



A NEUROAUDIOLOGIA E OS BENEFÍCIOS NA DISCRIMINAÇÃO VOCAL

VIEIRA, Frederico ¹ e DE BARCELOS, Renata Oliveira ²

Resumo

Do nascimento à vida adulta, o sistema auditivo sofre alterações, seja por conta da maturação do sistema nervoso ou das alterações externas devido a patologias diversas que podem causar privação sensorial, acarretando plasticidade neuronal. A habilidade de se comunicar é ligada a capacidade de discriminar as palavras que se ouve. Entender antes de ser entendido é o que leva a comunicação a diante. Este estudo traça uma relação da plasticidade neuronal e a capacidade do ser humano de discriminar as palavras após a perda auditiva. Foi realizada uma revisão bibliográfica de artigos nas plataformas PubMed, CAPES, ERIC e SciELO onde foram selecionados 21 artigos, 2 livros e 2 teses para compor o conhecimento deste artigo. Pode-se concluir que, a perda auditiva gera, em diferentes graus, uma alteração nas conexões sinápticas que geram um prejuízo ao paciente para discriminar palavras em diversas situações. Quando há um retorno do estímulo auditivo de qualidade, ocorre uma segunda reorganização das sinapses, que tem como objetivo melhorar a qualidade de discriminação dos pacientes.

Palavras-chave: audição. audiologia. audiometria da fala. perda auditiva. plasticidade neuronal.

¹ Fonoaudiólogo; Universidade Veiga de Almeida, Fonoaudiologia, Rio de Janeiro-RJ, fredevieiras@gmail.com

² Doutora em Ciências Aplicadas; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Fonoaudiologia, Rio de Janeiro-RJ, renata.barcelos@uva.br



Abstract

From birth to adulthood, the auditory system undergoes changes, either due to the maturation of the nervous system or due to external changes regarding various pathologies that can cause sensory deprivation which will leads to neuronal plasticity. The ability to communicate is linked to the ability to discriminate the words you hear. Understanding before been understood is what drives communication forward. This study traces a relationship with neuronal plasticity and the human being's ability to discriminate words after hearing loss. A bibliographic review of articles using PubMed, CAPES, ERIC and SciELO platforms where the 21 articles, 2 books and 2 theses were selected to compose the knowledge of this article. The conclusion reached was that hearing loss generates, to varying degrees, an alteration in the synaptic connections that cause negative impact to the patient to discriminate words in different situations. When there is a return of the quality auditory stimulus, there is a second reorganization of the synapses that aims to improve the quality of discrimination of patients.

Keywords: audiometry. Hearing. hearing loss. neuronal plasticity. speech audiometry.

1 INTRODUÇÃO

A audição é um processo complexo que necessita da estrutura complexa do sistema auditivo humano para funcionar adequadamente, desde a anatomia da orelha externa, passando pelo conduto auditivo, orelha média, interna e o sistema nervoso (BOÉCHAT *et al.*, 2015).

Em recém-nascidos, mesmo com o sistema auditivo periférico desenvolvido e formado no nascimento, são necessários estímulos ao decorrer da infância e adolescência, para o amadurecimento do sistema nervoso auditivo central. O desenvolvimento anatômico do córtex cerebral desempenha papel importante e complementar nesse amadurecimento (BOÉCHAT *et al.*, 2015).

A capacidade do sistema nervoso auditivo central de se modificar foi observada em animais após lesões periféricas unilaterais, quando ocorrem alterações na organização sináptica entre os núcleos auditivos no tronco encefálico (GIL, 2006).

O sistema auditivo periférico é um amplificador e compensador da passagem do som por diferentes impedâncias, além de converter a energia mecânica para elétrica, e é nessa parte que o aparelho auditivo atua (BEIER; PEDROSO; COSTA-FERREIRA, 2015; BOÉCHAT *et al.*, 2015).

O processamento auditivo pode ser impactado pelo sistema auditivo periférico. Dessa forma, pacientes com perdas auditivas do tipo condutiva, podem sofrer a plasticidade secundária negativa e impactar o processamento auditivo. Por distorcer o som em sua entrada, pode ocorrer uma reorganização estrutural e funcional no sistema nervoso, a nível cortical (GIL, 2006).

Para avaliar o estado do sistema auditivo periférico, o profissional pode utilizar os exames de otoscopia, audiometria, imitanciometria e emissões otoacústicas. Para avaliar o sistema nervoso auditivo central, existem os Potenciais Auditivos Evocados de Tronco Encefálico e avaliação do Processamento Auditivo (BOÉCHAT *et al.*, 2015; OTACILIO FILHO *et al.*, 2013).

Ao realizar o exame de audiometria é feito o teste complementar de discriminação vocal, ou Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF). Este teste avalia, com um resultado de 0 a 100, porcentagem de palavras ouvidas, compreendidas e repetidas pelo paciente, utilizando-se de uma lista de palavras monossílabas e dissílabas, foneticamente

balanceadas para melhor avaliar o entendimento do paciente (OTACILIO FILHO *et al.*, 2013).

Ao realizar a Audiometria Vocal, deve-se atentar a sinais de alterações no sistema nervoso auditivo central. Em pacientes com perdas auditivas simétricas, esses sinais se manifestam em forma de diferenças no desempenho da discriminação vocal entre as orelhas examinadas. Já em pacientes com perdas assimétricas, a evidência de alteração é a inversão do desempenho da discriminação vocal, onde se espera o melhor desempenho na orelha com menor perda e pior desempenho na orelha com maior perda auditiva (GIL, 2006).

