mm de espessura. Desta forma, todo o encéfalo era escaneado.

Fig. 3.01. Slice extraída da imagem anatômica tri-dimensional (3D): Spoiled gradient-recalled (SPGR)

Antes da coleta das imagens com ativações funcionais era realizada uma imagem anatômica tri-dimensional (3D): *Spoiled gradient-recalled (SPGR)* para cada paciente – figura 3.01.

Como pôde ser visto na figura 3.01, a imagem em SPGR possui todas as estruturas da cabeça, incluindo tecidos ósseo, muscular, adiposo, dentre outros. O objeto de interesse era o tecido nervoso unicamente. Através do software *Free Surfer*, os tecidos não nervosos foram removidos, restando apenas, massa branca e cinzenta, como demonstrado na figura 3.02. Estas imagens individuais serviam como fundo sobre as quais eram sobrepostos os mapas de ativações funcionais.

Fig. 3.02. Imagem SPGR com retirada de tecidos não nervosos utilizando o software Free Surfer.

As imagens funcionais foram obtidas enquanto os sujeitos realizavam o teste psicofísico citado na sessão de materiais e métodos de psicofísica –

Experimento III – RMF (Block Design). Como descrito, os sujeitos pressionavam um botão cada vez que o alvo era detectado. Esta apresentação era feita em oito programas, como demonstrado mais uma vez na tabela 3.1.

Tabela 3.01. Tabela demonstrativa dos oito programas apresentados durante a realização do Experimento III - Ressonância Magnética Funcional (Block Design), com apresentação de 3 condições diferentes e as características dos estímulos visuais apresentados em cada um deles. Abreviaturas: Ipsilat. = Ipsilateral; Contral. = Contralateral; e Bilat. = Bilateral.

Programa 1	Condição	Tipo	Intervalo	Campo
	Ipsilat.	Acender	100ms	Esquerdo
	Contral.	Acender	100ms	Esquerdo
	Bilat.	Acender	100ms	Esquerdo

Programa 2	Condição	Tipo	Intervalo	Campo
	Ipsilat.	Apagar	100ms	Esquerdo
	Contral.	Apagar	100ms	Esquerdo
	Bilat.	Apagar	100ms	Esquerdo

Programa 3	Condição	Tipo	Intervalo	Campo
	Ipsilat.	Acender	100ms	Direito
	Contral.	Acender	100ms	Direito
	Bilat.	Acender	100ms	Direito

Programa 4	Condição	Tipo	Intervalo	Campo
	Contral.	Apagar	100ms	Direito
	Ipsilat.	Apagar	100ms	Direito
	Bilat.	Apagar	100ms	Direito

Programa 5	Condição	Tipo	Intervalo	Campo
	Ipsilat.	Acender	800ms	Esquerdo
	Contral.	Acender	800ms	Esquerdo
	Bilat.	Acender	800ms	Esquerdo

Programa 6	Condição	Tipo	intervalo	Campo
	Ipsilat.	Apagar	800ms	Esquerdo
	Contral.	Apagar	800ms	Esquerdo
	Bilat.	Apagar	800ms	Esquerdo

Programa 7	Condição	Tipo	intervalo	Campo
	Ipsilat.	Acender	800ms	Direito
	Contral.	Acender	800ms	Direito
	Bilat.	Acender	800ms	Direito

Programa 8	Condição	Tipo	intervalo	Campo
	Contral.	Apagar	800ms	Direito
	Ipsilat.	Apagar	800ms	Direito
	Bilat.	Apagar	800ms	Direito

Cada um dos programas apresentava 3 tipos de condições de pistas. Essas condições eram apresentadas 5 vezes cada uma, como descrito na sessão 2.3 sobre materiais e métodos dos testes psicofísicos. Os TRM armazenados foram ordenados em tempo real e divididos em 24 arquivos por sujeito. Os arquivos contendo o valor absoluto dos TRM para cada sujeito se encontram no Apêndice. Estes arquivos, que continham os TRM em tempo real das cinco tentativas de cada condição para cada teste, foram adicionados ao processamento de análise das imagens, como descrito abaixo.

3.2.2: Regiões de Interesse (Regions of Interest – ROI):

Os sujeitos foram analisados individualmente. As áreas de interesses são denominadas ROI (em inglês: *Region of Interest*). Neste estudo as ROI são as seguintes: Área de Wernicke, Área de Broca, Giro de Heschl (córtex auditivo), área homóloga à de Wernicke no hemisfério direito, área homóloga à de Broca no hemisfério direito, hipocampo e colículos superiores e inferiores.

A seleção de cortes para cada área de interesse (ROI) ³ foi feita de maneira que a ROI ficasse mais evidente. Desta forma:

1. As áreas de Wernicke e Broca e suas homólogas, estão vistas em cortes sagitais.
2. O Giro de Heschl, hipocampo, colículos superiores e inferiores, estão vistos em cortes coronais.

³ Seleção gentilmente revisada pelo Professor Dr. Geraldo Busatto do Instituto de Psiquiatria da Faculdade de Medicina da USP.

Com o objetivo de obter imparcialidade na seleção das imagens, as ROI foram localizadas na imagem de SPGR de cada paciente (figura 3.02) antes de sobrepor os mapas de ativações.

Uma vez localizada, tomando por base as coordenadas na área de navegação do software da AFNI (Figura 3.03), essa coordenada era catalogada, conforme mencionado na tabela 3.02.

Fig. 3.03. Demonstração das coordenadas de localização das ROI no software da AFNI. A seta vermelha indica a exata localização da coordenada.

Tabela 3.02. Coordenadas de localização de áreas por sujeitos. Os nomes dos sujeitos foram substituídos pelo código BD (Block Desing) mais um número de diferenciação. Os sujeitos do grupo controle receberam identificação em dezenas, e os do grupo experimental em centenas. Abreviaturas: WB = área de Wernicke e Broca; HWB = áreas homólogas de Wernicke e Broca no hemisfério direito; CO = Colículos (superiores e inferiores); HP = Hipocampo; e CB = Cerebelo; as coordenadas receberam os códigos dos cortes analisados, nos quais SAG = Sagital; e COR = coronal.

BLOCK DESIGN					
SUBJECT	WB	HWB	CO	HP	CB
BD1	SAG137	SAG67	COR113	COR107	COR161
BD2	SAG138	SAG34	COR115	COR108	COR161
BD3	SAG189	SAG68	COR114	COR129	COR196
BD4	SAG184	SAG66	COR142	COR127	COR181
BD5	SAG181	SAG69	COR140	COR123	COR179
BD6	SAG181	SAG69	COR140	COR123	COR179
BD7	SAG178	SAG73	COR139	COR119	COR178
BD8	SAG174	SAG76	COR144	COR130	COR180
BD9	SAG180	SAG71	COR140	COR122	COR180
BD100	SAG180	SAG70	COR140	COR126	COR180
BD102	SAG173	SAG70	COR140	COR125	COR180
BD103	SAG184	SAG77	COR144	COR122	COR180
BD104	SAG180	SAG72	COR140	COR122	COR180
BD105	SAG184	SAG75	COR140	COR125	COR180
BD106	SAG184	SAG76	COR145	COR125	COR180
BD107	SAG180	SAG70	COR150	COR135	COR185

3.2.3: Estabelecimento de Imagens por Relevância Estatística:

Os dados foram calculados para cada paciente usando os softwares FSL, Free Surfer, SUMA e AFNI. A análise dos dados para cada sujeito foi realizada com o mapeamento estatístico paramétrico (usando FSL-FILM) que calcula a estimativa de acurácia nos Voxels baseados nos arquivos com os TRM gravados de quando os sujeitos pressionavam a tecla. Os efeitos das condições foram estimados de acordo com o Modelo Linear Geral de cada Voxel. A significância das atividades foi calculada com o FSL que realinhava o SPGR às imagens anatômicas usando o FLIRT. O software utilizado para a análise das imagens (AFNI) fornece o nível de significância estatístico, e também possui um regulador da sensibilidade de ativação com sua significância estatística.

Ao se eleger o nível de significância, todas as imagens foram levadas à primeira sensibilidade abaixo de $P > 0,05$, das quais as ativações encontradas representam $P = 0,049$, ou $P = 0,048$. Vale ressaltar que esta sensibilidade foi estabelecida antes que os mapas de ativação fossem adicionados para a seleção e análise das imagens.

3.2.4: Seleção de Volumes:

Uma vez estabelecidas as coordenadas e o grau de ativação com valor estatisticamente significativo, era procedida a seleção dos *volumes*. As figuras eram geradas pelo Software da AFNI com extensão PPM. As Figuras com extensão PPM foram convertidas para extensão JPEG através do Software *GNU Manipulation Program*, fornecido no pacote de instalação do

Sistema Operacional Linux, no qual, até este passo as imagens foram processadas.

Uma vez convertidas para JPEG as figuras passaram a ser tratadas através do *Software Digital Image 2006 Suite Edition* da Microsoft, no qual foram agrupadas em um único quadro.

3.2.5: Referências das imagens em relação aos testes psicofísicos:

Para as áreas de Wernicke e Broca e as homólogas no hemisfério direito, assim como para o Giro de Heschl, foram procedidas imagens de todas as condições ipsilaterais estudadas.

As demais ROI foram demonstradas apenas na condição ipsilateral com acender de pista com intervalo curto, visto que, esta foi a única condição que apresentou o mesmo resultado em todas as fases do experimento.

3.2.6: Escala cromática demonstrativa das ativações:

As imagens de ressonância magnética demonstram ativações corticais através de uma escala cromática sobreposta à tomografia de cada sujeito, como mencionado anteriormente. A escala, demonstrada na figura 3.04, parte da cor azul e vai até a cor vermelha. Quanto mais próximo ao vermelho, maior a ativação.

Fig. 3.04. A escala cromática vai da cor azul ao vermelho, indicando que quanto mais próxima à cor vermelha mais intensa era a ativação.

A figura 3.05 demonstra a localização das Áreas de Wernicke, Broca e Córtex Auditivo. Estas áreas se encontram no hemisfério esquerdo. As áreas homólogas estão localizadas nas mesmas posições, porém no hemisfério direito.

A área de Broca está localizada na região perisylviana, cuja região anterior envolve a confluência dos lobos frontal, parietal e temporal; a área de Wernicke encontra-se na região posterior na confluência dos lobos parietal, temporal e occipital– Kátia Alvarenga [1]. O Giro de Heschl se localiza na região temporal superior, na região perisylviana inferior, na confluência com o lobo parietal.

Figura 3.05. Localização das ROI: Áreas de Wernicke (vermelho), Córtex Auditivo (amarelo) e de Broca (azul), localizadas no hemisfério esquerdo. As áreas homólogas possuem a mesma localização, porém no hemisfério direito.

3.3. Resultados

No paradigma de Inibição de Retorno, geralmente, se encontram dois fenômenos (inibição ou facilitação). As pistas ipsilaterais são o ponto de referência para análise quando comparadas às contralaterais. Este trabalho teve como objetivo analisar as imagens obtidas durante o aparecimento deste tipo de pista. Em outras palavras, embora as imagens para as pistas contralaterais e bilaterais também tenham sido feitas, neste trabalho as imagens referentes à ROI selecionadas, foram aquelas nas quais somente a pista ipsilateral era apresentada.

Como mencionado na sessão de psicofísica, na realização da montagem do experimento Block Design, todas as variações dos tipos de apresentações terem sido estritamente fixas e sem Catch Trials, houve uma grande facilitação nas respostas e não favoreceu o aparecimento de inibições em nenhuma das condições analisadas. Vale mais uma vez frisar que as inibições e facilitações são consideradas através da comparação das pistas ipsilaterais em relação às contralaterais.

Desta forma foram obtidas facilitações em todas as quatro condições ipsilaterais analisadas em ambos os grupos. Aqui serão demonstradas as quatro condições em cada um dos hemisférios como demonstra a tabela 3.03.

Tabela 3.03. Demonstrativo das imagens analisadas segundo o tipo de teste realizado pelo sujeito durante a realização de Ressonância Magnética Funcional.

Condição	Tipo de Pista	Intervalo	Hemicampo
Ipsilateral	Acesa	Curto (100ms)	Esquerdo
Ipsilateral	Acesa	Curto (100ms)	Direito
Ipsilateral	Apagada	Curto (100ms)	Esquerdo
Ipsilateral	Apagada	Curto (100ms)	Direito
Ipsilateral	Acesa	Longo (800ms)	Esquerdo
Ipsilateral	Acesa	Longo (800ms)	Direito
Ipsilateral	Apagada	Longo (800ms)	Esquerdo
Ipsilateral	Apagada	Longo (800ms)	Direito

3.3.1. Condição Ipsilateral, Pista Acesa, Intervalo Curto, Hemicampo Esquerdo

3.3.1.1 – Áreas de Wernicke, Broca e Córtex Auditivo (Hemisfério Esquerdo)

Nesta condição as pistas foram apresentadas no hemicampo esquerdo e permaneciam acessas. Após um curto intervalo temporal (100 ms), o alvo aparecia no mesmo hemicampo. Ambos os grupos apresentam certa ativação das ROI no hemicampo esquerdo (figura. 3.06), embora aparentemente no grupo experimental as ativações sejam mais intensas.

Figura 3.06: As figuras demonstram ativações corticais nas áreas Linguagem em ambos os grupos (Esquerda = ouvintes, Direita = surdos). Condição Ipsilateral, pista acesa, intervalo curto (100ms), hemicampo esquerdo.

Isto pode sugerir que mesmo executando uma tarefa sem contexto semântico explícito, ao elaborarem uma estratégia para desempenhar melhor a atividade, as áreas responsáveis pelo processamento lingüístico são ativadas. Pode-se supor que as ativações nessas áreas ocorram devido ao fato de a linguagem ser a principal ferramenta de organização do

pensamento. Vale ressaltar que também se pode verificar ativação do córtex auditivo mesmo no grupo experimental.

3.3.1.2 – Áreas Homólogas (Hemisfério Direito)

Considerando a mesma apresentação de alvos e pistas (pista apresentada no hemisfério esquerdo, permanecendo acesa com aparecimento do alvo após um curto intervalo temporal – 100 ms), observa-se ativação das áreas homólogas às áreas de Wernicke e Broca. Nota-se também que o córtex auditivo no hemisfério direito também apresenta ativação. Neste teste, em ambos os grupos, se observa que as ROI estão mais ativadas no hemisfério direito que no esquerdo, provavelmente pelo fato de os estímulos terem sido apresentados no hemisfério esquerdo (figura 3.07).

Figura 3.07: As figuras demonstram ativações corticais nas áreas homólogas às áreas de Linguagem (hemisfério Direito) em ambos os grupos (Esquerda = ouvintes, Direita = surdos). Condição Ipsilateral, pista acesa, intervalo curto (100ms), hemisfério esquerdo.

3.3.2. Condição Ipsilateral, Pista Acesa, Intervalo Curto, Hemicampo Direito

3.3.2.1– Áreas de Wernicke, Broca e Córtex Auditivo (Hemisfério Esquerdo)

Neste tipo de teste, as pistas foram apresentadas no hemicampo direito, onde permaneciam acesas e, após um curto intervalo temporal (100 ms) o alvo era apresentado no mesmo hemicampo. Pode-se observar que houve ativação das ROI, seguindo o mesmo padrão observado quando haviam sido apresentadas no hemicampo esquerdo. Entretanto, embora as áreas ativadas no grupo experimental tenham sido as mesmas que na condição anterior, se sugerem ativações mais intensas no grupo experimental (figura 3.08).

Figura 3.08: As figuras demonstram ativações corticais nas áreas Linguagem em ambos os grupos (Esquerda = ouvintes, Direita = surdos). Condição Ipsilateral, pista acesa, intervalo curto (100 ms), hemicampo direito.

3.3.2.2 – Áreas Homólogas (Hemisfério Direito)

Ao se comparar com o hemisfério esquerdo, se pode notar que as ROI em alguns participantes do grupo controle têm uma ativação maior no hemisfério direito. O grupo experimental também demonstra ROI com uma ativação maior neste hemisfério que no esquerdo (figura 3.09).

Figura 3.09: As figuras demonstram ativações corticais nas áreas homólogas às áreas de Linguagem (hemisfério Direito) em ambos os grupos (Esquerda = ouvintes, Direita = surdos). Condição Ipsilateral, pista acesa, intervalo curto (100 ms), hemicampo direito.

3.3.3. Condição Ipsilateral, Pista Apagada, Intervalo Curto, Hemicampo Esquerdo

3.3.3.1 – Áreas de Wernicke, Broca e Córtex Auditivo (Hemisfério Esquerdo)

Neste tipo de teste, as pistas eram apresentadas no hemicampo esquerdo e permaneciam na tela por 700 ms, quando foram apagadas. Após o apagar da pista havia um intervalo curto de tempo (100 ms), quando o alvo era apresentado do mesmo lado. Tradicionalmente neste tipo

de teste os resultados psicofísicos são inibições. Porém como já descrito anteriormente, possivelmente pelo fato de os estímulos terem sido apresentados de forma fixa, e não terem sido incluídos “*catch trials*”, houve uma grande facilitação das respostas, de forma que os testes psicofísicos apresentaram facilitação em todas as condições testadas.

Estes resultados psicofísicos podem justificar o fato de os padrões de ativação terem sido semelhantes aos testes anteriores.

