

ESTUDO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO TEMPORAL EM UNIVERSITÁRIOS

BARP, Sara Caroline ¹

RIGO, Thainá Samara ¹

SOUZA, Aline Aparecida Tomiasi ²

RESUMO

Objetivo: investigar as alterações no processamento auditivo temporal em universitários. **Metodologia:** tratou-se de um estudo de campo, de caráter quantitativo, qualitativo e transversal. A amostra foi constituída de 17 estudantes do curso de Fonoaudiologia, do sexo feminino, com idades entre 19 e 47 anos. Todos foram submetidos aos seguintes procedimentos: aplicação de um questionário, avaliação Audiológica básica e aos testes de processamento auditivo temporal, o *Teste Padrão de Frequência* (TPF) e o *Random Gap Detection Test* (RGDT). **Resultados:** A maioria dos participantes apresentou alteração no processamento auditivo temporal, principalmente na habilidade auditiva de ordenação temporal. **Considerações finais:** Os achados indicaram que universitários podem ter alterações no processamento auditivo temporal, resultando em dificuldades auditivas específicas. Portanto, intervenções direcionadas são essenciais. O estudo contribuiu para a investigação desse processamento e destaca a importância de estratégias para melhorar a qualidade de vida acadêmica e social desses indivíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Processamento Auditivo Temporal. Universitários. Transtornos do Processamento Auditivo Central.

1. INTRODUÇÃO

O processamento auditivo é o processo pelo qual o sistema nervoso central decodifica e interpreta as ondas sonoras captadas pela orelha externa e são transmitidas através da orelha média e interna até o córtex auditivo. Após a captação inicial, o som passa por diversos processos fisiológicos e cognitivos, incluindo habilidades como localização espacial do som, compreensão da fala em ambientes ruidosos e capacidade de entender mensagens distorcidas ou fragmentadas. O sistema auditivo central também pode selecionar estímulos de uma orelha, ignorando os da outra, e reconhecer estímulos diferentes apresentados simultaneamente às duas orelhas (Steiner, 1999).

A audição depende da integridade das vias auditivas centrais, as quais necessitam de experiências auditivas para se organizarem e estabelecerem novas conexões neurais, resultando em um sistema auditivo funcional. Durante os primeiros anos de vida, ocorre um processo fundamental de desenvolvimento, no qual as experiências sonoras são essenciais para a formação e maturação das conexões neurais. Essas conexões ocorrem desde o nascimento até aproximadamente os seis anos de idade, sendo fundamentais para a adaptação do sistema auditivo às demandas do ambiente sonoro. A plasticidade neural durante esse período permite que o cérebro se adapte e refine suas

habilidades auditivas, influenciando diretamente na capacidade de processamento e compreensão da informação auditiva ao longo da vida (Engelmann; Ferreira, 2009).

Sabe-se que, o processamento auditivo central é a capacidade do sistema nervoso central de utilizar a percepção auditiva, integrando-a com outros estímulos sensoriais (Nazaré, 2009; Frota e Pereira, 2010). No entanto, para processar informações auditivas, o sistema auditivo precisa desempenhar várias habilidades, incluindo detecção, localização, atenção, atenção seletiva, figura-fundo, integração binaural, separação binaural, fechamento auditivo, reconhecimento, discriminação, combinação, associação, compreensão e memorização (Nazaré, 2009).

Dentre os mecanismos do processamento auditivo, destaca-se o processamento auditivo temporal, que compreende habilidades essenciais como a ordenação temporal e a resolução temporal. A ordenação temporal permite organizar os estímulos auditivos de acordo com a sequência em que ocorrem, facilitando a discriminação da ordem correta dos sons (Cruz; Andrade; Gil, 2012). Samelli e Schochat (2008) enfatizam que a resolução temporal é crucial no processamento auditivo, envolvendo a capacidade de detectar breves intervalos de silêncio e discriminar pequenas mudanças no tempo entre os sons. Essas habilidades são fundamentais para a percepção da fala, permitindo a identificação de diferenças sutis entre fonemas e a compreensão da prosódia e entonação das mensagens.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O processamento auditivo temporal é essencial para a percepção da fala, aprendizado e compreensão da linguagem. Deficiências nessas habilidades podem levar à dificuldades no processamento fonológico, discriminação auditiva, linguagem receptiva, leitura, escrita, soletração, aprendizado da linguagem oral, segmentação fonêmica de palavras e desenvolvimento de representações verbais na memória, além de déficits na discriminação de frequências, intensidades e duração sonora, prosódia e entonação (Terto; Lemos, 2011).