A discriminação vocal depende do processamento auditivo e é avaliada pela audiometria vocal, que pode ser usada como ferramenta rápida de avaliação superficial do sistema nervoso auditivo central e para rastreio de indicação de exames de maior complexidade com objetivo de avaliar a capacidade neuroaudiológica do paciente (BOÉCHAT *et al.*, 2015; OTACILIO FILHO *et al.*, 2013).

Em pacientes que já estão em privação auditiva, é papel do fonoaudiólogo avaliar a evolução da discriminação vocal, para garantir que o tratamento esteja dando o retorno esperado (KAPPEL; MORENO; BUSS, 2011).

Desta forma, o objetivo deste estudo é descrever a partir das diferentes contribuições científicas a relação da plasticidade neuronal gerada pela privação sensorial da audição e o impacto na discriminação vocal do paciente, assim como utilizar o exame de audiometria da fala para acompanhamento da evolução do paciente.

2 DESENVOLVIMENTO

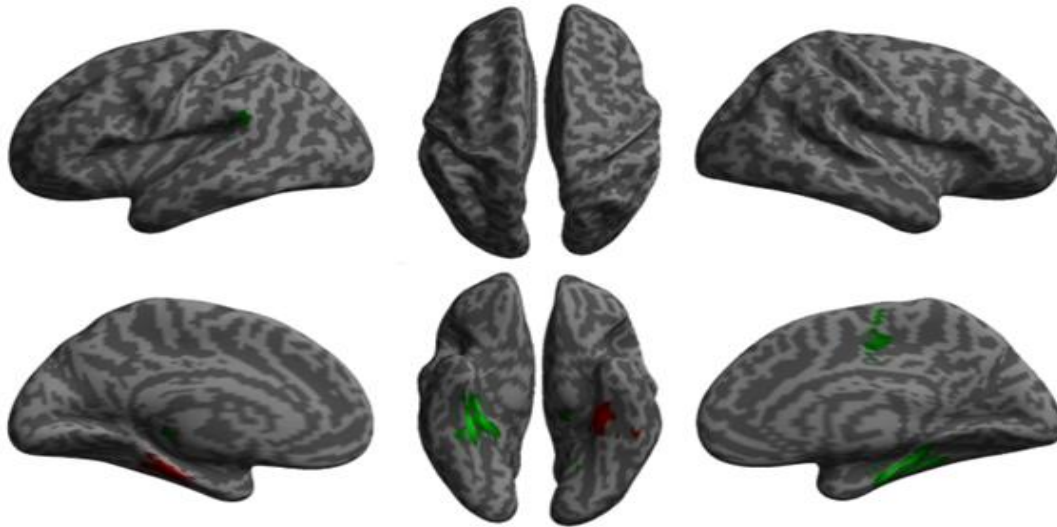
2.1 Plasticidade neuronal

Boéchat *et al.* (2005), trata plasticidade como a habilidade do cérebro de se ajustar às alterações ocorridas na periferia ou impostas pelo ambiente. Quando o sistema nervoso central se altera de acordo com as mudanças impostas pelas experiências auditivas, isso é chamado de plasticidade induzida ou plasticidade de estimulação induzida.

As perdas auditivas monaurais, que acometem apenas uma orelha, enquanto a outra tem seus limiares de audibilidade mantidos, impactam os pacientes a níveis corticais. Estudos em pacientes implantados confirmam efeitos de lateralização, que é a compensação da excitação cortical IPSI lateral em pacientes por perdas auditivas

unilaterais, comparados com sujeito normoacústico. Nesses casos não é observado lateralização da linguagem, somente de natureza acústica (VANDERAUWERA; HELLEMANS; VERHAERT, 2020).

Figura 1: Comparação de pacientes com perdas unilaterais



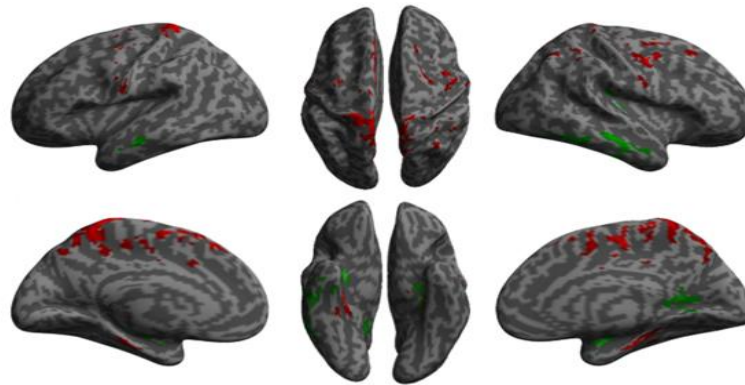
Fonte: Wang *et al.* (2016, não paginado).

A imagem anterior apresenta uma correlação entre pacientes com perdas unilaterais: em vermelho o aumento de volume e em verde a perda de volume em pacientes com perda unilateral à esquerda, se comparado à pacientes com perda unilateral a direita (WANG *et al.*, 2016).

A audição bilateral auxilia a comunicação em vários aspectos, como redução de ruído (*binaural squelch*) e somatória da fala (*binaural summation*), apresentadas como ferramentas importantes da percepção *binaural*. Em pacientes com perdas auditivas monaurais e com implantes cocleares com diferentes graus de tempo de adaptação, quando analisado seus resultados, encontram simetria cortical e restauração de algumas funções corticais (WEDEKIND *et al.*, 2020).

Wang *et al.* (2016), correlaciona uma diminuição da substância cinzenta do córtex auditivo central com a diminuição da capacidade auditiva, e a diminuição de substância cinzenta de áreas de controle de funções de alto nível cognitivo está correlacionada com a duração da perda auditiva.