De igual forma, neste teste pode-se observar que as ROI foram ativadas em ambos os grupos, embora, aparentemente o grupo experimental tenha demonstrado nas mesmas áreas uma ativação mais intensa e difusa (figura 3.10).

Figura 3.10: As figuras demonstram ativações corticais nas áreas Linguagem em ambos os grupos (Esquerda = ouvintes, Direita = surdos). Condição Ipsilateral, pista apagada, intervalo curto (100 ms), hemisfério esquerdo.

3.3.3.2 – Áreas Homólogas (Hemisfério Direito)

Com a apresentação dos estímulos no hemisfério esquerdo, observamos que a ativação em ambos os grupos foi maior no hemisfério

direito. Continuamos a observar que as áreas homólogas às de linguagem, incluindo o córtex auditivo, estão ativadas em ambos os grupos (figura 3.11), porém com ativação mais intensa e difusa no grupo experimental.

Figura 3.11: As figuras demonstram ativações corticais nas áreas homólogas às áreas de Linguagem (hemisfério Direito) em ambos os grupos (Esquerda = ouvintes, Direita = surdos). Condição Ipsilateral, pista apagada, intervalo curto (100ms), hemicampo esquerdo.

3.3.4. Condição Ipsilateral, Pista Apagada, Intervalo Curto, Hemicampo Direito

3.3.4.1 – Áreas de Wernicke, Broca e Córtex Auditivo (Hemisfério Esquerdo)

Como no teste anterior, as pistas foram apresentadas e permaneceram na tela por 700 ms, quando foram apagadas, porém agora, no hemicampo direito. Após o apagar da pista havia um intervalo curto de tempo (100 ms), quando o alvo era apresentado do mesmo lado. Os resultados psicofísicos foram semelhantes ao do teste anterior, assim como os padrões de ativação em ambos os grupos (figura 3.12).

Figura 3.12: As figuras demonstram ativações corticais nas áreas Linguagem em ambos os grupos (Esquerda = ouvintes, Direita = surdos). Condição Ipsilateral, pista apagada, intervalo curto (100 ms), hemicampo direito.

3.3.4.2 – Áreas Homólogas (Hemisfério Direito)

As áreas homólogas às de processamento de linguagem apresentaram uma ativação discreta neste tipo de teste em ambos os grupos tanto para este hemisfério como para o esquerdo, assim como demonstrado anteriormente (figura 3.13).

Figura 3.13: As figuras demonstram ativações corticais nas áreas homólogas às áreas de Linguagem (hemisfério Direito) em ambos os grupos (Esquerda = ouvintes, Direita = surdos). Condição Ipsilateral, pista apagada, intervalo curto (100 ms), hemicampo direito.

3.3.5. Condição Ipsilateral, Pista Acesa, Intervalo Longo, Hemicampo Esquerdo

3.3.5.1 – Áreas de Wernicke, Broca e Córtex Auditivo (Hemisfério Esquerdo)

Seguindo os mesmos padrões de apresentação de estímulos visuais da condição anterior, as pistas foram apresentadas no hemicampo esquerdo. Após um longo período temporal (800 ms) o alvo foi apresentado no mesmo hemicampo. Outra vez se pode observar que as ROI foram ativadas em ambos os grupos (Figura 3.14).

Figura 3.14: As figuras demonstram ativações corticais nas áreas Linguagem em ambos os grupos (Esquerda = ouvintes, Direita = surdos). Condição Ipsilateral, pista acesa, intervalo longo (800 ms), hemicampo esquerdo.

3.3.5.2 – Áreas Homólogas (Hemisfério Direito)

As áreas homólogas às de linguagem apresentam ativação. Em ambos os grupos se percebe que estas ativações foram mais robustas no

hemisfério direito que no esquerdo. Neste teste o grupo controle apresentou ativações mais intensas (figura 3.15).

Figura 3.15: As figuras demonstram ativações corticais nas áreas homólogas às áreas de Linguagem (hemisfério Direito) em ambos os grupos (Esquerda = ouvintes, Direita = surdos). Condição Ipsilateral, pista acesa, intervalo longo (800 ms), hemicampo esquerdo.

3.3.6. Condição Ipsilateral, Pista Acesa, Intervalo Longo, Hemicampo Direito

3.3.6.1 – Áreas de Wernicke, Broca e Córtex Auditivo (Hemisfério Esquerdo)

Este teste é semelhante ao anterior, porém as pistas eram apresentadas no hemicampo direito e permaneciam acesas. O alvo era apresentado após um longo período temporal – 800 ms. (Figura 3.16).

Figura 3.16: As figuras demonstram ativações corticais nas áreas Linguagem em ambos os grupos (Esquerda = ouvintes, Direita = surdos). Condição Ipsilateral, pista acesa, intervalo longo (800 ms), hemicampo direito.

3.3.6.2 – Áreas Homólogas (Hemisfério Direito)

As áreas homólogas às de processamento de linguagem, incluindo o córtex auditivo apresentam ativação, como nos outros testes (figura 3.17).

Figura 3.17: As figuras demonstram ativações corticais nas áreas homólogas às áreas de Linguagem (hemisfério Direito) em ambos os grupos (Esquerda = ouvintes, Direita = surdos). Condição Ipsilateral, pista acesa, intervalo longo (800 ms), hemicampo direito.

3.3.7. Condição Ipsilateral, Pista Apagada, Intervalo Longo, Hemicampo Esquerdo

3.3.7.1 – Áreas de Wernicke, Broca e Córtex Auditivo (Hemisfério Esquerdo)

Nesta condição, as pistas eram apresentadas no hemicampo esquerdo e permaneciam na tela por 700 ms. Logo em seguida foram apagadas e, após um longo período temporal (800 ms) o alvo foi apresentado. Ambos os grupos apresentam ativação nas ROI, porém, mais uma vez o grupo experimental apresenta uma ativação mais intensa e difusa que o grupo controle (figura 3.18).

Figura 3.18: As figuras demonstram ativações corticais nas áreas Linguagem em ambos os grupos (Esquerda = ouvintes, Direita = surdos). Condição Ipsilateral, pista apagada, intervalo longo (800 ms), hemicampo esquerdo.

3.3.7.2 – Áreas Homólogas (Hemisfério Direito)

O mesmo padrão se repete no hemisfério direito. As ROI permanecem apresentando ativação, porém, mais uma vez, o grupo

experimental apresenta uma ativação mais intensa e difusa que o controle (figura 3.19).

Figura 3.19: As figuras demonstram ativações corticais nas áreas homólogas às áreas de Linguagem (hemisfério Direito) em ambos os grupos (Esquerda = ouvintes, Direita = surdos). Condição Ipsilateral, pista apagada, intervalo longo (800 ms), hemicampo esquerdo.

3.3.8. Condição Ipsilateral, Pista Apagada, Intervalo Longo, Hemicampo Direito

3.3.8.1 – Áreas de Wernicke, Broca e Córtex Auditivo (Hemisfério Esquerdo)

Finalmente, na última condição apresentada, as pistas apareciam no hemicampo direito e permaneciam por 700 ms, quando eram apagadas. Após um longo intervalo temporal (800 ms) o alvo era apresentado no mesmo hemicampo. Ambos os grupos apresentam ativação nas ROI, porém o grupo experimental apresenta ativações mais intensas e difusas. Vale ressaltar que os córtices auditivos no grupo experimental também encontram-se ativados (Figura 3.20).

Figura 3.20: As figuras demonstram ativações corticais nas áreas Linguagem em ambos os grupos (Esquerda = ouvintes, Direita = surdos). Condição Ipsilateral, pista apagada, intervalo longo (800 ms), hemisfério direito.

3.3.8.2 – Áreas Homólogas (Hemisfério Direito)

Assim como nos outros testes, ambos os grupos apresentam ativações nas ROI com resultados mais intensos e difusos no grupo controle (Figura 3.21).

Figura 3.21: As figuras demonstram ativações corticais nas áreas homólogas às áreas de Linguagem (hemisfério Direito) em ambos os grupos (Esquerda = ouvintes, Direita = surdos). Condição Ipsilateral, pista apagada, intervalo longo (800ms), hemisfério direito.

3.4. Giro de Heschl - Córtex Auditivo: Estudo Anatômico.

Estudos recentes relatam alterações morfológicas e funcionais nos córtices auditivos em pessoas que sofreram privação auditiva desde o nascimento. Em um estudo, Karen Emmorey e colaboradores [10] mencionam que humanos apresentam degeneração no sistema auditivo central subsequente a uma perda auditiva profunda, como redução no tamanho das células no núcleo coclear. Entretanto, os autores citam que não está claro se a privação auditiva desde o nascimento resulta em degeneração do córtex auditivo primário nem em animais ou em humanos.

Estes autores defendem que as regiões corticais auditivas podem continuar a receber estímulos de regiões sub-corticais e podem não exibir degeneração, embora se observe déficits funcionais na atividade sináptica e na organização do córtex auditivo, o que sugere a possibilidade de variação na estrutura do córtex auditivo como consequência de surdez congênita.

D. K. Shibata [46] elucida duas perguntas:

1. Se a privação da audição e fala durante a infância pode resultar em alguma forma de atrofia ou hipoplasia dos centros auditivo e de fala, e se há evidência de que o diâmetro do nervo coclear possa estar menor em surdos congênitos;
2. Se há lateralização anatômica hemisférica influenciada pela experiência de fala e audição, embora, segundo ele, alguma assimetria cerebral possa ocorrer.

Há especulações de que o aumento dos centros da fala mencionados por Geschwind and Levitsky em cadáveres, possam ser dependentes da experiência de exposição à linguagem.

D. K. Shibata [46] realizou estudos com ressonância magnética (RM) e verificou que grupos de surdos e ouvintes mostraram grandes regiões assimétricas qualitativamente semelhantes de massa cinzenta na região frontal/temporal perisylvianas, mas o grupo de ouvintes apresentava uma extensão levemente maior, particularmente no lobo frontal. O segundo maior cluster assimétrico foi no lobo occipital esquerdo-dominante e esta assimetria era semelhante nos dois grupos.

Ainda segundo D.K. Shibata [46], recentes estudos de metabolismo cerebral utilizando PET em pequenos grupos de surdos adultos e crianças relatavam haver uma indicação de que o metabolismo estivesse relativamente intacto no córtex dos adultos que se tornaram surdos na infância. Estudos com RMF têm demonstrado ativações relacionadas à linguagem e visão no córtex auditivo, o que tem sido interpretado como evidências de plasticidade cortical.

Em seu estudo, D.K. Shibata [46] relata que na análise das massas brancas há um déficit focal estatisticamente significativo em pessoas surdas no Giro temporal pósterio-superior (STG), correspondendo à massa branca do córtex auditivo inferior. A assimetria da massa cinzenta em pessoas surdas era, sobretudo, semelhante às das pessoas ouvintes, mas uma perda focal de assimetria foi notada na massa branca do STG posterior em pessoas ouvintes. Segundo ele, estes resultados suportam a hipótese de que há grandes alterações na anatomia cerebral como consequência da

surdez precoce. O déficit de massa branca no giro temporal pósterosuperior pode representar uma hipoplasia dos tratos auditivo e de fala.

Rosen e colaboradores [41] reportaram ter encontrado ativações por RMF em áreas corticais associadas à IOR, tais como área pré-motora dorsal, campo ocular frontal, áreas corticais e sub-corticais do córtex parietal superior, giro cingulado anterior, cerebelo e junção têmporo-parietal.

Lepsien e Pollman [24] relataram ativações no giro supra-marginal sob condições de IOR em RFM. Neste estudo, a ativação era adicional às ativações em áreas cerebrais envolvidas com programação óculo-motora - a área motora suplementar e o campo ocular frontal.

O córtex auditivo é amplamente conhecido como Giro de Heschl. Este giro é localizado na região Perisylviana, na parte superior do lobo temporal, entre os lobos frontal e parietal. Pode-se ainda especificar que tal córtex se localiza entre as Áreas de Broca e Wernicke.

A primeira região a receber estímulos provenientes da cóclea (o córtex auditivo primário) é situada nos dois terços mediais do Giro de Heschl no plano supra-temporal. O córtex auditivo secundário circunda essa região e inclui as partes laterais do giro temporal superior (STG) Mairéad MacSweeney e colaboradores [26].

Hyo-Jeong Lee e colaboradores [22] mencionam que o córtex temporal pode se submeter a uma re-organização cruzada de tal forma que os estímulos visuais vão para as regiões que respondem predominantemente aos sons. Assim sendo, há muita evidência de respostas visuais (ou táteis) no córtex temporal do surdo alcançando o córtex auditivo primário.

Eles ressaltam que respostas visuais no córtex temporal superior poderiam resultar em uma reorganização cruzada de longo termo, mas essas respostas deveriam revelar fenômenos funcionais mais dinâmicos. Na surdez adquirida em particular, as respostas cruzadas podem indicar uma mudança imediata na contribuição relativa das entradas audiovisuais e somato-senssórias no córtex temporal. Esta visão implica que as regiões temporais superiores, que são classicamente conhecidas como auditivas sejam consideradas heteromodais ou multimodais.

Para efeitos de comparação, foi realizada a análise do córtex auditivo (ou Giro de Heschl). O objetivo era verificar se o Giro de Heschl apresentava diferença em topografia e níveis de ativação, comparado ao grupo controle. Para tal, foram selecionadas imagens anatômicas, como demonstrado nas figuras 3.22, 3.23, 3.24.

Figura 3.22. Representação anatômica do Córtex Auditivo (Giro de Heschl). Corte coronal. Grupo controle. O Giro de Heschl se encontra destacado com um círculo.

Figura 3.23. Representação anatômica do Córtex Auditivo (Giro de Heschl). Corte coronal. Grupo Experimental. O Giro de Heschl se encontra destacado com um círculo.

Para facilitar a comparação anatômica, as regiões dos lobos temporais esquerdos foram isoladas (corte coronal), ampliadas e postas lado a lado. A figura 3.24 demonstra a ampliação.

Como pode ser observado na figura 3.24, o grupo experimental aparentemente não apresentou uma hipotrofia do córtex auditivo (Giro de Heschl). Vale frisar que os sujeitos do grupo experimental possuem perda auditiva neurossensorial acima de 75 db.

O fato de o Giro de Heschl não apresentar hipoplasia no grupo de surdos pode denotar a possibilidade de que esteja exercendo algum tipo de

atividade. O córtex auditivo é classicamente conhecido como unimodal para processamento de estímulos auditivos.

Figura 3.24. Representação ampliada dos lobos temporais. À esquerda o grupo controle e à direita, grupo experimental. O Giro de Heschl se encontra destacado com um círculo. O grupo experimental não apresenta hipotrofia dos córtices auditivos. Aparentemente os grupos possuem a mesma simetria.

Considerando que:

1. Os pacientes apresentam uma perda auditiva considerável;
2. A forma comunicação se baseia em larga escala análise de imagens no espaço – língua;
3. Que o Giro de Heschl se encontra normoplásico;
4. Que estas pessoas são surdas congênitas;

Em conjunto, estes fatores podem ser indicativos de que o giro de Heschl esteja envolvido em outro tipo de processamento não sonoro. Este

trabalho tenta encontrar indícios de que o processamento de linguagem também conte com a participação do Giro de Heschl.

Para tal, foi verificado se havia ativação no giro de Heschl em nenhum, um, ou nos dois grupos analisados durante a execução da atividade psicofísica proposta, considerando que o fator tempo seria o principal parâmetro no qual os sujeitos pudessem se basear para desempenhar a tarefa com mais eficiência.

3.5: Giro de Heschl - Córtex Auditivo: Estudo com RMF.

Segundo Mairéad MacSweeney e colaboradores [26], os córtices auditivos primários e secundários são conhecidos por serem unimodais. Entretanto relatam evidências de que essas áreas também podem responder para estímulos não auditivos.

Estes autores demonstraram que pessoas ouvintes podem ativar o córtex auditivo, sempre incluindo os córtices primário e secundário, quando estão realizando leitura silenciosa. Além disso, pessoas ouvintes apresentaram ativações do córtex auditivo durante leitura de palavras isoladas. Eles afirmam que tarefas não lingüísticas têm a propriedade de ativar essas áreas de processamentos unimodais, e sugerem ainda que, em pessoas surdas, o córtex auditivo secundário pode também apresentar ativações através de estímulos táteis e por estímulos puramente visuais em forma de língua de sinais.

Calvert e colaboradores [5] propuseram que as regiões heteromodais no STS podem realizar uma função cruzada específica. Para comunicação audiovisual, que é apropriadamente sincronizada, o papel da ativação no

STS tem sido mostrado como correlata com a modificação da atividade neuronal nos córtices visuais específicos (V5/MT) e auditivos (A1/2). Segundo eles, a ativação por uma comunicação dinamicamente natural foi extensa em regiões posteriores especializadas em processamento de movimentos visuais (V5/MT). Em seu estudo, as ativações dessas áreas se estenderam bilateralmente para dentro das regiões temporais médias e superiores, incluindo o STS, e rostralmente para as partes superiores do giro temporal (incluindo a porção lateral do giro de Heschl, dentro do córtex auditivo).

De acordo com Norihiro Sadato e colaboradores [43], a compreensão de língua de sinais ativa o córtex auditivo em sujeitos surdos, mas não se sabe se tal plasticidade funcional do córtex temporal é dependente da idade. Segundo eles, há evidências de que esta plasticidade cruzada induzida por privação auditiva é aparente durante a percepção da sinalização.

Nishimura e colaboradores [32] viram que a atividade estava aumentada no córtex auditivo associativo, mas não no córtex auditivo primário de um surdo pré-linguístico durante a compreensão de língua japonesa de sinais (JSL). Segundo eles, após um paciente ter recebido implante coclear, o córtex auditivo primário foi ativado pelos sons das palavras faladas, o que não ocorreu no córtex de associação. Os autores sugeriram que a plasticidade audiovisual cruzada esteja confinada ao córtex de associação e que as funções cognitivas (tais como língua de sinais) podem levar a uma plasticidade funcional no córtex de associação sub-utilizado.

Usando RMF, Neville e colaboradores [31] observaram um aumento de atividade no sulco temporal superior (STS) durante a compreensão de língua de Sinais Americana (ALS) em surdos congênitos e ouvintes sinalizadores nativos. Os autores, entretanto sugeriram que o STS seja responsável pela análise lingüística da língua de sinais.

Gemma A. Calvert and Ruth Campbell [4] relatam ativação do STS durante a percepção de movimentos oculares e da boca, e também ao se visualizarem movimentos faciais não específicos para fala.

Finney e colaboradores [12, 13] mostraram que estímulos visuais não lingüísticos (em movimento) ativam o córtex auditivo em sujeitos surdos, mas não em sujeitos ouvintes.

Norihiro Sadato e colaboradores [43] mencionam que, em trabalhos anteriores, conseguiram observar que uma ativação cruzada no córtex temporal de sujeitos surdos era provocada não apenas por sinais, mas também por movimentos não lingüísticos biológicos (movimento labial) e movimentos não biológicos (movimento de pontos). Segundo eles, os sinais não ativam o córtex temporal de ouvintes sinalizadores ou não. Assim, os autores associam que a ativação do Plano Temporal (PT) em sujeitos surdos - congênitos ou não - seja devida aos efeitos da privação auditiva ao invés de processos lingüísticos. Eles afirmam que essa teoria tem apoio no fato de que os ouvintes sinalizadores em seu estudo não mostraram atividade no lobo temporal durante a compreensão de língua japonesa de sinais (JSL), enquanto que o PT estava mais ativado nos sujeitos surdos, independente da época de aquisição da surdez. Eles concluem dizendo que esses achados indicam que a privação auditiva desempenha um papel importante em mediar as respostas visuais no córtex auditivo de sujeitos surdos.

Belin e colaboradores [2] citam que a região média do STS é provavelmente a área seletiva ao processamento da voz humana. Esta área é conhecida por receber predominantemente estímulos auditivos, estando envolvida na análise de alto nível de informações complexas. Isto significa que a privação auditiva (antes dos 2 anos de idade, segundo os autores) pode modificar o papel da região medial do STS do processamento da voz humana para o processamento de movimentos biológicos tal como movimento de face e mãos (plasticidade cruzada).

Os estudos sobre leitura facial natural e fala audiovisual mostram ativações consistentes e uma ativação extensiva do STS em pessoas ouvintes - Gemma A. Calvert and Ruth Campbell [4]. Dada a crucial sensibilidade do STS a padrões dinâmicos de eventos biológicos vistos, incluindo ações faciais, assim como ao seu papel de processamento de fala audiovisual, parece plausível que esta seja uma região que mostra uma sensibilidade diferente para os movimentos de fala. Os autores ressaltam que a estrutura de variação temporal está correlacionada às modificações do processamento de fala vista e ouvida.

Eva M. Finney e colaboradores [13] relataram ter observado recrutamento do córtex auditivo em surdos durante o processamento de estímulos meramente visuais utilizando RMF. Eles relatam que a plasticidade cruzada observada nesse estudo parece ser predominantemente no córtex auditivo direito.

Como pode ser visto, a literatura menciona várias ativações no córtex auditivo de pessoas ouvintes e surdas. Este estudo verificou se durante a execução do paradigma de IOR havia ativação do giro de Heschl em ambos os grupos.

Seguem abaixo as figuras 3.25, 3.26 e 3.27, nas quais se podem observar ativações corticais no córtex auditivo (Giro de Heschl) durante a execução do teste psicofísico de Inibição de Retorno.

Figura 3.25. Imagem por Ressonância Magnética Funcional na qual se observam ativações no Giro de Heschl. Grupo Controle.

Figura 3.26. Imagem por Ressonância Magnética Funcional na qual se podem observar ativações no Giro de Heschl. Grupo Experimental.

Figura 3.27. Imagem por Ressonância Magnética Funcional com ampliação da área do Giro de Heschl, localizado no hemisfério Esquerdo, lobo Temporal. À esquerda, grupo controle, à direita, grupo Experimental.

Considerando que as condições de referência eram sempre as apresentações de estímulos nas quais as pistas eram ipsilaterais, e ainda, que não tenhamos conseguido reproduzir o fenômeno de inibição de retorno, ao contrário, todas as condições ipsilaterais apresentaram facilitação, nesta sessão, as análises de ativações apresentadas foram feitas apenas nas condições ipsilaterais, com intervalo temporal curto (100 ms) entre pista e alvo, e com pistas acesas.

Isto se justifica pelo fato de, esta condição apresentar classicamente facilitação em todos os experimentos realizados neste trabalho. As ativações do Giro de Heschl podem ser observadas em ambos os grupos.

Como pode ser visto nas figuras anteriores, ambos os grupos apresentaram ativações nos Giros de Heschl. Vale frisar, mais uma vez, que neste teste os estímulos visuais não possuíam contexto semântico explícito, que as pistas não possuíam valor preditivo sobre o momento nem o local de aparecimento do alvo, e, ainda, que os estímulos não apresentavam movimento. Os estímulos não passavam de meros quadrados que eram apresentados e retirados da tela.

O fato de o giro de Heschl apresentar ativação nos dois grupos fornece a possibilidade de que tal ativação não seja um fenômeno restrito ao grupo de surdos, ou seja, de que a ativação não tenha acontecido por plasticidade cruzada como consequência da surdez, mas que o giro de Heschl também possa estar envolvido em processamentos de estímulos não sonoros, como a semântica ou o processo cognitivo da linguagem, e não apenas o processamento auditivo.

Ainda, que regiões corticais dedicadas a processamento semântico possam ser ativadas durante o desempenho de uma atividade que não

contenha contexto semântico explícito, mas que contenha parâmetros físicos do tipo da linguagem utilizada pelos indivíduos, em nosso estudo, parâmetros temporais.

É necessário lembrar mais uma vez que para que os sujeitos realizarem a atividade, certamente adotaram estratégias para a resolução do problema, e que esta estratégia pode representar um contexto semântico implícito.

O fato de as ativações no grupo experimental terem sido mais intensas e difusas é condizente com os achados de Mairéad MacSweeney e colaboradores [26] nos quais as ativações no STG esquerdo por BSL eram significativamente diferentes, comparadas às dos ouvintes sinalizadores nativos. Segundo eles, os córtices auditivos e áreas circunvizinhas parecem ser ativados preferencialmente por discursos ouvidos. Entretanto, segundo os autores, quando os estímulos auditivos estão ausentes, o córtex auditivo pode ser recrutado para processamento de língua de sinais.

Interessantes são as considerações de Petitto e colaboradores [35], que observaram ativações do giro temporal superior em surdos sinalizadores nativos enquanto percebiam sinais isolados e sem sentido em ASL, compostos de movimentos que são foneticamente corretas em ASL. Eles relatam que a ativação era significativamente maior no grupo de surdos do que nos ouvintes. Eles consideraram que o padrão dos ouvintes pode influenciar a extensão para qual essa área é recrutada para o processamento de língua de sinais. Isto leva a predizer que, em comparação com sinalizadores nativos, ouvintes nativos podem mostrar ativação reduzida no giro temporal superior durante o processamento de língua de sinais a despeito das semelhanças da exposição precoce à BSL.

Hyo-Jeong Lee e colaboradores [22] afirmam que, embora surdos pos-lingüísticos se baseiem na comunicação por leitura facial, os resultados de seus experimentos confirmaram que as capacidades de leitura facial saturam. Elas não melhoram, ou mesmo, vagarosamente se deterioram com o tempo, o que é congruente com a intuição de que na ausência de feed-back de estímulos de fala, as representações fonológicas progressivamente se esvaem. Eles consideram que a deterioração fonológica poderia colaborar para negativa correlação da duração da surdez com atividade no córtex temporal posterior, e na área dorsal de Broca.

O maior efeito em regiões fonológicas foi assim observado naqueles pacientes que se tornaram surdos mais recentemente, o que ressalta o potencial dessas regiões para rapidamente se ajustarem às suas propriedades receptivas. Além disso, também parece que os efeitos de longo termo interagem com o potencial dessas regiões em acessar as representações fonológicas de estímulos visuais. Esta observação contradiz a visão clássica de que estímulos visuais deveriam progressivamente invadir as regiões que estão normalmente sobre influência auditiva - Hyo-Jeong Lee e colaboradores, [22].

Hyo-Jeong Lee e colaboradores [22] ressaltam ainda que, outros achados demonstram uma deteriorização específica do processamento fonológico ao longo do tempo desde o aparecimento da surdez. Em 8 de 9 pacientes arrolados no experimento em RMF com leitura facial, foi realizado um experimento adicional com RMF envolvendo uma tarefa de memória fonológica visual. Ao contrário da leitura facial, essa tarefa não obteve respostas maiores no STG posterior esquerdo em pacientes comparados aos controles, mas uma correlação negativa entre a atividade neural por

fonologia e a duração da surdez foi observada nessa região (área de Wernickie e giro supra-marginal). Este efeito foi associado com o aumento do tempo de reação e com o aumento da atividade em outras regiões cerebrais, o que suporta a idéia de que pacientes surdos progressivamente perdem a eficiência em processamento fonológico.

3.6. Colículos Superiores

Os colículos superiores são duas estruturas localizadas na região superior do tálamo, posicionados um à direita e outro à esquerda. Estas estruturas estão relacionadas ao controle de movimentos oculares, e, ainda, são mencionados na literatura como uma das regiões responsáveis pela produção da inibição de retorno. A figura 3.28 demonstra a localização dos colículos no tálamo.

Os colículos inferiores são duas estruturas localizadas na região inferior do tálamo. Também, um à direita e outro à esquerda. Os colículos inferiores são responsáveis por parte do processamento auditivo, e, através de conexões com os colículos superiores, estão relacionados aos movimentos cefálicos em direção ao local do surgimento de um estímulo auditivo.

Entretanto, Segundo Andrew J. e colaboradores [23], nas camadas mais profundas do colículo superior, os neurônios podem exibir uma "facilitação multi-sensorial", nos quais a resposta evocada por dois ou mais estímulos de diferentes modalidades pode ser maior do que a soma de suas respostas a diferentes estímulos apresentados isoladamente. Estas modificações de respostas são observadas quando estímulos multissensoriais diferentes são mais ou menos sincrônicos e se originam da

mesma região no espaço - o que seria o caso de um evento que pode ser visto tão bem quanto ouvido.

Figura 3.28. Colículos. Em vermelho, os colículos superiores, em amarelo, os colículos inferiores.

Segundo esses autores [23], um melhor desempenho como resultado de uma integração cross-modal requer que diferentes pistas sensoriais sejam percebidas como oriundas do mesmo evento. Eles dizem que vários fatores podem contribuir para essa acoplagem inter-sensorial, incluindo a proximidade no tempo e no espaço.

Embora o Experimento III - RMF não apresentasse uma variedade de estímulos sensoriais, a saber, apenas foram apresentados estímulos visuais que variavam em tamanho (pista = 0,5° e alvo = 1°), e no espaço (pistas a 8° distantes do centro, e alvos a 4° do centro), havia uma grande previsibilidade de aparecimento das pistas e dos alvos nos mesmos locais, em repetidas apresentações e em repetidos intervalos temporais. Pode-se sugerir que tal sincronia espaço-temporal possa ser uma resposta para ativação do colículo superior tanto para o grupo controle quanto para o experimental, como pode ser observado na figura 3.29.

Figura 3.29. Imagem por Ressonância Magnética Funcional com ampliação do tálamo, onde se localizam os dois colículos superiores e dois inferiores. À esquerda, grupo Experimental, à direita, grupo controle. Em ambos os grupos se podem observar ativações dos colículos superiores e inferiores.

3.7. Hipocampo.

Steven P. Tipper e colaboradores [48] em um artigo intitulado “Inibição de retorno da atenção em longo prazo” (Long-Term Inhibition of return of attention) relatam que durante as interações com meios complexos, a detecção e identificação da informação são críticas para se alcançar determinados alvos no comportamento. Antes de a ação ser iniciada, entretanto, informações relevantes do meio devem ser analisadas.

Essas idéias formam a base da investigação desses autores em relação à inibição de retorno em longo prazo. Eles afirmam que para tal, é necessário que se desvie do uso padrão dos paradigmas de IOR que se detém a estímulos limitados como o uso de quadrados pretos em uma tela cinza. Eles reconhecem a necessidade de se processar episódios distintos para que se tenham ativações mais robustas de memória.

Para isso eles apresentaram faces humanas como estímulo, pelo fato de os humanos processarem faces com mais fluência. Os estímulos faciais eram vistos apenas duas vezes durante o experimento, o que permita a discriminação de cada face.

Eles mostraram pela primeira vez que os mecanismos inibitórios que permeavam a IOR deixam um traço em longo prazo que pode ser reutilizado posteriormente quando objetivo do evento inicial é mais uma vez evocado. Para esclarecer, eles usaram o exemplo de uma pessoa procurando por uma faca na cozinha quando toca a campainha da porta. Após ter atendido a porta, quando a pessoa volta para a cozinha e volta a procurar a faca, ela não volta a procurar nos locais que anteriormente já tinham sido verificados.

Neste estudo com apresentação de face [48], os tempos de reação (RT) eram significativamente maiores quando o alvo era mostrado em uma face previamente sinalizada do que quando aparecia em outra face. Este resultado demonstrou uma Inibição de retorno em longo prazo.

Tipper e colaboradores [48] afirmam que esse efeito de inibição em longo prazo resulta de uma intrigante inter-relação entre os processos atencionais e de memória, nos quais os estados de inibição são decodificados em memória de longo termo em associação a objetos, locais e outras informações contextuais. Se uma codificação robusta ocorrer e a retomada de pistas forem oferecidas, a retomada de representações pertinentes ao evento reinicia o processo inibitório associado, que pode então afetar o desempenho muito tempo depois da apresentação original do estímulo.

Tipper e colaboradores [48] sugerem que a existência desse efeito inibitório de longo termo reside na retomada do processamento específico do episódio, incluindo a informações sobre a identidade do objeto e suas propriedades espaços-temporais do evento. Sugerem ainda a necessidade de mais pesquisas para a verificação de como essa decodificação ocorre.

O objetivo deste estudo, como tem sido frisado em toda a extensão deste trabalho, não é verificar os mecanismos que originam a inibição de retorno. Os resultados encontrados estão de acordo com o que foi dito por Steven P. Tipper e colaboradores [48], mencionados nos parágrafos anteriores, principalmente no que tange ao processamento das informações baseados nas propriedades espaço-temporais do evento. No estudo que esses autores apresentaram, a figura de faces demonstra que durante a

execução, há a formação e evocação de memória, o que seria o fundamento para que uma inibição a longo termo ocorra.

Neste estudo, os estímulos apresentados eram meros quadrados cinzas, sem o mesmo contexto de reconhecimento de faces, e, citando mais uma vez, também não forneciam nenhum outro parâmetro semântico ou biológico que servisse de base para uma facilitação para uma diminuição do tempo de reação.

Para que uma inibição a longo termo aconteça, é necessária a utilização de recursos de memória. A memória proporciona a vantagem adaptativa da experiência prévia para a solução de uma diversidade de problemas que a sobrevivência impõe. Essa vantagem não se restringe a funções como o desempenho habilidoso de tarefas percepto-motoras, geradas pelo registro de contingências espaciais e temporais entre estímulos, e destes estímulos com as suas respostas. Tampouco se restringe à lembrança de estímulos familiares, ou de locais específicos do ambiente. Além dessas funções, a memória permite também gerar previsões (probabilísticas) sobre eventos ambientais com base na identificação de regularidades passadas.

Isto possibilita antecipar eventos e selecionar dentre as inúmeras informações disponíveis no ambiente, as que receberão processamento preferencial por meio do direcionamento da atenção. Ademais, como resultados almejados podem ser previstos com base em registros sobre regularidades passadas, pode-se produzir ações que levem aos resultados desejados, isto é, gerar comportamento intencional - Helene e Xavier [20].

Através de técnicas de neuroimagem, neste caso, o imageamento funcional por ressonância magnética, é possível investigar ativações do

centro formador de memória, o hipocampo, durante o desempenho de tarefas que requerem sua participação.

Para verificar se neste modelo experimental havia indícios de formação de memória, verificou-se se havia ativação no hipocampo dos sujeitos de ambos os grupos. A figura 3.30 demonstra a localização do hipocampo. O resultado está demonstrado nas figuras 3.31, 3.32 e 3.33.