Figura 2: Comparação de perda auditiva unilateral e normoacústico

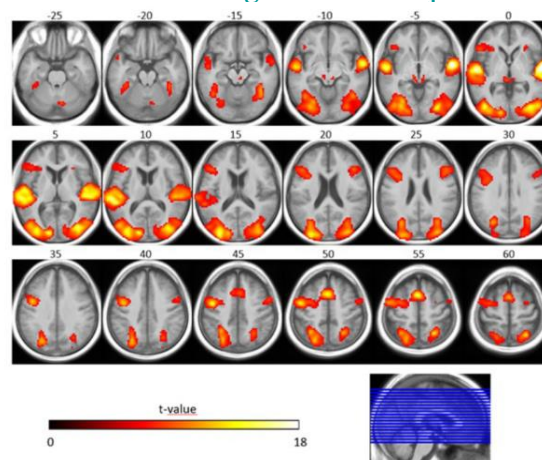


Fonte: Wang *et al.* (2016, não paginado).

Na figura 2, uma demonstração das alterações encontradas no sistema nervoso central por Wang *et al.* (2016): o vermelho apresenta o ganho de volume e o verde, a perda. Os pacientes possuíam perda unilateral e foram comparados com pessoas com limiar dentro dos padrões de normalidade. É notável que as perdas de volume se concentram na região temporal, onde temos o córtex auditivo (BOÉCHAT *et al.*, 2015).

Ao falar de plasticidade neuronal, deve-se levar em consideração a complexidade das conexões cerebrais. Um dos exemplos mais recentes é que alguns feixes dos nervos oriundos dos núcleos cocleares vão para o cerebelo, uma parte do encéfalo até pouco tempo acreditada ser somente de controle motor. Em um estudo de Xu *et al.* (2019) é relacionado uma dissociação de sinapses entre o cerebelo e outras partes do cérebro, quando um paciente é acometido por uma perda auditiva *binaural* de longa data do tipo neurossensorial.

Figura 3: Ressonância Magnética e a reação à fala no ruído



Fonte: Habicht *et al.* (2019, não paginado).

A figura 3 apresenta regiões do cérebro que reagem quando a pessoa escuta estímulos sonoros de fala no ruído. Na imagem é visto que não somente áreas do córtex auditivo central são acionadas, como lobo frontal, parietal, occipital e tronco encefálico, demonstrando uma alta complexidade nas sinapses criadas para a interpretação dos sons (HABICHT *et al.*, 2019).

Alguns achados de imagens reforçam a ideia da plasticidade neuronal em pacientes com perdas auditivas bilateral, sendo possível observar aumento de massa na área do córtex somatosensorial associativa, córtex pré-frontal e giro-fusiforme/médio temporal e registro de diminuição de massa nas áreas corticais visual, auditivo primário e multimodal (PEREIRA-JORGE *et al.*, 2018).

Outra verificação da plasticidade neuronal é quando avaliado o núcleo reticular caudal da ponte (caudal *pontine* reticular *nucleus*) em ratos cobaias, onde foi observada melhora nas respostas em frequências mais baixas, compensando as perdas auditivas nas frequências mais altas (ZHAO *et al.*, 2018).

Já em seres humanos, um exemplo citado por Gil (2006), foi observado em um paciente com perda congênita e protetização unilateral, que após piora no quadro, teve sua orelha contralateral amplificada. Em decorrência dessa amplificação, a orelha que não era dominante passou a ser utilizada até mesmo para conversas telefônicas, em apenas 6 meses de uso da prótese.

O efeito da privação auditiva ocorre quando há uma alteração em qualquer parte do sistema auditivo. Esta mudança impede que o som entre com seus níveis de qualidade adequados, levando o córtex auditivo a sofrer ajustes iniciais de compensação, dando a isso o nome de plasticidade neuronal primária (KAPPEL; MORENO; BUSS, 2011; WILLOTT, 1996).

A privação auditiva, não importando a idade que isso ocorra, ocasiona uma reorganização das funções corticais: a área do córtex impactada pela privação sensorial auditiva passa a executar outra função para não ficar ociosa (CARNEIRO, 2005). Essa mudança é uma das características da plasticidade neuronal que é a capacidade de criar sinapses e ocorre no decorrer de toda a vida, sendo mais forte durante a infância e menos presente nos idosos (BOÉCHAT *et al.*, 2015).

Se o efeito da privação auditiva permanecer sem tratamento, ocorre uma fixação das sinapses e criação de novas para reforço da compensação, a este efeito foi dado o nome de plasticidade neuronal secundária, segundo Kappel, Moreno e Buss (2011).

Essa plasticidade secundária pode ser positiva ou negativa, sendo negativa, quando a compensação da perda auditiva é estabelecida perdendo sinapses importantes do córtex auditivo e direcionando novas sinapses para outras áreas do cérebro, e positiva quando se reestabelece a qualidade do estímulo e o córtex auditivo criando sinapses para compensar as perdas do sistema auditivo (KAPPEL; MORENO; BUSS, 2011).

Para possibilitar a plasticidade secundária positiva, os pacientes com perda auditiva podem usar próteses auditivas, que são equipamentos que captam o som e o amplifica, fazendo com que o nível sonoro compense a perda auditiva do paciente (BEIER; PEDROSO; COSTA-FERREIRA, 2015; KAPPEL; MORENO; BUSS, 2011).

2.2 Discriminação vocal

A capacidade de compreensão é responsabilidade do sistema nervoso auditivo central e por sua vez é complementar à audição periférica, existindo patologias que podem impactar somente a parte central, mantendo a porção periférica inalterada (OTACILIO OTACILIO FILHO *et al.*, 2013).