Figura 3.30. Foto demonstrativa da localização anatômica do hipocampo. A área se encontra circulada.

Figura 3.31. Imagem por Ressonância Magnética Funcional. Hipocampo. Grupo controle. Pode-se observar ativação neste grupo.

Figura 3.32: Imagem por Ressonância Magnética Funcional. Hipocampo. Grupo Experimental. Pode-se também observar ativação neste grupo.

Figura 3.33: Imagem por Ressonância Magnética Funcional com ampliação do Hipocampo. Visão expandida. À direita, grupo controle. À esquerda, grupo experimental. Observa-se ativação no hipocampo em ambos os grupos.

Conforme se pôde observar, ambos os grupos apresentaram ativações na região do hipocampo. Em nosso estudo, que utilizou ressonância magnética funcional enquanto os sujeitos respondiam a uma tarefa (o paradigma de Posner) – Experimento III, não foram encontrados fenômenos de inibição, o que leva a supor, que as facilitações encontradas em todas as condições testadas em ambos os grupos pode ter contado com o apoio do hipocampo, quando os sujeitos possivelmente memorizavam os locais de aparecimento de pista e alvo.

Em outras palavras, as ativações do hipocampo em nossos testes podem levar a supor que os sujeitos estavam atentos ao local e ao tempo de apresentação dos estímulos visuais, e que poderiam prever o tempo e o local de suas aparições. Ambos os grupos, aparentemente, usaram recursos

mnemônicos para gerarem probabilidades sobre estes aparecimentos, e, por conseguinte, melhorarem o desempenho na tarefa.

Obviamente, não se pode deixar de citar que muitos eventos podem contribuir para alterações nos TR, eventos esses que, na maioria das vezes são difíceis de ser controlados em laboratório. Como exemplo, pode-se citar a quantidade de tempo que o sujeito dormiu durante a noite, se o sujeito apresenta algum tipo de indisposição, ciclo menstrual, dentre outros.

Deve-se considerar que o grupo controle apresentou TRM mais rápidos quando comparados ao grupo experimental. A justificativa pode ser a de que as pistas possivelmente eram percebidas como oriundas no mesmo evento, incluindo a proximidade no tempo e no espaço. Se, de fato, o grupo experimental possui um déficit no processamento temporal, a proximidade no tempo não traria vantagens para o aumento do desempenho, diferente do grupo controle.

Capítulo 4 - Discussão geral:

O trabalho teve como idéia inicial verificar, através de testes psicofísicos, com o paradigma de Inibição de Retorno, se os padrões atencionais visuais de pessoas surdas diferiam de pessoas ouvintes baseado na suposição popular de que quando uma pessoa é privada de um dos sentidos, outro sentido, ou os outros, compensariam a perda.

No Experimento I - Carvalho [6], se verificou que esses padrões não eram tão diferentes, pois, nos resultados encontrados, as condições que evocavam facilitação para as pessoas ouvintes, também evocavam facilitação para pessoas surdas e, as condições evocavam inibição para ouvintes, a inibição também era evocada nas pessoas surdas. Este achado sugeriu que os padrões atencionais para ambos os grupos eram, de fato, semelhantes.

Considerando que as modificações atencionais em pessoas surdas acontecem principalmente na região periférica, não se pode, deixar de considerar que, provavelmente, as pistas periféricas deste trabalho poderiam estar localizadas em um ponto no qual ainda não seja considerado, para surdos, uma região periférica importante (Jason Proksch colaboradores [38]; Daphne Bevalier e colaboradores [11]). Alguns autores consideram a largura dos ombros de um emissor durante um diálogo (no caso de surdos sinalizadores) e toda a região da face durante um diálogo (surdos leitores faciais) como região central atendida pela atenção.

Uma observação, entretanto, demonstrou que, nos testes psicofísicos, quando havia um intervalo temporal maior (800 ms) entre as pistas e o aparecimento do alvo pessoas ouvintes apresentavam respostas

manuais mais rápidas, enquanto o grupo de surdos apresentavam TR lentos.

Este fato sugeriu que em intervalos temporais longos (800ms) entre pista e alvo, os sujeitos ouvintes possivelmente realizavam uma programação motora enquanto estavam à espera do alvo. O grupo experimental, por conseguinte, possivelmente esperava que o alvo aparecesse para que a programação motora fosse executada, e então pressionassem a tecla. Em relação à programação motora, sugere-se que estudos mais acurados sejam realizados para testar tal possibilidade.

Para que as diferenças nos TRM ficassem mais evidentes o Experimento I foi modificado, de forma que os intervalos temporais fossem apresentados de forma fixa, e não randômica como no Experimento I. Também, com o intuito de facilitar o máximo possível a tarefa, não foram incluídos catch trials. Os sujeitos não seriam informados sobre a constância temporal da apresentação dos estímulos. Assim surgiu o Experimento II.

Esperava-se que, ao realizar o Experimento II, os sujeitos se adaptassem ao ritmo de apresentação dos estímulos, o que reduziria muito o tempo de reação manual, ainda que se corresse o risco de que os fenômenos de inibição e facilitação não aparecessem.

Os resultados encontrados no Experimento II demonstraram que as pessoas ouvintes aparentemente se adaptaram ao ritmo e apresentaram TRM menores que os do Experimento I. Os fenômenos de inibição e facilitação foram evocados, apesar de uma forma não tão robusta.

O grupo experimental apresentou TRM ainda maiores (mais lentos) no Experimento II do que no Experimento I, demonstrando que

aparentemente não se adaptaram à apresentação dos estímulos em um intervalo temporal constante.

A idéia que se seguiu era que, ao se realizar uma determinada tarefa, as pessoas elaboram estratégias que possivelmente utilizam a linguagem como forma de organização mental. Esta elaboração de estratégia possivelmente contenha um contexto semântico implícito.

Ao se considerar que o paradigma empregado não possuía contexto semântico explícito e que as pistas não tinham valor preditivo sobre o local e o momento do aparecimento do alvo, se supõe que o tempo pudesse ser o principal parâmetro físico que pudesse servir de base para melhorar o desempenho na tarefa.

Pessoas ouvintes usam a língua oral como forma de comunicação e possivelmente de organização do pensamento. Um dos fatores físicos primários da língua oral é o tempo. O tempo era o mesmo fator físico de maior importância na tarefa apresentada como foi mencionado anteriormente. Isto pode ter sido a possível razão do melhor desempenho de pessoas ouvintes neste teste comparadas às pessoas surdas.

Ora, considerando que os surdos testados no Experimento I e II eram usuários de língua de sinais, e que essa língua é viso-espacial e possui o tempo como fator físico secundário, pode-se especular que o parâmetro temporal não era aquele recrutado como primeiro. O fator visual é um dos parâmetros primários na língua de sinais. Talvez os surdos tenham dado prioridade ao aparecimento do alvo, e descartado a vantagem da apresentação constante no tempo destes estímulos. Esta possivelmente seja uma explicação plausível para que os surdos não apresentassem TRM

menores em intervalos longos entre pista e alvo comparados aos TRM para alvos com intervalos curtos.

As alterações feitas no Experimento III - Ressonância Magnética Funcional (Block Design) merecem ser destacadas:

1. Em relação à apresentação de estímulos, por motivos técnicos foram apresentados de forma completamente fixos. Esta modificação pode ter resultado em uma extrema facilitação nas respostas e pode ser uma justificativa para a não evocação da Inibição de Retorno, o que não representa um problema para este estudo, considerando que os dois grupos continuaram a apresentar o mesmo padrão de evocação dos fenômenos nos três experimentos.
2. A maioria dos sujeitos do grupo experimental que se apresentou para os testes, embora estivessem dentro dos padrões adotados anteriormente quanto à idade da perda auditiva e ao tipo de perda, não era, predominantemente, usuária de língua de sinais, o que também não representa problema para este estudo. Considerando que, como mencionado acima, mesmo leitores faciais necessitam de recursos de comunicação semelhantes aos sinalizadores, como a fixação da atenção no rosto do emitente e a análise das formas dos lábios e faces, o que é bem característico da língua de sinais.
3. Os sujeitos surdos, em sua maioria, eram aposentados e estavam incluídos em uma faixa etária acima da média dos grupos testados nos Experimentos I e II. Este fato fez com que sujeitos idosos também fossem recrutados para o grupo controle.

Os resultados de psicofísica do Experimento III foram bastante diferentes dos resultados encontrados nos experimentos I e II, a saber, não apresentaram inibição de retorno. Este fato pode ser devido à extrema possibilidade de previsão quanto aos locais e momentos de aparecimento dos estímulos neste teste por parte dos sujeitos. Os resultados encontrados entre surdos e ouvintes quase não diferiram, como será discutido adiante.

No experimento III, ambos os grupos apresentaram médias nos TRM mais altas comparadas aos experimentos I e II. A análise dos grupos divididos por faixa etária demonstrou que os sujeitos idosos apresentavam TRM mais lentos durante os testes, enquanto os resultados encontrados com sujeitos jovens (mesma faixa etária do experimento I e II) apresentavam médias semelhantes nos TRM aos experimentos I e II.

Estes resultados estão de acordo com estudos que mostram que os TRM são influenciados pela idade. Foi visto que a literatura relata que crianças possuem tempo TRM diferentes (maiores) que adolescentes e adultos - Amy C. MacPherson e colaboradores [25]. O Experimento III apresentou TRM maiores (mais lentos) à medida que a idade aumenta. Este fato aconteceu tanto para o grupo controle quando para o grupo experimental no Experimento III – RMF (Block Design).

Outra hipótese a ser levada em conta em relação à apresentação de TRM maiores por ambos os grupos no Experimento III – RMF, é que os sujeitos estavam deitados, diferente do Experimento I e II. Não se pode descartar a possibilidade de que essa posição possa interferir nos TR.

As imagens feitas com RMF demonstraram que, embora o tipo de teste apresentado não contivesse contexto semântico explícito, havia ativações corticais nas áreas clássicas de processamento de linguagem,

como área de Wernicke e Broca e suas homólogas, assim como o córtex auditivo. O grupo experimental apresentava ativações mais intensas e difusas.

Esses resultados são consistentes com os encontrados por Gemma A. Calvert and Ruth Campbell [4]. Estes autores apresentaram testes com conceitos semânticos e citam que, com respeito às regiões de processamento de linguagem, a comunicação silenciosa mostrou um padrão semelhante ao de comunicação com movimentos. Quando os sujeitos viam imagens estáticas de fala, a ativação foi observada em sistemas tradicionais de linguagem, predominantemente no hemisfério esquerdo, incluindo as regiões: frontal inferiora (área de Broca) e látero-temporal – nesta última na região do giro supramarginal e no STS.

No experimento III - RMF foi visto que que ambos os grupos tiveram as regiões cerebrais dedicadas ao processamento de linguagem ativadas, assim como suas áreas análogas, consistentes com as afirmações de Mairéad MacSweeney, e colaboradores [26] que relatam que em geral, a organização cortical para o uso de língua de sinais em nativos é semelhante àquela para a língua falada.

Ao se analisar topologicamente o giro de Heschl, não foram verificadas alterações de tamanho ou estrutura no grupo experimental quando comparados ao grupo controle. Em outras palavras, não foram vistas hipoplasias no córtex auditivo no grupo experimental. Este grupo, entretanto era composto de pessoas surdas, tanto leitoras faciais oralizadas como sinalizadores. Talvez a possível plasticidade cruzada deste córtex seja concernente ao processamento de linguagem desde o surgimento da surdez na infância, possa ser uma justificativa plausível para

uma normoplasia deste referido córtex no grupo experimental, de acordo com as afirmações de Mairéad MacSweeney, e colaboradores [26] que relatam que em geral, a organização cortical para o uso de língua de sinais em nativos é semelhante àquela para a língua falada.

Assim como foi visto anteriormente, embora o córtex auditivo possa ter sido considerado por muito tempo como unimodal, vários estudos relatam atividades nos córtices auditivos relacionadas a processamento de estímulos visuais, táteis, somatossensoriais, comunicação áudio-visual, compreensão de língua de sinais por pessoas surdas, estímulos visuais em movimento por pessoas surdas, movimentos lingüísticos biológicos como processamento da movimentação de lábios, movimentos não biológicos como movimento de pontos vistos por pessoas surdas, percepção de movimentos oculares e da boca, dentre outros, como já citado anteriormente.

Em resumo pode-se considerar que o córtex auditivo possa ter um processamento multimodal. Isto sugere que o fato de pessoas apresentarem deficiência auditiva desde o nascimento não implica necessariamente em hipoplasia ou atrofia do córtex auditivo. Para que essa afirmação seja possível é necessário que o córtex auditivo não esteja ativado apenas por estímulos auditivos.

Este trabalho mencionou vários relatos da literatura nos quais o córtex auditivo continua recebendo informações de outras regiões corticais que não necessariamente estímulos auditivos. Se observarmos os relatos mencionados anteriormente, estes estímulos que também são processados no córtex auditivo possuem uma importante semelhança. Eles são

pertinentes a parâmetros físicos da língua utilizada pelos indivíduos (comunicação), seja língua oral, seja língua de sinais.

Não é de se admirar que pessoas surdas tenham ativação no córtex auditivo para estímulos não biológicos, como movimentos de pontos, como sugerido por Norihiro Sadato e colaboradores [43]. A língua de sinais é totalmente dinâmica ao se analisar movimentos. Neste caso, o movimento – análise de formas no espaço em função do tempo – é um fator preponderante na língua de sinais ou leitura facial, utilizadas por pessoas surdas.

Se tal afirmação for verdadeira, então se pode intuir que o córtex auditivo possa estar envolvido também no processamento dos parâmetros físicos do tipo de língua utilizado pelo indivíduo. Esta hipótese justificaria a plasticidade cruzada no córtex auditivo.

Embora os estímulos possam ser visuais, faria sentido considerar que o estímulo visual representasse fatores físicos que compõem a forma de comunicação do indivíduo surdo. Uma vez estabelecida uma conexão entre ativações do córtex auditivo e o processamento de linguagem, poder-se-ia sugerir que há plasticidade cruzada, e que os estímulos que passassem a ativar esta área de Heschl (córtex auditivo) estariam baseados no parâmetro físico do tipo de língua utilizada, seja oral, seja de sinais.

Os resultados do Experimento III - RMF mostraram que ambos os grupos apresentaram ativações corticais nas áreas clássicas de linguagem, como nas áreas de Wernicke e Broca, assim como suas homólogas no hemisfério direito e no córtex auditivo. Foi visto que o grupo experimental apresentava ativações mais intensas e difusas que o grupo controle.

Apresentar uma ativação mais difusa, como foi visto várias vezes no grupo experimental, poderia sugerir duas possibilidades:

1. A Primeira, que mais áreas corticais fossem recrutadas para desempenhar uma dada tarefa, e,
2. A segunda, que a distribuição topográfica das redes neuronais pudesse ser diferente no córtex de pessoas surdas.

Ambas as hipóteses apontam para uma neuroplasticidade, seja cruzada, como na primeira hipótese, ou uma alteração cortical tomando por base a segunda hipótese.

Ao se analisar a topografia do giro de Heschl, verificou-se que o grupo experimental não apresentava diferença significativa em relação ao grupo controle. Em outras palavras, neste estudo não foram encontradas hipoplasia, tampouco hiperplasia da área de Heschl no grupo experimental.

A análise com RMF demonstrou ativações no córtex auditivo em ambos os grupos. O fato de o grupo experimental apresentar semelhanças tanto na estrutura cortical, como nos padrões de ativação no giro de Heschl (córtex auditivo) ao realizar estes testes, pode estar relacionado ao fato de que o Giro de Heschl possa estar envolvido no processamento de linguagem.

O processamento de ações humanas pode recrutar sistemas pre-frontais, ínfero-frontais e parietais independente da necessidade motora explícita da tarefa – Grèzes & Decety, [18]. Da mesma forma, pode-se sugerir que as áreas clássicas dos centros de fala e audição podem ser recrutadas sem que os indivíduos estejam realizando uma conversação. Em outras palavras, áreas de fala e audição (como as áreas de Wernicke,

Broca, sua homóloga no hemisfério direito e o Córtex auditivo) poderiam ser recrutadas quando fosse necessário elaborar uma estratégia para se executar uma determinada atividade, mesmo que esta tarefa não contenha um valor semântico explícito, pois a estratégia adotada pelo sujeito poderia conter um valor semântico implícito.

Hyo-Jeong Lee e colaboradores [22] sustentam que é possível que a privação auditiva, além de induzir uma re-organização lenta e progressiva do córtex temporal, provoque uma reorganização funcional rápida de circuitos multimodais latentes, como desinibir conectividades de longo alcance com outras modalidades sensoriais, por exemplo.

Eles postulam a hipótese de que, se as respostas cruzadas resultam de reorganização temporal baseadas em novas conectividades e sinaptogênese, as respostas visuais no córtex temporal dos surdos deveria se remodelar ao longo de meses a anos após a privação sensorial. Se, por outro lado, as respostas cruzadas resultam de reorganização imediata, as respostas visuais no córtex temporal deveriam ser observadas rapidamente, independente do tempo decorrido do surgimento da surdez.