Patologias diversas podem atrapalhar a captação do som e a transmissão da orelha externa para a orelha interna, gerando impacto na intensidade do som captado pelas células ciliadas e por sua vez, mudança no nível do estímulo que é transmitido para o sistema nervoso auditivo central (BOÉCHAT *et al.*, 2015).

Boéchat *et al.* (2015) exemplifica que danos no nervo vestibulococlear prejudicam a capacidade do paciente em reconhecer e discriminar a fala. Por isso é importante observar quando o teste de índice percentual de reconhecimento de fala dissílabos apresenta resultado inferior aos resultados encontrados nos monossílabos.

A discriminação vocal é intimamente ligada à qualidade do estímulo que a orelha investigada recebe. Gil (2006), exemplifica que pacientes com perdas auditivas assimétricas, os valores encontrados no índice percentual de reconhecimento de fala foram piores nas orelhas não protetizadas se comparado com as orelhas protetizadas.

Ainda sobre a qualidade do som que chega no córtex auditivo, mesmo a perda auditiva sendo compensada, a presença de ruído ambiente pode alterar a capacidade do paciente de compreender o que está sendo dito. Testes realizados por Santos, Petry e Costa (2010) avaliam pacientes protetizados com sentenças no ruído e no silêncio e os valores encontrados confirmam que pacientes com perda auditiva apresentam dificuldade de discriminação vocal na presença do ruído.

Tabela 1: Resultados de percepção da fala no silêncio

Variáveis	Sessão	Média	DP	Mín.	Máx.	Valores de p
IPRSS	1 ^a	65%	21,84	30%	90%	0,1161
IPRSS	2 ^a	72%	28,62	20%	100%	0,0500
IPRSS	3 ^a	83%	21,75	30%	100%	0,0006

Fonte: Santos; Petry; Costa (2010, não paginado).

A tabela 1 apresenta os valores encontrados quando pesquisado o índice percentual de reconhecimento de sentenças no silêncio (IPRSS). Esses valores apresentados por Santos, Petry e Costa (2010), representam a melhora de pacientes protetizados durante 3 sessões, e seus valores encontrados em porcentagem. Da amostra total de 40 pessoas, foram excluídos todos os pacientes que alcançaram 100% na primeira sessão, restando 13 pacientes para a avaliação.

Tabela 2: Resultado de percepção da fala no ruído

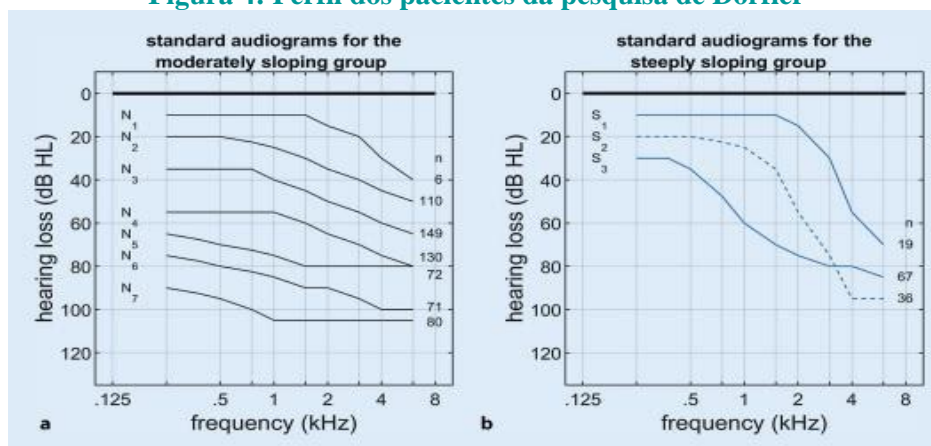
Variáveis	Sessão	Média	DP	Mín.	Máx.	Valores de p
IPRSR	1 ^a	51%	24,28	0%	100%	0,1161
IPRSR	2 ^a	58%	25,57	0%	100%	0,0500
IPRSR	3 ^a	59%	25,03	0%	100%	0,0006

Fonte: Santos; Petry; Costa (2010, não paginado).

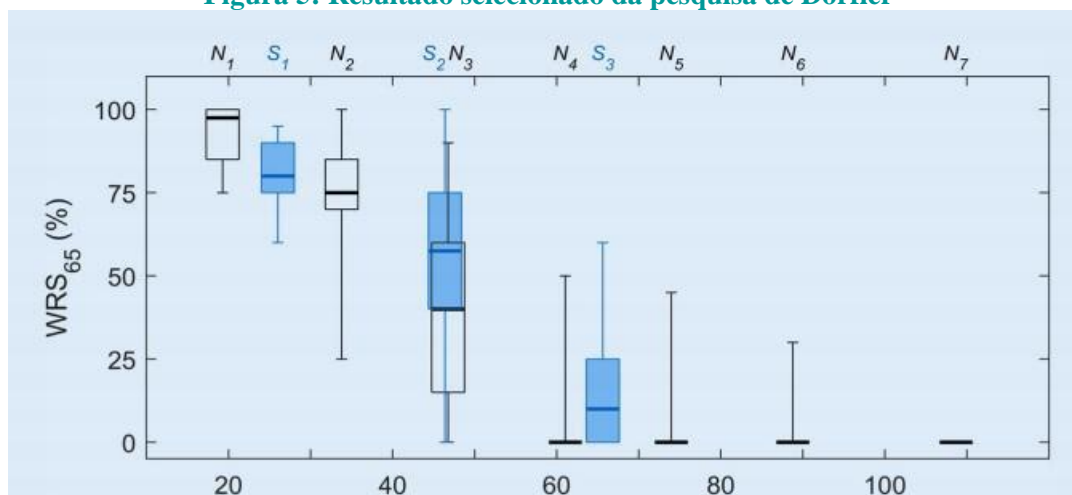
Na tabela 2 são apresentados os valores encontrados quando pesquisado o índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído (IPRSR). Da mesma forma que a tabela anterior, observa-se melhora durante 3 sessões, e foram utilizados todos os 40 pacientes neste procedimento (SANTOS; PETRY; COSTA, 2010).