Os resultados encontrados por Mairéad MacSweeney e colaboradores [26] mencionando que, em pessoas ouvintes pode haver ativação do córtex auditivo, sempre incluindo os córtices primários e secundários, quando estes estão realizando leitura silenciosa, demonstram que o processamento lingüístico cognitivo envolve o córtex auditivo. Foi visto também no estudo de Norihiro Sadato e colaboradores [43], que a compreensão de língua de sinais ativa o córtex auditivo em sujeitos surdos.

Neville e colaboradores [31] observaram um aumento de atividade no sulco temporal superior (STS) durante a compreensão de língua de Sinais Americana (ALS) em surdos congênitos e ouvintes sinalizadores nativos.

No Experimento III – RMF ambos os grupos apresentaram ativações nos Giros de Heschl enquanto executavam a tarefa psicofísica que, embora não possuísse contexto semântico explícito, tampouco nenhuma estimulação sonora semântica, possuía o tempo como o principal parâmetro físico no qual os sujeitos pudessem se basear para melhorar o desempenho na tarefa.

Este principal parâmetro físico – o tempo – é também um parâmetro primário do tipo de língua oral, e um parâmetro secundário na língua de sinais. Ativações no giro de Heschl em ambos os grupos durante a execução desta tarefa levam a sugerir que essas ativações não eram restritas às pessoas surdas e que o processamento cruzado possivelmente não era decorrente da surdez, indicando a participação do córtex auditivo no processamento de linguagem.

Este trabalho sugere também que regiões corticais dedicadas a processamento de linguagem possam ser ativadas durante o desempenho de uma atividade que não contenha contexto semântico explícito, mas que contenha parâmetros físicos da linguagem utilizada pelo indivíduo, ou ainda que possam ser ativadas por contextos semânticos implícitos consoantes à elaboração de estratégia para executar a atividade.

Ora, o pensamento é organizado de forma direta pela linguagem. Durante o pensamento, áreas responsáveis pelo processamento de linguagem são ativadas. Este estudo demonstrou ativações nas áreas de Wernickie e sua área homóloga, área de Broca e sua área homóloga e

córtex auditivo, o que leva a supor a utilização de um pensamento semanticamente coerente, ainda que implícito, para aumento do desempenho da tarefa.

Este estudo também demonstrou ativações nos colículos superiores e inferiores. Os colículos superiores são amplamente conhecidos como responsáveis por movimentos oculares e também pela inibição de retorno. Foi demonstrado um relato de Andrew J. e colaboradores [23], que atribuíam uma exibição de uma “facilitação multisensorial” aos colículos superiores quando estímulos são apresentados de forma mais ou menos sincrônicas e se originam da mesma região no espaço. Eles atribuem um melhor desempenho como um resultado de integração cruzada que requer que diferentes pistas sensoriais sejam percebidas como oriundas do mesmo evento, incluindo a proximidade no tempo e no espaço.

Esta afirmação pode favorecer a conclusão de que a apresentação totalmente uniforme no tempo e no espaço tenha facilitado sobremaneira as respostas ao teste psicofísico e justificar a ausência das inibições encontradas nos testes anteriores.

O fato de o grupo controle ter apresentado TRM mais curtos do que o grupo experimental, pode se basear na mesma justificativa acima e considerar que as pistas eram percebidas oriundas no mesmo evento, incluindo a proximidade no tempo e no espaço. Se, de fato, o grupo experimental possui um déficit no processamento temporal, a proximidade no tempo não traria vantagens para o aumento do desempenho nesta tarefa, diferente do grupo controle.

Como mencionado anteriormente, para que uma inibição a longo termo aconteça, é necessária a utilização de recursos de memória. Este

trabalho também demonstrou ativações no hipocampo em ambos os grupos.

Poderia parecer contraditório esperar que no Experimento III, que não evocou inibições em nenhuma das condições testadas, essas afirmações favoreçam uma justificativa satisfatória. Entretanto, as ativações do hipocampo em nossos testes demonstram que os sujeitos poderiam estar, de fato, atentos ao local e ao tempo de apresentação dos estímulos visuais, e que possivelmente previam o tempo e o local de suas aparições. Ambos os grupos, aparentemente, usaram recursos mnemônicos para gerar probabilidades sobre estes aparecimentos, e, por conseguinte, melhorarem o desempenho na tarefa.

5. Considerações Finais:

Este estudo utilizou o paradigma psicofísico de Posner, que utiliza a inibição de retorno como modelo de estudo de processos atencionais. A idéia inicial era verificar se os padrões atencional visuais de pessoas surdas diferiam de pessoas ouvintes baseado nas suposições de que quando uma pessoa é privada de um dos sentidos, outro sentido, ou os outros, compensariam essa perda.

No trabalho inicial se verificou que esses padrões não eram tão diferentes, pois as condições que evocavam facilitação nas pessoas ouvintes, também evocavam facilitação nas pessoas surdas e, por outro lado, quando evocavam inibição em ouvintes, a inibição também era evocada em pessoas surdas. Isto permitiu concluir que os padrões atencionais para ambos os grupos possam ser semelhantes.

Foi observado, porém, que quando as pessoas ouvintes tinham um intervalo temporal maior (800ms), elas tomavam vantagem deste intervalo temporal para realizarem respostas manuais mais rápidas, enquanto o grupo de surdos não, apesar de também terem apresentado o fenômeno de facilitação.

Para deixar o fato mais evidente, o Experimento I foi modificado de forma que os intervalos temporais fossem fixos sem que os sujeitos fossem informados. Esperava-se que ao realizar o teste, os sujeitos se adaptassem ao ritmo de apresentação dos estímulos e reduzissem os TRM, ainda que corresse o risco de que os fenômenos de inibição ou facilitação não aparecessem.

Os resultados do Experimento II sugerem que as pessoas ouvintes se adaptaram ao ritmo e apresentaram TRM menores que os do Experimento I. Os fenômenos de inibição e facilitação foram evocados no Experimento II, embora que menos robustos que no Experimento I. O grupo experimental, entretanto, foi ainda mais lento ao realizar a tarefa no Experimento II (Intervalos Temporais Fixos). Este fato evidenciou que os surdos não diminuíram os TR a despeito da vantagem da apresentação uniforme do intervalo temporal, sugerindo que surdos sinalizadores possam apresentar um déficit no processamento temporal.

Com o intuito de verificar se ao se elaborar uma estratégia para se realizar uma determinada tarefa, áreas classicamente conhecidas como responsáveis por processamento de linguagem são ativadas, foi utilizada a Ressonância Magnética funcional - Experimento III – RMF (Block Design).

A forma de apresentação dos estímulos foi modificada para se ajustar à técnica de RMF. Os estímulos foram apresentados de forma completamente fixa, o que resultou em uma extrema facilitação nas respostas e a não obtenção do fenômeno de Inibição de Retorno.

O grupo experimental para RMF (Experimento III) era composto por sujeitos surdos aposentados, o que elevou a média das idades, e fez com que sujeitos idosos também fossem recrutados para compor o grupo controle. Havia ainda o fato de, este grupo experimental diferir dos demais testados pelo fato de, neste grupo, os surdos utilizarem predominantemente leitura facial e oralização.

As imagens feitas com RMF demonstraram que, embora o tipo de teste apresentado não contivesse contexto semântico explícito, havia ativações corticais nas áreas clássicas de processamento de linguagem -

como área de Wernicke e Broca, suas homólogas no hemisfério direito, assim como o córtex auditivo - em ambos os grupos, possivelmente decorrente da utilização de estratégias que continham contextos semânticos implícitos para a resolução do problema. O grupo experimental, entretanto, apresentava ativações mais intensas e difusas.

Embora o córtex auditivo possa ser considerado como unimodal, vários estudos relatam atividades nos córtices auditivos relacionadas a processamento de estímulos visuais, táteis, somatossensoriais, comunicação áudio-visual, compreensão de língua de sinais por pessoas surdas, estímulos visuais em movimento por pessoas surdas, movimentos lingüísticos biológicos como processamento da movimentação de lábios, movimentos não biológicos como movimento de pontos vistos por pessoas surdas, percepção de movimentos oculares e da boca, dentre outros.

Se tal afirmação for verdadeira, então podemos sugerir que o córtex auditivo também esteja envolvido no processamento de linguagem possivelmente baseado nos parâmetros físicos do tipo de língua utilizada pelo indivíduo, seja oral, seja de sinais.

Esta hipótese justificaria a plasticidade cruzada no córtex auditivo de pessoas surdas. Embora os estímulos possam ser visuais (quadrados apresentados na tela), faria sentido considerar que ao elaborar uma estratégia para responder ao teste, um contexto semântico implícito poderia ser estabelecido pelo sujeito e este contexto semântico implícito ativasse as áreas de processamento de linguagem. Uma vez estabelecida uma conexão entre ativações do córtex auditivo com o processamento de linguagem, poder-se-ia sugerir que há plasticidade cruzada, e que os estímulos que passam a ativar as áreas de linguagem seriam aqueles que possuem os

parâmetros físicos do tipo de língua utilizada pelo sujeito, como o tempo para a língua oral, e estímulos visuais no espaço para a língua de sinais.

Verificamos que o grupo experimental aparentemente apresentou ativações mais difusas que o grupo controle. Isso remete à possibilidade de que áreas corticais mais extensas sejam recrutadas para desempenhar uma dada tarefa, e que a distribuição topográfica das redes neuronais possa ser diferente nos surdos.

Foi analisada a topografia do giro de Heschl em ambos os grupos e se pôde ver que o grupo experimental não apresentava uma diferença significativa em relação ao grupo controle. Em outras palavras, imagens anatômicas do córtex auditivo de pessoas surdas não demonstraram hipoplasias ou hipertrofias.

A análise com RMF demonstrou ativações no giro de Heschl em ambos os grupos enquanto executavam uma tarefa que, embora não possuísse nenhum contexto semântico explícito, possuía o tempo como o principal parâmetro físico no qual os sujeitos pudessem se basear para melhorar o desempenho na tarefa - o ritmo. Ativações no giro de Heschl durante a execução desta tarefa nos levam a sugerir que as ativações não eram restritas às pessoas surdas e que o processamento cruzado não era decorrente da surdez, o que possivelmente pode indicar a participação do córtex auditivo no processamento de linguagem.

Sugriu-se também que regiões corticais dedicadas ao processamento semântico de linguagem possam ser ativadas durante o desempenho de uma atividade que não contenha contexto semântico explícito, mas que contenha parâmetros físicos da língua utilizada pelo indivíduo. Também se considerou que os sujeitos poderiam fazer uso de um

contexto semântico implícito para elaborar estratégias que os ajudassem a executar melhor a tarefa. Possivelmente este contexto semântico implícito possa ter levado a ativações nas áreas clássicas de linguagem.

Este estudo também demonstrou ativações nos colículos superiores aos quais são atribuídas as funções de processamento do movimento ocular, considerados como prováveis centros responsáveis pela inibição de retorno, e também responsáveis pela facilitação multisensorial quando os estímulos são sincronicamente provenientes do mesmo local no tempo e no espaço.

Um melhor desempenho na tarefa, com TRM menores (mais rápidos) pode ser um resultado da integração cruzada que requer que diferentes pistas sensoriais sejam percebidas como oriundas do mesmo evento, incluindo a proximidade no tempo e no espaço.

Esta afirmação pode favorecer a conclusão de que a apresentação totalmente uniforme no tempo e no espaço tenha facilitado sobremaneira as respostas ao teste psicofísico e justificar a ausência das inibições encontradas nos dois experimentos anteriores (Experimentos I e II). Se, de fato, o grupo experimental possui um déficit no processamento temporal, a proximidade no tempo não oferecia uma vantagem para o aumento do desempenho, diferente do grupo controle.

Este trabalho demonstrou ainda ativações no hipocampo em ambos os grupos, o que leva a supor que os sujeitos possivelmente estavam atentos ao local e ao tempo da apresentação dos estímulos visuais, e que possivelmente memorizavam tempo e o local de suas aparições. Ambos os grupos, aparentemente, usaram recursos mnemônicos para gerarem

probabilidades sobre estes aparecimentos, e, por conseguinte, melhorarem o desempenho na tarefa.

Em resumo, pode-se dizer que, os processos atencionais entre surdos e ouvintes podem até apresentar diferenças entre si, mas que essas diferenças não são conseqüentes da surdez, e sim do tipo de língua utilizada pelos indivíduos.

As ativações nas áreas clássicas de linguagem em ambos os grupos demonstram que ao se precisar aumentar o desempenho em determinada tarefa provavelmente os sujeitos elaboram estratégias com valores semânticos implícitos o que leva ativação dessas áreas de linguagem.

As ativações no giro de Heschl durante o desempenho da tarefa do Experimento II podem ser mais uma evidência de que tal córtex não seja unimodal, e sim multimodal, e que os estímulos que passarão a ativar essa área são aqueles que contenham os parâmetros físicos da língua utilizada pelos sujeitos.

Desta forma, aparentemente há uma plasticidade cruzada nos centros de fala e de audição em indivíduos que tenham sofrido privação ou deficiência de fala e audição desde a infância, e que esta plasticidade cruzada pode ser dependente do tipo de língua que os indivíduos utilizam.

6. Apêndice.

Este apêndice contém as tabelas com os valores absolutos dos TRM que foram obtidos durante a realização do teste psicofísico do paradigma de Posner (Inibição de Retorno). Para maior compreensão, os detalhes de apresentação dos testes estão descritas na sessão de materiais e métodos de testes psicofísicos.

Para proteger a integridade dos sujeitos, eles tiveram os seus nomes substituídos por um código (BD) referente ao tipo de experimento realizado (BBlock Design). O grupo controle recebeu algarismo em dezenas (BD1, BD2 etc.), e o Grupo Experimental, recebeu algarismos em centenas (BD100, BD101 etc.)

Nas tabelas encontram-se as seguintes abreviaturas:

- IP: Alvo ipsilateral à pista.
- CO: Alvo contralateral à pista.
- BI: Pistas bilaterais.
- ON: Pistas que permanecem acesas.
- OFF: Pistas que se apagam antes do aparecimento do alvo.
- ESQ: Pista apresentada no hemisfério visual esquerdo.
- DIR: Pista apresentada no hemisfério visual direito.

BD1

IP	ON	100	Esq	15	17	20	23	26	91	94	97	100	102	168	171	174	176	179
CO	ON	100	Esq	40	43	45	48	51	117	120	123	125	128	194	196	199	201	204
BI	ON	100	Esq	66	68	71	74	77	143	146	148	151	153	219	221	224	226	229
IP	OFF	100	Esq	15	17	20	22	25	89	92	94	97	100	163	166	168	171	173
CO	OFF	100	Esq	40	42	45	47	50	114	117	119	122	124	188	190	193	196	198
BI	OFF	100	Esq	64	67	69	72	75	139	141	144	146	149	213	215	218	220	223
IP	ON	100	Dir	15	17	20	22	25	88	91	93	96	98	162	164	166	169	171
CO	ON	100	Dir	39	42	45	47	50	113	115	118	120	123	186	188	191	193	196
BI	ON	100	Dir	64	66	69	71	74	137	140	142	145	147	210	213	215	217	220
IP	OFF	100	Dir	39	42	44	47	49	113	115	118	120	122	186	188	191	193	196
CO	OFF	100	Dir	15	17	20	22	25	88	91	93	96	98	161	164	166	169	171
BI	OFF	100	Dir	64	66	69	71	74	137	139	142	144	147	210	212	215	217	220
IP	ON	800	Esq	15	18	22	25	28	99	103	106	109	112	184	187	190	194	197
CO	ON	800	Esq	43	46	50	53	56	128	131	134	137	141	212	215	219	222	225
BI	ON	800	Esq	71	74	78	81	84	156	159	162	165	169	240	244	247	250	254
IP	OFF	800	Esq	15	19	22	25	28	100	103	106	110	113	184	187	190	194	197
CO	OFF	800	Esq	43	47	50	53	57	128	131	134	138	141	212	215	219	222	225
BI	OFF	800	Esq	72	75	78	81	85	156	159	162	166	169	240	244	247	250	253
IP	ON	800	Dir	15	19	22	25	28	100	103	106	110	113	184	187	190	194	197
CO	ON	800	Dir	44	47	50	53	57	128	131	134	138	141	212	215	219	222	225
BI	ON	800	Dir	72	75	78	81	85	156	159	162	165	169	240	244	247	250	253
IP	OFF	800	Dir	43	47	50	53	56	128	131	134	137	141	214	217	220	223	226
CO	OFF	800	Dir	15	19	22	25	28	100	103	106	109	113	184	188	191	194	198
BI	OFF	800	Dir	71	74	78	81	84	156	159	162	166	169	241	244	248	251	254

BD2

IP	ON	100	Esq	15	18	21	24	26	93	95	98	101	103	169	172	174	177	180
CO	ON	100	Esq	41	44	46	49	52	118	121	123	126	129	194	197	200	202	205
BI	ON	100	Esq	67	69	72	75	77	144	146	149	152	154	220	222	225	228	230
IP	OFF	100	Esq	15	18	21	24	27	93	95	98	100	103	169	171	174	176	179
CO	OFF	100	Esq	42	44	47	50	52	118	120	123	126	129	194	196	199	202	205
BI	OFF	100	Esq	67	70	73	75	78	144	146	149	152	154	219	222	225	227	230
IP	ON	100	Dir	15	18	22	25	27	93	96	99	102	104	170	172	175	177	180
CO	ON	100	Dir	43	45	48	51	53	119	122	124	127	130	195	198	201	203	206
BI	ON	100	Dir	68	70	73	76	78	144	147	150	152	155	221	224	227	229	232
IP	OFF	100	Dir	41	44	47	49	52	118	120	123	126	129	194	197	200	202	205
CO	OFF	100	Dir	15	18	21	24	27	92	95	98	100	103	168	171	174	177	180
BI	OFF	100	Dir	67	70	72	75	78	143	146	149	151	154	220	222	225	228	230
IP	ON	800	Esq	15	19	22	26	29	103	106	109	112	116	190	193	196	199	203
CO	ON	800	Esq	45	48	52	55	58	132	135	139	142	146	218	221	225	228	231
BI	ON	800	Esq	74	77	81	84	87	161	164	168	171	174	247	250	253	257	260
IP	OFF	800	Esq	16	20	23	27	30	103	106	110	113	116	191	194	197	201	204
CO	OFF	800	Esq	45	49	52	55	59	132	135	139	142	145	220	224	227	230	233
BI	OFF	800	Esq	74	77	81	84	88	161	164	168	171	175	249	253	256	259	263
IP	ON	800	Dir	16	19	23	26	29	102	105	109	112	115	189	192	195	198	202
CO	ON	800	Dir	45	48	51	55	58	131	134	137	140	144	217	220	224	227	231
BI	ON	800	Dir	73	77	80	83	87	159	162	166	170	173	247	250	253	257	260
IP	OFF	800	Dir	45	48	51	55	58	132	135	138	142	145	219	222	225	228	232
CO	OFF	800	Dir	16	19	23	26	29	103	106	110	113	116	189	193	196	200	203
BI	OFF	800	Dir	74	77	81	84	88	160	164	167	170	174	248	251	254	258	261

BD3

IP	ON	100	Esq	15	18	21	23	26	90	93	95	98	100	164	167	169	172	174
CO	ON	100	Esq	40	43	46	48	51	115	117	120	123	125	189	191	194	197	199
BI	ON	100	Esq	65	68	71	73	76	140	142	145	147	150	214	216	219	221	224
IP	OFF	100	Esq	14	17	19	22	25	88	91	93	96	98	162	164	167	169	172
CO	OFF	100	Esq	39	42	44	47	49	113	115	117	120	123	186	189	191	194	196
BI	OFF	100	Esq	63	66	68	71	74	137	140	142	145	147	211	213	216	218	221
IP	ON	100	Dir	15	17	20	22	25	89	91	94	96	99	162	165	167	170	172
CO	ON	100	Dir	39	42	45	47	50	113	116	118	121	123	187	189	192	194	197
BI	ON	100	Dir	64	67	69	72	74	138	140	143	145	148	211	214	216	219	221
IP	OFF	100	Dir	39	41	44	46	48	111	114	116	119	121	184	187	189	192	194
CO	OFF	100	Dir	14	17	19	22	24	87	90	92	95	97	160	162	165	167	170
BI	OFF	100	Dir	63	65	68	70	73	136	138	140	143	145	208	211	213	216	218
IP	ON	800	Esq	15	19	22	25	28	99	102	105	109	112	183	186	189	192	196
CO	ON	800	Esq	43	47	50	53	56	127	130	133	137	140	211	214	217	220	224
BI	ON	800	Esq	71	74	78	81	84	155	158	161	165	168	239	242	245	248	252
IP	OFF	800	Esq	15	18	22	25	28	99	103	106	109	112	184	187	191	194	197
CO	OFF	800	Esq	43	46	50	53	56	127	131	134	137	141	212	216	219	222	225
BI	OFF	800	Esq	71	74	78	81	84	156	159	162	166	169	240	244	247	250	253
IP	ON	800	Dir	15	19	22	25	28	100	103	106	109	113	184	187	190	193	196
CO	ON	800	Dir	43	47	50	53	56	128	131	134	137	140	212	215	218	221	225
BI	ON	800	Dir	72	75	78	81	84	156	159	162	165	169	240	243	246	249	253
IP	OFF	800	Dir	43	46	50	53	56	128	131	134	137	141	212	215	218	221	225
CO	OFF	800	Dir	15	18	22	25	28	100	103	106	109	112	184	187	190	193	197
BI	OFF	800	Dir	71	75	78	81	84	156	159	162	165	169	240	243	246	250	253

BD4

IP	ON	100	Esq	15	17	20	22	25	89	91	94	96	99	162	165	167	170	172
CO	ON	100	Esq	39	42	45	47	50	113	116	118	121	123	187	189	192	194	197
BI	ON	100	Esq	64	67	69	72	74	138	140	143	145	148	211	214	216	219	221
IP	OFF	100	Esq	14	17	19	22	24	88	90	93	95	98	161	163	166	168	170
CO	OFF	100	Esq	39	41	44	47	49	112	115	117	119	122	185	187	190	192	195
BI	OFF	100	Esq	63	66	68	71	73	136	139	141	144	146	209	212	214	217	219
IP	ON	100	Dir	15	17	20	22	25	88	91	93	96	98	161	164	166	169	171
CO	ON	100	Dir	39	42	44	47	49	112	115	118	120	122	186	188	191	193	196
BI	ON	100	Dir	64	66	69	71	74	137	139	142	144	147	210	213	215	218	220
IP	OFF	100	Dir	39	41	44	46	49	112	114	117	119	122	185	187	190	192	195
CO	OFF	100	Dir	14	17	19	22	24	87	90	92	95	97	161	163	165	168	170
BI	OFF	100	Dir	63	66	68	70	73	136	139	141	144	146	209	211	214	216	219
IP	ON	800	Esq	15	18	22	25	28	100	103	106	109	112	183	187	190	193	196
CO	ON	800	Esq	44	47	50	53	56	128	131	134	137	140	211	215	218	221	224
BI	ON	800	Esq	72	75	78	81	85	156	159	162	165	168	239	242	246	249	252
IP	OFF	800	Esq	15	18	22	25	28	100	103	106	110	113	184	187	191	194	197
CO	OFF	800	Esq	43	47	50	53	56	128	131	135	138	141	212	216	219	222	225
BI	OFF	800	Esq	71	75	78	81	85	156	159	163	166	169	240	244	247	250	253
IP	ON	800	Dir	<u>15</u>	19	22	25	28	100	103	106	109	112	183	187	190	193	196
CO	ON	800	Dir	43	47	50	53	56	128	131	134	137	140	211	215	218	221	224
BI	ON	800	Dir	71	75	78	81	84	156	159	162	165	168	239	243	246	249	252
IP	OFF	800	Dir	43	47	50	53	56	128	131	134	138	141	212	215	218	222	225
CO	OFF	800	Dir	15	18	22	25	28	100	103	106	109	113	184	187	190	193	197
BI	OFF	800	Dir	71	75	78	81	84	156	159	162	165	169	240	243	246	250	253

BD5

IP	ON	100	Esq	15	17	20	22	25	89	91	93	96	98	162	165	167	170	172
CO	ON	100	Esq	39	42	44	47	50	113	116	118	121	123	187	189	192	194	197
BI	ON	100	Esq	64	67	69	72	74	138	140	143	145	148	211	214	216	218	221
IP	OFF	100	Esq	14	17	19	22	24	88	90	93	95	98	161	163	166	168	171
CO	OFF	100	Esq	39	41	44	46	49	112	115	117	120	122	185	188	190	193	195
BI	OFF	100	Esq	63	66	68	71	73	137	139	142	144	146	209	212	214	217	219
IP	ON	100	Dir	15	17	20	22	25	88	91	93	96	98	161	164	166	169	171
CO	ON	100	Dir	39	42	44	47	49	112	115	117	120	122	186	188	191	193	196
BI	ON	100	Dir	64	66	69	71	74	137	139	142	144	147	210	213	215	218	220
IP	OFF	100	Dir	39	41	44	46	49	112	114	117	119	122	185	187	190	192	194
CO	OFF	100	Dir	14	17	19	22	24	87	90	92	95	97	161	163	165	168	170
BI	OFF	100	Dir	63	66	68	70	73	136	139	141	144	146	209	211	214	216	219
IP	ON	800	Esq	15	18	21	25	28	99	102	106	109	112	184	187	190	193	197
CO	ON	800	Esq	43	46	49	53	56	127	131	134	137	140	212	216	219	222	225
BI	ON	800	Esq	71	74	77	81	84	156	159	162	165	168	240	244	247	250	253
IP	OFF	800	Esq	15	19	22	25	28	100	104	107	110	113	185	188	191	195	198
CO	OFF	800	Esq	43	47	50	54	57	129	132	135	138	141	213	216	220	223	226
BI	OFF	800	Esq	72	75	79	82	85	157	160	163	166	170	241	244	248	251	254
IP	ON	800	Dir	15	19	22	26	29	101	104	107	110	113	186	189	193	196	199
CO	ON	800	Dir	44	47	50	54	57	129	132	135	139	142	215	218	221	224	227
BI	ON	800	Dir	72	76	79	82	85	157	161	164	167	171	243	246	249	253	256
IP	OFF	800	Dir	44	47	50	53	56	129	132	135	138	141	213	216	220	223	226
CO	OFF	800	Dir	15	19	22	25	28	100	103	106	110	113	185	188	191	195	198
BI	OFF	800	Dir	72	75	78	81	85	157	160	163	167	170	242	245	248	251	255

BD6

IP	ON	100	Esq	15	17	20	22	25	89	91	94	97	99	164	166	169	171	174
CO	ON	100	Esq	39	42	45	47	50	114	116	119	121	124	189	192	195	197	200
BI	ON	100	Esq	64	67	69	72	74	138	141	143	146	148	214	217	219	222	225
IP	OFF	100	Esq	14	17	20	22	25	89	92	95	97	100	164	167	169	172	174
CO	OFF	100	Esq	39	42	45	47	50	114	117	120	122	125	189	192	194	197	199
BI	OFF	100	Esq	64	67	70	72	75	139	142	144	147	150	214	217	219	222	224
IP	ON	100	Dir	15	17	20	22	25	89	92	95	97	100	164	166	169	171	174
CO	ON	100	Dir	40	42	45	47	50	114	117	119	122	124	188	191	193	196	198
BI	ON	100	Dir	65	67	70	72	75	139	142	144	146	149	213	215	218	220	223
IP	OFF	100	Dir	39	42	44	47	50	114	116	119	121	124	187	190	192	195	197
CO	OFF	100	Dir	15	17	19	22	25	89	91	94	96	99	163	165	167	170	172
BI	OFF	100	Dir	64	67	69	72	74	138	141	143	145	148	212	214	217	219	222
IP	ON	800	Esq	15	18	22	25	28	100	103	106	110	113	185	188	192	195	198
CO	ON	800	Esq	44	47	50	53	56	128	131	135	138	141	213	217	220	223	226
BI	ON	800	Esq	72	75	78	81	85	156	160	163	166	169	242	245	248	252	255
IP	OFF	800	Esq	15	19	22	25	28	101	104	107	110	114	186	189	192	196	199
CO	OFF	800	Esq	44	47	50	54	57	129	132	136	139	142	215	218	221	224	228
BI	OFF	800	Esq	72	75	79	82	85	158	161	164	167	171	243	246	250	253	256
IP	ON	800	Dir	15	19	22	25	28	100	104	107	110	113	185	189	192	195	198
CO	ON	800	Dir	44	47	50	54	57	129	132	135	139	142	214	217	220	223	227
BI	ON	800	Dir	72	75	79	82	85	157	160	164	167	170	242	245	248	252	255
IP	OFF	800	Dir	44	47	50	53	57	129	132	135	138	142	214	217	220	223	226
CO	OFF	800	Dir	15	19	22	25	28	100	104	107	110	113	185	188	192	195	198
BI	OFF	800	Dir	72	75	78	82	85	157	160	163	167	170	242	245	248	252	255

BD7

IP	ON	100	Esq	14	17	20	22	25	90	92	95	98	100	165	168	170	173	176
CO	ON	100	Esq	40	42	45	48	50	115	117	120	123	125	190	193	195	198	201
BI	ON	100	Esq	65	68	70	73	75	140	142	145	148	151	215	218	220	223	225
IP	OFF	100	Esq	15	17	20	22	25	90	93	96	99	101	166	169	171	174	177
CO	OFF	100	Esq	40	42	45	48	50	116	119	121	124	127	191	194	197	199	202
BI	OFF	100	Esq	65	68	70	73	76	141	144	146	149	152	217	220	222	225	228
IP	ON	100	Dir	15	18	20	23	25	90	93	96	98	101	166	168	171	174	176
CO	ON	100	Dir	40	43	45	48	51	116	118	121	124	126	191	193	196	199	201
BI	ON	100	Dir	65	68	70	73	76	141	143	146	149	151	216	218	221	224	226
IP	OFF	100	Dir	40	43	45	48	50	116	118	121	124	126	191	194	196	199	202
CO	OFF	100	Dir	15	17	20	23	25	90	93	96	99	101	166	169	171	174	176
BI	OFF	100	Dir	65	68	70	73	76	141	143	146	149	151	216	219	221	224	226
IP	ON	800	Esq	15	19	22	25	29	101	105	108	111	114	187	191	194	197	201
CO	ON	800	Esq	45	48	51	55	58	130	134	137	140	143	216	220	223	226	230
BI	ON	800	Esq	73	76	80	83	86	159	162	165	168	172	245	248	252	255	258
IP	OFF	800	Esq	15	19	22	25	29	101	105	108	112	115	188	191	194	198	201
CO	OFF	800	Esq	44	47	51	54	57	130	134	137	140	144	217	220	223	227	230
BI	OFF	800	Esq	73	76	79	83	86	159	162	166	169	172	245	248	252	255	259
IP	ON	800	Dir	15	19	22	25	28	101	104	108	111	114	187	190	194	197	200
CO	ON	800	Dir	44	47	51	54	57	130	133	136	140	143	216	219	222	226	229
BI	ON	800	Dir	73	76	79	82	86	158	162	165	168	172	245	248	251	255	258
IP	OFF	800	Dir	44	47	51	54	57	131	134	137	141	144	217	221	224	227	231
CO	OFF	800	Dir	15	19	22	25	29	102	105	109	112	115	189	192	195	199	202
BI	OFF	800	Dir	73	76	79	83	86	159	163	166	170	173	246	250	253	256	260

BD8

IP	ON	100	Esq	15	18	21	24	27	95	98	101	103	106	174	177	180	183	186
CO	ON	100	Esq	41	44	48	51	54	121	124	127	130	133	201	204	207	210	213
BI	ON	100	Esq	69	71	74	77	80	147	150	154	157	160	228	231	234	237	240
IP	OFF	100	Esq	15	18	21	24	27	96	99	102	105	108	177	180	183	186	189
CO	OFF	100	Esq	42	45	48	51	54	123	126	129	132	135	204	207	210	213	217
BI	OFF	100	Esq	69	72	75	77	81	149	152	155	159	162	231	234	237	240	243
IP	ON	100	Dir	15	18	22	25	28	98	101	104	107	110	180	183	186	189	192
CO	ON	100	Dir	43	46	49	52	55	125	128	131	134	138	207	210	214	217	219
BI	ON	100	Dir	70	73	76	79	83	152	155	159	162	165	234	237	240	243	246
IP	OFF	100	Dir	41	44	47	50	53	123	126	129	132	135	204	207	210	213	216
CO	OFF	100	Dir	15	18	21	24	27	96	99	102	106	109	177	180	183	186	189
BI	OFF	100	Dir	69	72	75	78	81	150	153	156	159	162	231	234	237	240	243
IP	ON	800	Esq	16	19	23	26	29	104	108	112	115	118	194	197	201	205	209
CO	ON	800	Esq	45	48	52	56	59	133	137	141	145	148	224	228	231	235	238
BI	ON	800	Esq	74	78	82	85	89	164	167	171	175	178	254	258	261	265	269
IP	OFF	800	Esq	15	19	22	26	30	104	108	111	115	118	192	196	199	203	206
CO	OFF	800	Esq	45	49	52	56	59	134	137	141	144	148	221	225	228	232	235
BI	OFF	800	Esq	75	79	82	86	89	163	166	170	173	177	251	254	258	261	265
IP	ON	800	Dir	16	19	23	27	31	107	111	115	118	122	196	200	203	207	211
CO	ON	800	Dir	46	50	53	57	61	137	141	144	148	152	226	230	233	237	240
BI	ON	800	Dir	77	81	84	88	92	167	170	174	177	181	256	259	263	266	270
IP	OFF	800	Dir	45	49	52	56	59	134	137	141	144	148	222	225	228	232	235
CO	OFF	800	Dir	15	19	23	26	30	105	108	112	115	119	192	196	199	203	206
BI	OFF	800	Dir	75	78	82	85	89	163	166	170	174	177	250	254	257	261	264