O exame de discriminação vocal é uma ferramenta essencial no diagnóstico e deve ser avaliada pelo profissional de maneira adequada. Testes em pacientes com perda auditiva apresentaram prevalência de erros nas trocas de fonemas, seguidos por erros nos modos de articulação, demonstrando coerência na capacidade do paciente escutar e não possuir capacidade de discriminação (COENE; VAN DER LEE; GOVAERTS, 2015).

Inicialmente, a capacidade de discriminação vocal do paciente está profundamente ligada ao limiar quadritonal, que é a média das quatro frequências 0,5, 1, 2 e 4 Khz. Contudo, o limiar de audibilidade das outras frequências impactas na capacidade de compreensão da fala do paciente (DÖRFLER *et al.*, 2020).

Figura 4: Perfil dos pacientes da pesquisa de Dörfler


Fonte: Dörfler *et al.* (2020, não paginado).

Figura 5: Resultado selecionado da pesquisa de Dörfler


Fonte: Dörfler *et al.* (2020, não paginado).

Essa informação foi confirmada em estudo de Dörfler *et al.* (2020), quando foi observado que pacientes com limiares quadritonais semelhantes, quando aplicado o exame de discriminação de fala, os que tinham maior sensibilidade a estímulos nas frequências mais baixas, mesmo apresentando uma queda mais acentuada nas frequências de 4, 5, 6, 8 KHz, apresentaram melhor resultado no exame.

As figuras 4 e 5 apresentam o perfil e os valores encontrados para os pacientes da pesquisa de Dörfler *et al.* (2020). Nestas figuras se indica que o perfil audiométrico do paciente é importante quanto levada em conta sua capacidade de discriminação vocal. Na figura 5, a nomenclatura utilizada de *Word Recognition Score* (WRS), taxa de reconhecimento de palavra, e o número 65 que a acompanha significa que um valor fixo de 65 dB *Decibel Sound Pressure Level* (SPL) Decibel por Nível de Pressão Sonora, foi utilizado para a pesquisa de todos os 10 pacientes.

Na figura 4, os pacientes são separados em dois grupos: o primeiro com a perda de no máximo 20 dB por oitava e foi dado a categoria de N, e a segunda categoria, S, foi dado aos pacientes com mais de 25 dB de perda por oitava. A figura mostra as audiometrias de cada um dos 10 pacientes selecionados (DÖRFLER *et al.*, 2020).

Já na figura 5 é apresentado no eixo x a discriminação vocal, na figura denominado WRS e no eixo y o limiar quadrifonico, encontrado no exame de audiometria de cada paciente. A imagem apresenta a comparação dos resultados encontrados por Dörfler *et al.* (2020), sugerindo uma melhor discriminação em pacientes com melhor média quadrifonico. Pacientes apresentaram melhor resultado nas pesquisas quando se observou melhor limiar de audibilidade nas frequências mais baixas, mesmo possuindo limiares inferiores em frequências altas, quando comparado a outros pacientes com melhor média quadrifonico.

A idade e perda auditiva refletem diretamente na discriminação vocal. Pacientes com perda auditiva neurosensorial, devido a presbiacusia e a idade, demonstraram discriminação menor do que normoacúsico. Quando em avaliação, onde a fala foi apresentada mais rápido ou quando teve a presença de ruído, um impacto negativo mais intenso no resultado da pesquisa de discriminação da fala foi observado em pacientes idosos (KIM *et al.*, 2020).

Tabela 3: Comparação entre jovens e idosos

	SRS1	SRS2	SRS3	SRS4
Jovens normoacúsico	100%	100%	94,88%	84,56%
Idosos com presbiacusia	99,38%	98,52%	84,05%	69,16%

Fonte: Kim *et al.* (2020, não paginado)

A tabela 3 apresenta um resultado selecionado da pesquisa de Kim *et al.* (2020), onde *Speech Recognition Score* (SRS) representa taxa de reconhecimento de sentenças e a variação de 1 a 4 são as situações em que o teste foi realizado. Na situação 1 as sentenças foram apresentadas naturalmente, na situação 2 as sentenças tiveram a taxa de compressão em 30%, ou seja, foram aceleradas em 30%, já na situação 3 foi apresentado um ruído de diversos falantes (*multi-talker noise*) e na situação 4 foi apresentado o mesmo ruído do caso 3 com a compressão do caso 2. A média das frequências 0.5, 1, 2 e 4 KHz dos idosos foi de 24,14 e 22,75 dB HL respectivamente para as orelhas direitas e esquerdas, e para

os jovens, a média para todas as frequências testadas (0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8 KHz) foi 20 dB HL.

Os resultados apresentados por Kim *et al.* (2020) corroboram a afirmativa de Dörfler *et al.* (2020), quando este diz que a importância da discriminação está no limiar quadritonal. Indo além, reforçam os achados de Santos, Petry e Costa (2010), quando em seu trabalho, demonstra uma piora nos resultados de discriminação vocal quando apresentado junto com o ruído.

Existem pesquisas que fazem relação entre a capacidade de discriminar a fala e a memória de trabalho. Da mesma maneira que para um leitor, ao ler uma sentença a memória de trabalho deve funcionar corretamente para dar significado ao que acabou de ler, para o ouvinte, o mesmo ocorre para compreender o que acabou de escutar (KIM *et al.*, 2020).

Outras áreas do sistema nervoso auditivo central prejudicam, mesmo que indiretamente, a capacidade da compreensão da fala, Wedekind *et al.* (2020) correlaciona outras áreas com a capacidade de filtrar ruído e dar ênfase a voz, logo, nas áreas que não estejam em pleno funcionamento, a discriminação irá apresentar um rendimento abaixo do esperado.

Já Fitzharris (2016), vai um pouco além e compara o nível que o sistema nervoso auditivo central é acionado mediante certos estímulos. Em avaliações com palavras em pares ou frases na presença de ruído branco e ruído de fundo em forma de fala (*Background speech-shaped noise*), as áreas mais acionadas foram o giro inferior frontal esquerdo (*left inferior frontal gyrus*) e o sulco superior temporal esquerdo (*left superior temporal sulcus*). Já quando o estímulo da fala possuía contexto semântico, a presença dos ruídos ativou áreas complementares com objetivos mais cognitivos de linguagem, como o giro angular esquerdo (*left angular gyrus*), confirmando, dessa forma, que a presença de contexto semântico na avaliação da comunicação aciona graus diferentes do sistema nervoso central.

Com o intuito de avaliar a capacidade de discriminação vocal em pacientes, foram desenvolvidos vários testes, como descritos por Fitzharris (2016), entre eles o teste de reconhecimento de fala no ruído (*Speech Recognition in Noise Test*), teste rápido da fala em ruído (*Quick Speech-in-Noise Test*), teste de escuta no ruído (*Hearing in Noise Test*), teste de fala em ruído de *Banford-Kowal-Bench* (*Bamford-Kowal-Bench Speech-in-Noise Test*) e o teste de palavras no ruído (*Word-in-Noise Test*) que avaliam o índice de reconhecimento de fala com ruídos de mascaramento inseridos. Alguns destes testes são

usados para submeter o paciente ao limite de sua capacidade e assim entender suas limitações da forma mais integral possível.

Mesmo quando a perda auditiva periférica é compensada por uma prótese auditiva, superando as limitações de sensibilidade, ainda há necessidade de avaliar desordens do processamento auditivo que podem impedir que o paciente tenha plena função de comunicação (GIL, 2006).

O paciente consegue acumular informações da comunicação o suficiente para ter a capacidade de processar essas informações e dependendo da qualidade do estímulo, ele tem total possibilidade de conseguir ter o input necessário para compreender a fala, entretanto, o processamento cognitivo *top-down* é de essencial importância para dar significado e interpretar o objetivo da comunicação. Boéchat *et al.* (2015) ainda trata da preocupação com as alterações sinápticas que a perda auditiva periférica traz de prejuízo nos recursos de processamento cognitivo *top-down*, pois há um desvio de recursos da plasticidade neuronal para a parte de percepção das palavras, sendo esses recursos vindo de áreas que são responsáveis por tarefas de maior nível cognitivo, como memória das palavras e compreensão. Essa afirmação pode ser vista na Figura 2 – Comparação de perda auditiva unilateral e normoacústico, deste trabalho.

Vários pesquisadores estudam a correlação do fenômeno linguístico que influenciam na capacidade de entendimento do interlocutor, mesmo em pacientes sem a perda auditiva. A quantidade de informação em uma frase contribui para o entendimento do ouvinte, sendo este fenômeno descrito por Coene, Van Der Lee e Govaerts (2015), como efeito de restauração fonêmica (*phonemic restoration effect*), que é a habilidade do ouvinte de preencher, ou corrigir, fonemas em que o entendimento foi impreciso, com base na frase completa.

Estudos citados por Fitzharris (2016) apresentam uma fraca relação entre discriminação vocal no ruído (*Speech-in-Noise*) com o limiar obtido na audiometria, comprovado em estudos com pacientes mais velhos com audição dentro dos padrões de normalidade quando comparado com pacientes mais jovens normoacústico. Os resultados apresentados apontam uma menor capacidade de discriminação vocal em ruído nos pacientes de maior idade, e esses achados são propostos para reforçar a hipótese de mudanças cognitivas oriundas do avanço da idade dos pacientes e reforça a importância do processamento cognitivo (*top-down*) na discriminação vocal.

2.3 Neuroaudiologia e benefícios

Pacientes com perdas auditivas que utilizaram prótese auditiva em um intervalo de quatorze (14) dias a três (3) meses, apresentaram ganhos no reconhecimento de fala, tanto no silêncio, quanto no ruído, se apoiando na aclimatização da prótese auditiva e na plasticidade neuronal secundária positiva (KAPPEL; MORENO; BUSS, 2011; SANTOS; PETRY; COSTA, 2010).

Tabela 4: Melhora de pacientes entre sessões no silêncio

Variáveis	N	Melhora	Valor médio de melhora
1ª IPRSS x 2ª IPRSS	7	53,8%	21,4%
2ª IPRSS x 3ª IPRSS	7	53,8%	25,7%
1ª IPRSS x 3ª IPRSS	12	92,3%	20,8%

Fonte: Santos; Petry; Costa (2010, não paginado).

Na tabela acima, é apresentada a taxa de melhora entre pacientes que, após a protetização, passaram por avaliação do índice de percepção de sentenças no silêncio (IPRSS), mostrando uma melhora em 12 dos 13 pacientes e com um ganho de 20,8% entre os valores encontrados entre a 1ª e a 3ª sessão (SANTOS; PETRY; COSTA, 2010).

Tabela 5: Melhora de pacientes entre sessões no ruído

Variáveis	N	Melhora	Valor médio de melhora
1ª IPRSR x 2ª IPRSR	30	75%	17%
2ª IPRSR x 3ª IPRSR	23	57,2%	17%
1ª IPRSR x 3ª IPRSR	18	45%	25%

Fonte: Santos; Petry; Costa (2010, não paginado).