BD9

IP	ON	100	Esq	15	17	20	22	25	91	93	96	99	101	166	168	171	174	176
CO	ON	100	Esq	39	42	45	47	50	116	118	121	124	126	191	193	196	199	201
BI	ON	100	Esq	65	68	70	73	76	141	143	146	149	151	216	218	221	223	226
IP	OFF	100	Esq	14	17	20	23	25	90	93	95	98	100	164	167	170	172	174
CO	OFF	100	Esq	40	42	45	48	50	115	117	120	123	125	189	192	194	197	199
BI	OFF	100	Esq	65	67	70	73	75	140	142	145	147	150	214	216	219	221	224
IP	ON	100	Dir	15	17	20	22	25	89	91	94	96	99	162	165	167	169	172
CO	ON	100	Dir	39	42	45	47	50	113	116	118	121	123	186	189	192	194	197
BI	ON	100	Dir	64	67	69	72	74	138	140	143	145	148	211	213	216	218	221
IP	OFF	100	Dir	39	42	44	47	49	113	116	118	121	123	187	189	192	194	197
CO	OFF	100	Dir	14	17	20	22	25	89	91	94	96	99	162	165	167	170	172
BI	OFF	100	Dir	64	67	69	72	74	138	140	143	145	147	211	214	216	219	221
IP	ON	800	Esq	15	19	22	25	28	100	103	106	110	113	185	188	191	194	197
CO	ON	800	Esq	44	47	50	53	57	128	131	135	138	141	213	216	219	222	226
BI	ON	800	Esq	72	75	78	81	85	156	160	163	166	169	241	244	247	251	254
IP	OFF	800	Esq	15	19	22	25	28	100	103	107	110	113	185	188	192	195	198
CO	OFF	800	Esq	44	47	50	53	56	128	132	135	138	141	213	217	220	223	226
BI	OFF	800	Esq	72	75	78	81	85	157	160	163	167	170	242	245	248	251	254
IP	ON	800	Dir	16	19	22	25	29	100	104	107	110	113	185	189	192	195	198
CO	ON	800	Dir	44	47	50	54	57	129	132	135	139	142	214	217	220	224	227
BI	ON	800	Dir	72	75	79	82	85	157	160	164	167	170	242	245	249	252	255
IP	OFF	800	Dir	44	47	50	53	57	128	132	135	138	141	213	216	219	222	226
CO	OFF	800	Dir	15	19	22	25	28	100	103	107	110	113	185	188	191	194	197
BI	OFF	800	Dir	72	75	78	82	85	156	160	163	166	169	241	244	247	251	254

BD100

IP	ON	100	Esq	15	18	22	25	28	96	99	101	104	107	173	176	178	181	184
CO	ON	100	Esq	43	46	49	52	55	122	124	127	130	132	198	201	203	206	209
BI	ON	100	Esq	70	73	75	78	81	147	150	153	156	158	223	226	229	232	234
IP	OFF	100	Esq	15	18	21	24	27	94	97	100	102	105	172	174	177	180	182
CO	OFF	100	Esq	42	45	48	50	54	120	123	126	129	131	197	200	203	205	208
BI	OFF	100	Esq	68	71	74	76	79	146	149	151	154	157	223	226	229	232	234
IP	ON	100	Dir	15	18	21	23	26	93	96	98	101	103	170	173	175	178	181
CO	ON	100	Dir	41	44	47	49	52	119	121	124	127	129	195	198	201	204	206
BI	ON	100	Dir	67	70	73	75	78	145	147	150	153	155	221	224	226	229	231
IP	OFF	100	Dir	40	43	45	48	51	117	119	122	125	127	193	196	199	201	204
CO	OFF	100	Dir	15	18	20	23	26	91	94	96	99	102	167	170	173	176	178
BI	OFF	100	Dir	65	68	71	73	76	142	145	147	150	152	219	221	224	227	229
IP	ON	800	Esq	15	19	23	26	29	105	108	111	115	119	193	197	201	204	208
CO	ON	800	Esq	45	49	52	56	59	134	138	141	145	148	223	226	230	233	237
BI	ON	800	Esq	75	79	82	86	89	164	167	171	174	178	252	256	259	263	266
IP	OFF	800	Esq	16	19	23	26	29	104	107	111	114	117	190	194	197	201	204
CO	OFF	800	Esq	45	49	52	56	59	133	136	139	143	146	219	223	226	229	233
BI	OFF	800	Esq	75	78	81	85	88	161	165	168	172	175	248	251	255	258	262
IP	ON	800	Dir	16	19	22	26	29	103	106	109	113	116	190	194	197	200	204
CO	ON	800	Dir	45	48	52	55	58	132	135	139	142	146	219	223	226	230	233
BI	ON	800	Dir	74	77	81	84	87	161	165	168	172	175	249	252	256	259	262
IP	OFF	800	Dir	46	49	53	56	59	133	136	140	143	147	220	223	227	230	233
CO	OFF	800	Dir	16	19	23	26	30	104	107	111	114	118	191	194	198	201	204
BI	OFF	800	Dir	75	78	81	85	88	162	165	168	172	175	249	252	255	259	262

BD101

IP	ON	100	Esq	15	18	21	23	26	92	95	98	100	103	170	173	176	178	181
CO	ON	100	Esq	41	44	46	49	52	118	121	124	127	130	196	199	201	204	207
BI	ON	100	Esq	66	69	72	75	77	144	147	150	153	155	222	224	227	230	233
IP	OFF	100	Esq	15	18	21	23	26	93	96	98	101	104	172	174	177	180	183
CO	OFF	100	Esq	41	44	46	49	52	119	122	125	128	131	197	201	204	207	210
BI	OFF	100	Esq	67	69	72	75	78	145	148	151	154	157	225	227	230	233	236
IP	ON	100	Dir	15	18	22	25	28	96	100	103	106	109	177	180	183	186	189
CO	ON	100	Dir	43	45	48	51	54	124	127	130	133	136	204	207	210	213	216
BI	ON	100	Dir	70	72	75	78	81	151	153	156	159	162	231	234	237	240	243
IP	OFF	100	Dir	43	46	48	51	53	124	128	130	133	136	205	208	211	214	217
CO	OFF	100	Dir	15	18	22	25	28	97	100	103	106	109	178	181	184	187	190
BI	OFF	100	Dir	69	72	75	78	82	151	154	158	160	163	231	234	237	240	243
IP	ON	800	Esq	16	19	22	26	29	101	105	109	112	116	190	194	198	201	205
CO	ON	800	Esq	44	47	51	54	58	131	135	138	142	145	220	224	227	231	235
BI	ON	800	Esq	73	76	80	83	86	161	164	168	171	175	250	253	257	260	263
IP	OFF	800	Esq	15	19	22	25	29	103	107	111	114	117	194	197	201	204	208
CO	OFF	800	Esq	44	47	51	54	58	133	137	141	145	148	223	227	231	235	238
BI	OFF	800	Esq	74	77	80	84	88	164	167	170	174	178	253	257	261	264	267
IP	ON	800	Dir	16	19	23	27	31	107	111	114	118	121	197	201	205	208	212
CO	ON	800	Dir	47	50	53	57	61	137	140	144	148	151	227	231	234	238	242
BI	ON	800	Dir	76	80	84	88	92	167	171	174	178	182	258	261	265	269	273
IP	OFF	800	Dir	46	50	54	57	61	138	141	145	148	152	229	233	236	240	243
CO	OFF	800	Dir	16	19	23	27	30	106	110	114	118	122	198	202	206	210	214
BI	OFF	800	Dir	76	80	84	87	91	167	171	175	179	183	259	262	266	269	273

BD102

IP	ON	100	Esq	15	17	20	22	25	88	91	93	96	98	162	165	167	169	172
CO	ON	100	Esq	39	42	44	47	49	113	115	118	120	123	187	189	192	194	197
BI	ON	100	Esq	64	66	69	71	74	137	140	142	145	147	211	214	216	219	221
IP	OFF	100	Esq	15	17	20	22	25	88	91	93	95	98	161	163	166	168	171
CO	OFF	100	Esq	39	42	44	47	49	112	115	117	120	122	186	188	191	193	196
BI	OFF	100	Esq	64	66	69	71	74	137	139	142	144	147	210	213	215	217	220
IP	ON	100	Dir	15	17	20	22	25	89	91	93	96	98	162	165	168	170	173
CO	ON	100	Dir	39	42	44	47	49	113	115	118	120	123	187	190	192	195	197
BI	ON	100	Dir	64	66	69	71	74	137	140	142	145	147	212	214	217	219	222
IP	OFF	100	Dir	39	42	44	47	49	113	115	118	120	123	186	189	191	193	196
CO	OFF	100	Dir	15	17	20	22	25	88	91	93	96	98	162	164	167	169	172
BI	OFF	100	Dir	64	66	69	71	74	137	140	142	145	147	210	213	215	218	220
IP	ON	800	Esq	15	18	22	25	28	100	103	106	109	113	184	188	191	194	197
CO	ON	800	Esq	43	46	50	53	56	128	131	135	138	141	213	216	219	222	226
BI	ON	800	Esq	71	75	78	81	84	156	160	163	166	169	241	244	247	251	254
IP	OFF	800	Esq	15	19	22	25	28	100	103	106	109	112	184	187	191	194	197
CO	OFF	800	Esq	43	47	50	53	56	128	131	134	137	141	212	215	219	222	225
BI	OFF	800	Esq	72	75	78	81	84	156	159	162	166	169	240	243	247	250	253
IP	ON	800	Dir	15	19	22	25	28	100	103	107	110	113	185	188	191	194	197
CO	ON	800	Dir	44	47	50	53	56	128	132	135	138	141	213	216	219	222	225
BI	ON	800	Dir	72	75	78	81	85	157	160	163	166	169	241	244	247	250	253
IP	OFF	800	Dir	43	47	50	53	56	128	131	134	137	140	212	215	218	221	224
CO	OFF	800	Dir	15	19	22	25	28	100	103	106	109	113	184	187	190	193	196
BI	OFF	800	Dir	72	75	78	81	84	156	159	162	165	168	239	243	246	249	252

BD103

IP	ON	100	Esq	15	17	20	22	25	90	92	94	97	99	163	166	168	171	173
CO	ON	100	Esq	40	42	45	48	50	114	117	119	122	124	188	190	193	195	198
BI	ON	100	Esq	65	67	70	72	75	139	141	144	146	149	212	215	217	220	222
IP	OFF	100	Esq	15	17	20	22	25	88	91	93	96	98	163	165	168	171	174
CO	OFF	100	Esq	39	42	44	47	49	113	116	119	121	124	188	190	193	195	198
BI	OFF	100	Esq	64	66	69	71	74	138	141	143	146	148	212	215	218	220	223
IP	ON	100	Dir	15	17	20	22	25	88	91	94	96	99	163	166	168	171	173
CO	ON	100	Dir	39	42	44	47	49	113	116	118	121	124	188	191	193	196	198
BI	ON	100	Dir	64	66	69	72	74	138	141	143	146	148	213	215	218	221	223
IP	OFF	100	Dir	40	42	45	47	50	113	116	118	121	123	187	190	192	195	197
CO	OFF	100	Dir	15	18	20	23	25	89	91	94	96	99	162	165	167	170	173
BI	OFF	100	Dir	64	67	69	72	74	138	140	143	145	148	212	214	217	220	222
IP	ON	800	Esq	15	18	22	25	29	101	104	108	111	114	187	190	194	197	200
CO	ON	800	Esq	44	47	51	54	57	130	133	136	140	143	216	219	223	226	230
BI	ON	800	Esq	72	76	79	82	86	158	162	165	168	172	245	248	251	255	258
IP	OFF	800	Esq	16	20	23	26	29	103	106	110	113	116	190	194	197	200	204
CO	OFF	800	Esq	45	48	51	55	58	132	135	139	142	146	219	223	226	230	233
BI	OFF	800	Esq	74	77	81	84	88	161	165	168	172	175	248	251	255	258	262
IP	ON	800	Dir	15	19	22	26	29	103	106	110	113	117	192	195	198	202	205
CO	ON	800	Dir	44	48	51	55	58	132	136	139	143	147	220	224	227	231	235
BI	ON	800	Dir	74	77	81	84	88	162	165	169	172	176	250	253	256	260	264
IP	OFF	800	Dir	44	47	51	54	58	132	135	139	142	146	220	223	227	230	234
CO	OFF	800	Dir	15	19	22	25	29	103	106	109	113	116	190	194	197	201	204
BI	OFF	800	Dir	73	77	80	84	87	161	164	168	171	175	249	252	256	259	262

BD104

IP	ON	100	Esq	15	18	22	25	28	93	96	99	101	104	169	172	174	177	180
CO	ON	100	Esq	43	45	48	51	53	119	121	124	127	129	194	197	200	202	205
BI	ON	100	Esq	68	71	73	76	79	144	147	149	152	154	219	222	225	227	230
IP	OFF	100	Esq	14	17	20	22	25	90	93	96	98	101	166	169	171	174	176
CO	OFF	100	Esq	40	42	45	48	50	116	118	121	124	126	191	194	197	199	202
BI	OFF	100	Esq	65	68	70	73	76	141	144	146	149	151	217	219	222	224	227
IP	ON	100	Dir	15	18	21	24	27	93	96	98	101	104	172	174	177	180	183
CO	ON	100	Dir	42	44	47	50	52	119	122	125	128	130	198	201	203	206	209
BI	ON	100	Dir	67	71	73	75	78	145	148	151	154	157	223	226	229	232	235
IP	OFF	100	Dir	41	44	48	50	53	120	123	125	128	131	197	199	202	205	207
CO	OFF	100	Dir	15	18	20	23	26	94	97	99	102	105	171	174	177	179	182
BI	OFF	100	Dir	68	71	73	76	79	146	148	151	154	156	222	224	227	229	232
IP	ON	800	Esq	15	19	23	27	31	105	108	112	115	118	191	194	198	201	204
CO	ON	800	Esq	46	50	54	57	61	133	137	140	144	147	220	223	227	230	233
BI	ON	800	Esq	76	80	83	86	90	162	166	169	172	176	249	252	255	259	262
IP	OFF	800	Esq	16	19	22	26	29	103	106	110	114	117	189	193	196	200	203
CO	OFF	800	Esq	44	48	51	55	58	132	135	139	142	145	219	222	226	230	233
BI	OFF	800	Esq	74	77	81	84	87	161	164	167	171	174	249	253	256	260	264
IP	ON	800	Dir	16	20	23	26	30	106	109	113	116	119	196	199	203	206	210
CO	ON	800	Dir	45	49	53	56	60	135	139	143	147	150	226	230	234	237	241
BI	ON	800	Dir	76	80	84	87	90	166	169	173	177	180	257	261	264	267	271
IP	OFF	800	Dir	46	50	54	58	62	140	144	148	152	156	228	232	235	239	243
CO	OFF	800	Dir	15	19	23	26	30	108	112	116	120	124	198	202	205	209	213
BI	OFF	800	Dir	77	81	85	89	92	171	174	177	180	183	258	261	265	268	272

BD105

IP	ON	100	Esq	15	17	20	22	25	89	92	94	97	99	164	166	169	171	174
CO	ON	100	Esq	40	42	45	47	50	114	117	119	122	124	188	191	193	196	199
BI	ON	100	Esq	65	67	70	72	75	139	141	144	146	149	213	216	218	221	223
IP	OFF	100	Esq	15	17	20	22	25	89	92	95	97	100	164	167	169	172	174
CO	OFF	100	Esq	40	43	45	48	50	114	117	119	122	125	189	192	194	197	199
BI	OFF	100	Esq	65	67	70	72	75	139	142	144	147	149	214	216	219	221	224
IP	ON	100	Dir	15	17	20	23	25	89	92	94	97	99	163	165	168	170	173
CO	ON	100	Dir	40	42	45	47	50	114	116	119	121	124	188	190	193	195	198
BI	ON	100	Dir	65	67	70	72	75	138	141	143	146	148	212	215	217	220	222
IP	OFF	100	Dir	39	42	44	47	49	114	116	119	121	124	188	190	193	195	198
CO	OFF	100	Dir	14	17	20	22	25	89	91	94	97	99	163	166	168	171	173
BI	OFF	100	Dir	64	67	69	72	74	138	141	143	146	148	212	215	217	220	223
IP	ON	800	Esq	15	19	22	25	28	100	104	107	110	113	186	189	193	196	199
CO	ON	800	Esq	44	47	50	53	57	129	132	135	139	142	215	218	221	225	228
BI	ON	800	Esq	72	75	78	82	85	157	161	164	167	170	244	247	250	254	257
IP	OFF	800	Esq	15	19	22	25	29	101	105	108	111	115	188	191	194	197	200
CO	OFF	800	Esq	44	47	51	54	57	130	133	137	140	143	216	219	222	226	230
BI	OFF	800	Esq	72	76	79	82	86	159	162	165	169	172	245	248	252	255	259
IP	ON	800	Dir	16	19	22	26	30	102	105	109	112	116	189	192	196	199	202
CO	ON	800	Dir	45	48	52	55	58	131	135	138	142	145	218	221	224	228	232
BI	ON	800	Dir	74	77	80	83	87	160	164	167	170	173	247	250	254	257	260
IP	OFF	800	Dir	44	47	51	54	58	131	134	137	140	144	217	220	223	226	230
CO	OFF	800	Dir	15	19	22	25	28	102	105	108	112	115	188	191	194	198	201
BI	OFF	800	Dir	73	76	79	83	86	159	162	166	169	173	245	248	251	255	258

BD106

IP	ON	100	Esq	15	17	20	23	25	89	92	95	97	100	163	166	169	171	174
CO	ON	100	Esq	40	42	45	47	50	114	117	119	122	124	188	191	194	196	199
BI	ON	100	Esq	65	67	70	72	75	139	141	144	146	149	213	216	218	221	223
IP	OFF	100	Esq	14	17	20	22	25	89	91	94	96	99	162	165	167	170	172
CO	OFF	100	Esq	39	42	45	47	50	113	116	118	121	123	187	190	192	194	197
BI	OFF	100	Esq	64	67	69	72	74	138	140	143	145	148	211	214	216	219	221
IP	ON	100	Dir	15	17	20	23	25	90	92	95	97	100	164	166	169	171	174
CO	ON	100	Dir	40	42	45	48	50	114	117	119	122	125	189	191	194	196	199
BI	ON	100	Dir	65	67	70	72	75	139	142	144	147	149	213	216	218	221	223
IP	OFF	100	Dir	40	42	45	47	50	114	117	120	122	125	189	192	195	197	200
CO	OFF	100	Dir	15	17	20	22	25	89	92	94	97	100	164	167	170	172	175
BI	OFF	100	Dir	64	67	70	72	75	139	142	144	147	150	215	217	220	223	225
IP	ON	800	Esq	15	19	22	25	28	101	104	107	110	113	185	189	192	195	198
CO	ON	800	Esq	44	47	50	54	57	129	132	135	138	142	213	217	220	223	226
BI	ON	800	Esq	72	75	79	82	85	157	160	164	167	170	242	245	248	251	255
IP	OFF	800	Esq	15	19	22	25	29	101	104	107	111	114	186	190	193	196	200
CO	OFF	800	Esq	44	47	51	54	57	129	133	136	139	142	215	218	221	225	228
BI	OFF	800	Esq	72	76	79	82	86	158	161	164	168	171	243	247	250	253	256
IP	ON	800	Dir	16	19	23	26	29	102	105	108	111	115	186	190	193	196	199
CO	ON	800	Dir	45	48	51	55	58	130	133	137	140	143	215	218	221	225	228
BI	ON	800	Dir	73	77	80	83	86	158	162	165	168	171	243	246	250	253	256
IP	OFF	800	Dir	43	46	50	53	56	129	132	135	138	142	214	217	220	224	227
CO	OFF	800	Dir	15	18	22	25	28	100	103	107	110	113	186	189	192	195	199
BI	OFF	800	Dir	72	75	78	81	85	157	160	164	167	170	242	246	249	252	255

BD107

IP	ON	100	Esq	15	17	20	23	26	92	95	98	100	103	170	172	175	178	180
CO	ON	100	Esq	40	43	46	49	52	118	121	123	126	129	195	198	200	203	206
BI	ON	100	Esq	67	69	72	75	77	144	147	149	152	155	221	223	226	229	231
IP	OFF	100	Esq	14	17	20	23	25	90	92	95	97	100	165	168	171	173	176
CO	OFF	100	Esq	40	43	45	48	50	115	118	120	123	126	191	194	196	199	202
BI	OFF	100	Esq	65	67	70	72	75	140	143	146	148	151	216	219	221	224	226
IP	ON	100	Dir	15	18	21	23	26	92	95	97	100	102	168	171	173	176	179
CO	ON	100	Dir	41	44	46	49	52	117	120	123	125	128	194	196	199	202	204
BI	ON	100	Dir	66	69	72	75	77	143	145	148	151	153	219	222	224	227	230
IP	OFF	100	Dir	40	42	45	48	50	115	118	120	123	125	190	193	195	198	200
CO	OFF	100	Dir	15	17	20	23	25	90	92	95	98	100	165	167	170	173	175
BI	OFF	100	Dir	65	67	70	72	75	140	143	145	148	150	215	218	220	223	226
IP	ON	800	Esq	16	19	22	25	29	101	105	108	111	115	188	191	194	198	201
CO	ON	800	Esq	44	48	51	54	58	130	134	137	140	144	216	220	223	226	229
BI	ON	800	Esq	73	76	80	83	86	159	163	166	169	173	245	248	251	255	258
IP	OFF	800	Esq	16	19	22	26	29	102	105	109	112	115	188	192	195	198	201
CO	OFF	800	Esq	44	48	51	55	58	131	134	137	141	144	217	220	224	227	230
BI	OFF	800	Esq	73	77	80	83	87	160	163	166	169	173	245	249	252	255	259
IP	ON	800	Dir	16	19	23	26	29	102	106	109	113	116	188	192	195	198	202
CO	ON	800	Dir	45	48	52	55	58	131	135	138	141	145	217	220	224	227	230
BI	ON	800	Dir	74	77	81	84	87	160	163	167	170	173	245	249	252	255	259
IP	OFF	800	Dir	44	48	51	55	58	131	134	137	141	144	217	220	223	226	230
CO	OFF	800	Dir	15	19	22	26	29	102	105	109	112	115	188	191	195	198	201
BI	OFF	800	Dir	73	77	80	83	87	159	163	166	169	173	245	249	252	255	259

7. BIBLIOGRAFIA

1	ALVARENGA, K. F.; LAMÔNICA, D. C.; COSTA FILHO, O.A., BANHARA, M. R.; OLIVEIRA, D.T.; CAMPO, M. A.: Estudo Eletrofisiológico do sistema auditivo periférico e central em indivíduos afásicos. Arquivo de Neuropsiquiatria. 63(1): 104-109. 2005.
2	BELIN, P.; ZATORERE, R.J.; LAFAILLE, P.; AHAD, P.; PIKE, B.: Voice-selective areas in human auditory cortex. <i>Nature</i> ; 403:309–312. doi: 10.1038/35002078. 2000
3	BEVALIER, D.; BROZINSKY, C.; TOMANN, A.; MITCHELL, T.; NEVILE, H.; LIU, G.: Impact of Early Deafness and Early Exposure to Sign Language on the Cerebral Organization for Motion Processing. The Journal of Neuroscience, November 15, 21(22):8931–8942, 2001
4	CALVERT, G. A.; CAMPBELL R.: Reading Speech from Still and Moving Faces: The Neural Substrates of Visible Speech. Journal of Cognitive Neuroscience 15:1, pp. 57–70. 2003.
5	Calvert, G.A.; Campbell, R. & Brammer, M.J.: Evidence from functional magnetic resonance imaging of crossmodal binding in the human heteromodal cortex. Current Biology, 10, 649–657. 2000.
6	Carvalho, A.A.: Efeitos do acender e do apagar de pistas periféricas sobre o tempo de reação manual para alvos visuais em ouvintes e surdos. Tese de Mestrado. Universidade Federal Fluminense (UFF), 2005.
7	CHEN, Q.; ZHANG, M.; ZHOU, X.: Effects of spatial distribution of

	attention during inhibition of return (IOR) on flanker interference in hearing and congenitally deaf people. Brain Research 1109. 117-127. 2006
8	Chiang-shan Ray Li, Shih-chieh Lin: Inhibition of return in temporal order saccades. Vision Research 42 2089–2093. 2002
9	CORNES, A.; ROHAN, M. J.; NAPIER, J.; REY, J.M.: Reading the signs: impact of signed versus written questionnaires on the prevalence of psychopathology among deaf adolescents. Australian and New Zealand Journal of Psychiatry 2006; 40:665–673. 2006.
10	EMMOREY, K.; ALLEN, J. S.; BRUSS, J.; SCHENKER, N.; DAMASIO, H.: A morphometric analysis of auditory brain regions in congenitally deaf adults. PNAS. PNAS _ vol. 100 _ no. 17 _ 10049–10054. August 19, 2003.
11	FINE, I.; FINNEY, E.; BOYNTON, G. M.; DOBKINS, K.R.: Comparing the Effects of Auditory Deprivation and Sign Language within the Auditory and Visual Córtext. Journal of Cognitive Neuroscience 17:10, pp. 1621–1637. 2005
12	FINNERY, E.M.; CLEMENTZ, B.A.; HICKOK, G.; DOBKINS, K.R.: Visual stimuli activate auditory cortex in deaf subjects: evidence from MEG. <i>Neurorepor.</i> ; 14 :1425–1427. doi: 10.1097/00001756-200308060-00004, 2003.
13	FINNEY, E. M.; FINE, I. and DOBKINS, K.: Visual estmulis activate auditory cortex in deaf. Natures neuroscience. Volume 4 no. 12. 2001.
14	FINNEY, E.M.; FINE, I.; DOBKINS, K.R.: Visual stimuli activate

	auditory cortex in the deaf. <i>Nat Neurosci.</i> 4 :1171–1173. doi: 10.1038/nn763. 2001
15	GAWRYSZEWSKI, L.G.; FERRAZ, J.M.; CARREIRO, L.M.: Effects of cue onset on manual reaction time to a visual target: sensory and attentional components. In Eighteenth Annual Meeting of the International Society for Psychophysics. Rio de Janeiro, 2002.: Ribeirão Preto. Legis Summa, Vol 18. 380-385p, 2002.
16	GESCHWIND, N.; LEVITSKY, W.: Human brain: left-right asymmetries in Temporal speech region. <i>Science</i> ;161:186–87. 1968
17	GRAFMAN, J.: Conceptualizing functional neuroplasticity. <i>Journal of Communication Disorder</i> , 33, 345–355. 2001
18	GRÈZES, J., & DECETY, J.: Functional anatomy of execution, mental simulation, observation, and verb generation of actions: A meta-analysis. <i>Human Brain Mapping</i> , 12, 1–19. 2001
19	GUIMARÃES-SILVA, S.: Tempo de reação sacádico: Interação entre o efeito GAP e a Inibição de Retorno – Niterói: UFF, 2003.
20	HELENE, A. F.; XAVIER, G. F.: MEMÓRIA e (a elaboração da) percepção, imaginação, inconsciente e consciência. In J Landeira-Fernandes e MTA Silva. <i>Diálogos entre Psicologia e Neurociências.</i> 2005.
21	HITCKOK, G.; BELLUGI, U.; KLIMA, E. S.: Sign language in the Brain. <i>Scientific American</i> v284 no6 p58-65 Je. 2001.

22	Hyo-Jeong Lee, EricTruy, Gregor Mamou, Dominique Sappey-Marinier and Anne-Lise Giraud: Visual speech circuits in profound acquired deafness: a possible role for latent multimodal connectivity. <i>Brain</i> , 130, 2929-2941. 2007.
23	KING, A. J.; CALVERT, G. A.: Multisensory integration: Perceptual grouping by eye and ear. R324 <i>Current Biology</i> Vol 11 No 8. 2001.
24	LEPSIEN, J.; POLLMANN, S.: Covert Reorienting and Inhibition of Return: An Event-Related fMRI Study. <i>Journal of Cognitive Neuroscience</i> 14:2, pp. 127- 144. 2002.
25	MAcPHERSON, A.C.; KLEIN, R.M., and MOORE, C.: Inhibition of Return in children and adolescents. <i>J. Experimental Child Psychology</i> 85 (2003) 337–351. 2003
26	MAcSEWEENEY, M.; WOLL, B.; CAMPBELL, R.; CALVERT, G. A.; McGUIRE, P.; DAVID, A. S.; SIMMONS, A.; BRAMMER, M. J.: Neural Correlates of British Sign Language Comprehension: Spatial Processing Demands of Topographic Language. <i>Journal of Cognitive Neuroscience</i> 14:7, 1064–1075. 2002. (a)
27	MAcSWEENEY, M.; WOLL, B.; CAMPBELL, R.; CALVERT, G.; McGUIRE P.K.; DAVID A. S.; SIMMONS, A.; BRAMMER, M. J.: Neural systems underlying British Sign Language and áudio-visual English processing in native users. <i>Brain</i> . 125, 1583-1593. 2002. (b)
28	Moore, B.C.J. (1993). Temporal analysis in normal and impaired hearing. <i>Annals of the New York Academy of Sciences</i> , 682, 119-136

29	Moore, B.C.J. (1997). <i>An introduction to the psychology of hearing</i> . San Diego, CA: Academic Press.
30	NEVILLE H.J.; LAWSON, D.S.: Attention to central and peripheral visual space in a movement decision task. III. Separate effects of auditory deprivation and acquisition of a visual language . Brain Res 405:284–294. 1987.
31	NEVILLE, H. J.; BABALIER, D.; CORINA, D.; RAUSCHECKER, J.; KRANI, A.; LALWANI, A.; BRAUN, A.; CLARK, V.; JEZZARD, P.; TURNER, R.: Cerebral organization for language in deaf and hearing subjects: biological constraints and effects of experience . <i>Proc Natl Acad Sci USA</i> . 95 :922–929. doi: 10.1073/pnas.95.3.922. 1998.
32	NISHIMURA H.; HASHIKAWA, K.; DOI, K.; IWAKI, T.; WATANABE , Y.; KUSUOKA, H.; NISHIMURA, T.; KUBO, T.: Sign language 'heard' in the auditory cortex . <i>Nature</i> . 397:116. doi: 10.1038/16376. 1999
33	PARSONS, L. M.: Superior parietal cortices and varieties of mental Rotation . TRENDS in Cognitive Sciences Vol.7 No.12 December 2003.
34	PEREIRA, M. G.: Efeitos da variação da frequência espacial e do contraste de uma pista visual periférica sobre o tempo de reação manual a um estímulo visual . Niterói: UFF, 1998.
35	Petitto, L.A.; Zatorre, R.J.; Gauna, K.; Nikelski, E. J., Dostie, D.; Evans, A. C.: Speech-like cerebral activity in profoundly deaf people processing signed languages: implications for the neural basis of human language . <i>Proc. Natl Acad Sci USA</i> ; 97:

	13961-6. 2000
36	Posner, M.I., & Cohen, Y.: Components of visual orienting. In H. Bouma & D.G. Bouwhuis (Eds.), <i>Attention and performance XVII: Control of visual processing</i> (pp. 531–556). Hillsdale, NJ: Erlbaum. 1984.
37	Posner, M.I; Cohen, Y.: Components of visual orienting. Attention and Performance. Eds Bouma, H & Bouwhuis, GG. Erlbaun, Hillsdale, New Jersey. 531-556p, 1984.
38	PROKSCH, J.; BAVELIER, D.: Changes in the Spatial Distribution of Visual Attention after Early Deafness. Journal of Cognitive Neuroscience 14:5, pp. 1–15. 2002
39	PUH, U.; VOVK, A.; SEVSEK, F.; SUPUT, D.: Increased cognitive load during simple and complex motor tasks in acute stage after stroke. International Journal of Psychophysiology 63 (173-180). 2007.
40	Radell, P. L., & Gottlieb, G.: Developmental intersensory interference: Augmented prenatal sensory experience interferes with auditory learning in duck embryos. Developmental Psychology, 28, 795–803. 1992.
41	Rosen, A. C., Rao, S. M., Caffarra, P., Scaglioni, A., Bobholz, J. A., & Woodley, S. J. et al.: Neural basis of endogenous and exogenous spatial orienting: A functional MRI study. <i>Journal of Cognitive Neuroscience</i> , 11, 35–152. 1999.
42	Rothpletz, A. M.; Ashmed, D. H.; Tharpe, A. M.: Responses to Target in the Visual Periphery in Deaf and Normal-hearing Adults. Journal of Speech, Language and Hearing Research, V46 i6

	1378-9p, 2003.
43	SADATO, N.; YAMADA, H.; OKADA, T.; YOSHIDA, M.; HASEGAWA, T.; MATSUKI, K. I.; YONEKURA, Y.; ITOH, H.: Age-dependent plasticity in the superior temporal sulcus in deaf humans: a functional MRI study. BMC Neurosci. 5: 56. doi: 10.1186/1471-2202-5-56. Published online 2004 December 8. 2004.
44	SAITO, K.; OTSUKI, M.; UENO, S.: Sign language aphasia due to left occipital lesion in a deaf signer. <i>Neurology®</i> 2007;69:1466–1468. 2007.
45	SAKAI, L.; TATSUNO, Y.; SUZUKI, K.; KIMURA, H.; ICHIDA, Y.: Sign and speech: amodal commonality in left hemisphere dominance for comprehension of sentences. <i>Brain</i> , 128, 1407–1417. 2005
46	SHIBATA, D.K.: Differences in Brain Structure in Deaf Persons on MR Imaging Studied with Voxel-Based Morphometry. <i>AJNR Am J Neuroradiol</i> 28:243– 49, Feb 2007.
47	Snell, K.B. & Frisina, D.R. (2000). Relationships among age related differences in gap detection and word recognition. <i>Journal of the Acoustical Society of America</i> , 107(3), 1615-1626
48	TIPPER, S. P.; GRISON, S. G.; KESSLER, K.: LONG-TERM INHIBITION OF RETURN OF ATTENTION. <i>Psychological science</i> vol. 14, No. 1, January 2003.
49	VIVAS, A.B.; HUMPHREYS, G.W.; FUENTES, L.J.: Inhibitory processing following damage to the parietal lobe. <i>Neuropsychologia</i> . 41 1531–1540. 2003

50	Willott, J.F. (1999). <i>Neurogerontology: aging and the nervous system.</i> New York, NY: Springer.
51	Yantis, S.: Stimulus-drive attentional capture and Attentional Control Setting. Journal of Experimental Psychology. Human Perceprion and Performance, Vol. 19. No. 3, 676-681p, 1993.
52	Emmorey K, Klima E, Hickok G: Mental rotation within linguistic and non-linguistic domains in users of American sign language. Cognition. Sep; 68(3):221-46, 1998.