Já na tabela 5 a demonstração é do ganho entre sessões do índice de reconhecimento de sentenças no ruído (IPRSR). Por mais que o ganho absoluto seja maior se comparado a tabela 4, a melhora quantitativa é vista principalmente entre a 1ª e 2ª sessão, tendo uma melhora qualitativa entre a 1ª e a 3ª sessão, quando foi observado uma melhora de 45% dos pacientes em 25% dos valores encontrados (SANTOS; PETRY; COSTA, 2010).

De acordo com Pereira-Jorge *et al.* (2018), observações feita via imagens, se averiguo que a protetização dos pacientes trouxe um ganho de massa em regiões de

integração sensorial, como ínsula esquerda e áreas do córtex multimodal como giro angular esquerdo, giro parietal inferior / giro temporal superior / ínsula posterior.

Já em testes de eletrofisiologia executados por Megha e Maruthy (2019), os resultados do estímulo evocado de grande latência (*Auditory late latency responses - ALLR*), em pacientes recém protetizados, quando avaliado durante um período de 2 meses, apresentou uma diminuição da latência entre as avaliações.

Os achados de Leite *et al.* (2018), vão em desencontro com os achados de Megha e Maruthy (2019), pois não houve diminuição na latência se comparado o grupo estudado e o grupo de controle. Ao invés disso, houve uma alteração na amplitude encontrada no estímulo evocado de grande latência (ALLR), no caso do estudo de Leite, o P300. Os pacientes protetizados ainda apresentaram melhoras após 3 meses de protetização, referente a frequência das respostas geradas.

Resultados apresentados por Habicht *et al.* (2019), fortalecem o conceito de que o retorno do estímulo de qualidade aumenta a capacidade do paciente de discriminar palavras, até mesmo na presença do ruído, já que foi observado, via medições de ressonância magnética funcional com fala no ruído e estímulo de fala, o tempo de respostas das áreas corticais, sendo menores em pacientes protetizados e com melhores performances entre os pacientes protetizados com mais tempo de adaptação.

Testes foram feitos em pacientes com perdas bilaterais, porém protetizados unilateralmente, e no acompanhamento de até 18 semanas, a orelha protetizada apresentou ganho no índice de reconhecimento de fala e a orelha não protetizada, no mesmo período, apresentou uma queda na capacidade de discriminação vocal (AMORIM; ALMEIDA, 2007).

O resultado positivo da protetização e a melhora que traz ao paciente é visto em vários estudos, entretanto, em uma revisão sistematizada, Thomson *et al.* (2017) observa uma tendência da perda auditiva ser um fator de risco para a demência e declínio cognitivo.

Os fatores psicológicos da perda auditiva também devem ser avaliados como fator de risco para a demência e declínio cognitivo, pois a partir do momento que não se tem a habilidade de compreender reduz-se também a habilidade de se comunicar e com isso, há o isolamento social (THOMSON *et al.*, 2017).

Outras linhas de pesquisas sugerem que resultados audiológicos específicos podem contribuir para acompanhamento de funções cognitivas ao decorrer da idade. Sendo indicada avaliação auditiva e cognitiva para acompanhamento de progresso irregular das funções cognitivas (CASTIGLIONE *et al.*, 2019).

3 METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de uma revisão bibliográfica simples realizando levantamento de artigos indexado com as palavras chaves: “Plasticidade Neuronal”, “Audiometria da Fala”, Audiologia, “Perda Auditiva” e Audição. O operador lógico usado foi o AND. O critério de inclusão a língua: português e inglês. Todas as pesquisas foram feitas com palavras indexadas confirmadas pelo Descritores em Ciência e Saúde (DeCS). As plataformas de busca foram PubMed, Capes, ERIC e SciELO.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante análise bibliográfica realizada, o estudo é relevante para se concluir que, o sistema nervoso auditivo central realiza adequações rápidas, em tempo aproximado de três meses, mediante alterações que ocorrem no sistema auditivo periférico. Isso é observado e confirmado em imagens após a protetização de pacientes, vistos em pesquisas apresentadas neste trabalho.

Observa-se evolução na capacidade de discriminação vocal dos pacientes quando há o retorno na qualidade do estímulo sonoro, sendo necessário um acompanhamento e preparo do profissional para utilizar a neuroaudiologia para benefícios terapêuticos.

Quanto à importância do córtex auditivo para a discriminação da palavra falada no ruído, são apresentados vários resultados da dificuldade de pacientes nessa situação. Estudos científicos aqui estudados confirmam que partes do córtex auditivo e outras partes do sistema nervoso central são ativadas quando o paciente é exposto a esse tipo de estímulo, são necessárias mais pesquisas sobre o processamento da fala no ruído em pacientes com perda auditiva, já que eles sofrem alterações com a plasticidade neuronal primária.

A discriminação vocal é complexa e demanda distintas áreas do cérebro, sendo algumas delas recentemente mapeadas e atreladas a audição, vide as alterações que sofre o cerebelo quando passa pela plasticidade primária negativa. Diante disso, áreas adjacentes são alteradas para compensar a perda auditiva. O seguinte questionamento é gerado: esta é uma das razões por ocorrer o declínio cognitivo em pacientes com perda auditiva? Cabe ressaltar que outros estudos devam ser realizados, visando aprimorar e ampliar o conhecimento sobre o assunto.

REFERÊNCIAS

AMORIM, R. M. S.; ALMEIDA, K. de. Estudo do benefício e da aclimatização em novos usuários de próteses auditivas. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 39–48, abr. 2007.

BEIER, L. O.; PEDROSO, F.; COSTA-FERREIRA, M. I. D. Benefícios do treinamento auditivo em usuários de aparelho de amplificação sonora individual - revisão sistemática. **Revista CEFAC**, [S.L.], v. 17, n. 4, p. 1327–1332, ago. 2015.

BOÉCHAT, E. M. *et al.* **Tratado de audiologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabra Koogan, 2015.

CARNEIRO, L. L. F. Surdez: perdas e ganhos. **Ciência & Cognição**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 142–144, 2005.

CASTIGLIONE, A. *et al.* Correspondence between cognitive and audiological evaluations among the elderly: a preliminary report of an audiological screening model of subjects at risk of cognitive decline with slight to moderate hearing loss. **Frontiers in Neuroscience**, [S.L.], v. 13, s.n., p. 1–11, 10 dez. 2019.

COENE, M.; VAN DER LEE, A.; GOVAERTS, P. J. Spoken word recognition errors in speech audiometry: a measure of hearing performance? **BioMed Research International**, [S.L.], v. 2015, p. 1–8, 2015.

DÖRFLER, C. *et al.* Speech recognition with hearing aids for 10 standard audiograms Sprachverstehen mit Hörgeräten für 10 Standardaudiogramme. **Hno**, [S.L.], s.v., s.n., não paginado, 2020.

FITZHARRIS, K. L. **Speech understanding in noise**: an auditory event-related potentials study. 2016. Tese (Doutorado em Filosofia) – The University of Texas at Dallas, Dallas, 2016.

GIL, D. **Treinamento auditivo formal em adultos com deficiência auditiva**. 2006. 181 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2006.

HABICHT, J. *et al.* Exploring differences in speech processing among older hearing-impaired listeners with or without hearing aid experience: eye-tracking and fMRI measurements. **Frontiers in Neuroscience**, [S.L.], v. 13, n. 5, p. 1–14, 3 maio. 2019.

KAPPEL, V.; MORENO, A. C. P.; BUSS, C. H. Plasticity of the auditory system: theoretical considerations. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, [S.L.], v. 77, n. 5, p. 670–674, out. 2011.

KIM, S. *et al.* Auditory working memory explains variance in speech recognition in older listeners under adverse listening conditions. **Clinical Interventions in Aging**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 395–406, mar. 2020.

LEITE, R. A. *et al.* Monitoring auditory cortical plasticity in hearing aid users with long latency auditory evoked potentials: a longitudinal study. **Clinics** [S.L.], v. 73, n. 9, p. 1–11, 14 fev. 2018.

MEGHA; MARUTHY, S. Consequences of hearing aid acclimatization on ALLRs and its relationship with perceived benefit and speech perception abilities. **European Archives of Otorhino-Laryngology**, [S.L.], v. 276, n. 4, p. 1001–1010, 29 abr. 2019.

OTACILIO FILHO, L. *et al.* (ed.). **Novo tratado de fonoaudiologia**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2013.

PEREIRA-JORGE, M. R. *et al.* Anatomical and functional MRI changes after one year of auditory rehabilitation with hearing aids. **Neural Plasticity**, [S.L.], v. 2018, p. 1–13, 10 set. 2018.

SANTOS, S. N.; PETRY, T.; COSTA, M. J. Índice percentual de reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído: efeitos da aclimatização no indivíduo avaliado sem as próteses auditivas. **Revista CEFAC**, [S.L.], v. 12, n. 5, p. 733–740, 23 abr. 2010.

THOMSON, R. S. *et al.* Hearing loss as a risk factor for dementia: A systematic review. **Laryngoscope Investigative Otolaryngology**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 69–79, abr. 2017.

VANDERAUWERA, J.; HELLEMANS, E.; VERHAERT, N. Research Insights on Neural Effects of Auditory Deprivation and Restoration in Unilateral Hearing Loss: A Systematic Review. **Journal of Clinical Medicine**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 812, 17 mar. 2020.

WANG, X. *et al.* Alterations in gray matter volume due to unilateral hearing loss. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 25811, 13 maio. 2016.

WEDEKIND, A. *et al.* Restoration of cortical symmetry and binaural function: cortical auditory evoked responses in adult cochlear implant users with single sided deafness. **Plos One**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. e0227371, 14 jan. 2020.

WILLOTT, J. F. Physiological plasticity in the auditory system and its possible relevance to hearing aid use, deprivation effects, and acclimatization. **Ear and Hearing**, [S.L.], v. 17, n. Sup 1, p. 66S-77S, jun. 1996.

XU, X. M. *et al.* Dissociation between cerebellar and cerebral neural activities in humans with long-term bilateral sensorineural hearing loss. **Neural plasticity**, [S.L.], v. 2019, p. 1–10. 27 mar. 2019.

ZHAO, N. *et al.* Functional change in the caudal pontine reticular nucleus induced by age-related hearing loss. **Neural Plasticity**, [S.L.], v. 2018, n. 1c, p. 1–9. 2018.

EDIÇÃO ESPECIAL

Pandemia

COMO CITAR ESTE ARTIGO

ABNT: VIEIRA, F.; BARCELOS, R. O. A neuroaudiologia e os benefícios na discriminação vocal. **Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico**, Itaperuna, v. 06, n. 3, p. 1-19. 2020. DOI: 10.209512446-6778v6n3a2.

AUTOR CORRESPONDENTE

Nome completo: Frederico Vieira

e-mail: fredevieiras@gmail.com

Nome completo: Renata Oliveira de Barcelos

e-mail: renata.barcelos@uva.br

RECEBIDO

20. 08. 2020.

ACEITO

20. 12. 2020.

PUBLICADO

25. 10. 2021.

TIPO DE DOCUMENTO

Revisão de Literatura