Pesquisas têm mostrado que dificuldades no processamento auditivo temporal em adultos, incluindo universitários, podem levar a sérios problemas de aprendizagem. Essas dificuldades impactam negativamente a capacidade de discriminar e interpretar sons rapidamente, o que é necessário para a compreensão da fala em ambientes acadêmicos e sociais.

Fiore (2019) relata que indivíduos com problemas no processamento temporal frequentemente apresentam desafios significativos na leitura, escrita e outras habilidades

linguísticas. Essas deficiências podem se manifestar como dificuldades na segmentação fonêmica, reconhecimento de padrões auditivos e na compreensão de informações verbais complexas.

Terto e Lemos (2011) salientam que tais dificuldades no processamento auditivo podem prejudicar a percepção fonológica e a discriminação auditiva, resultando em problemas de alfabetização e aprendizado acadêmico geral. Portanto, a integridade do processamento auditivo temporal é fundamental para o sucesso acadêmico e a eficácia na comunicação.

Entre os testes utilizados para avaliar o processamento auditivo temporal, destacam-se o *Random Gap Detection Test* (RGDT) e o *Teste de Padrão de Frequência* (TPF). O RGDT é utilizado para avaliar a resolução temporal, que é a capacidade de detectar pequenos intervalos de silêncio entre sons, fundamental para a discriminação auditiva fina. Por outro lado, o TPF avalia a ordenação temporal, que envolve a habilidade de perceber e sequenciar corretamente os padrões sonoros, essencial para a compreensão da fala e da linguagem. De acordo com Samelli e Schochat (2008), ambos os testes são altamente sensíveis para o diagnóstico de alterações nas habilidades de processamento auditivo temporal, sendo eficazes na identificação de déficits que podem impactar significativamente a comunicação e a aprendizagem.

O presente estudo objetivou investigar as alterações no processamento auditivo temporal em universitários, bem como averiguar queixas relacionadas ao processamento auditivo central, verificar o índice de universitários com alterações no processamento auditivo temporal e relacionar as queixas de processamento auditivo central em universitários que falharam nos testes TPF e RGDT.

3. METODOLOGIA

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, conforme parecer 6.667.737 e CAAE 77263423.6.0000.5219, e caracterizou-se como pesquisa aplicada quanto à finalidade; quantitativa, qualitativa e descritiva quanto à forma de abordagem; exploratória quanto aos objetivos; de campo quanto aos procedimentos técnicos; e transversal quanto ao desenvolvimento no tempo.

Após a aprovação do presente estudo, realizou-se uma breve apresentação no início das aulas com os acadêmicos, com cerca de dez minutos de duração, para explicar os objetivos da pesquisa e convidá-los a participar. Os interessados receberam um QR Code contendo um formulário do Google Forms, onde puderam manifestar seu interesse em participar do estudo e

indicar sua disponibilidade de dias e horários para as avaliações. Todos os participantes que demonstraram interesse assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Participaram da pesquisa dezessete (17) alunas, com média de idade de 26,35, sendo idade mínima de 19 anos e máxima de 47 anos, matriculadas em todos os períodos do curso de Fonoaudiologia do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz (FAG).

Como critérios de inclusão, as participantes deveriam ter idades entre 18 e 50 anos, serem acadêmicas do curso de Fonoaudiologia do Centro FAG, não apresentarem perda auditiva congênita ou de outra natureza, não terem histórico pregresso ou atual de problemas auditivos, e apresentarem curva timpanométrica do tipo A em ambas as orelhas. Foram excluídas as participantes que não se enquadraram na faixa etária, tinham diagnóstico de transtornos neurológicos, possuíam histórico pregresso ou atual de problemas auditivos, apresentavam perdas auditivas congênitas ou adquiridas de outra natureza, ou exibiam curvas timpanométricas dos tipos B, C, Ad e Ar.

Os participantes que concordaram foram agendados para uma avaliação auditiva e de processamento auditivo central no Setor de Audiologia das Clínicas FAG, localizado no Centro FAG, em Cascavel/PR.

Todas as participantes foram submetidas à uma série de procedimentos, incluindo anamnese audiológica, inspeção visual do Meato Acústico Externo (IVMAE), Audiometria Tonal Limiar Convencional (ATL), Audiometria Vocal (AV), Medidas de Imitância Acústica (MIA), além dos testes de processamento auditivo temporal: RGDT e o TPF. As avaliações ocorreram entre os meses de março e maio de 2024, sendo realizadas em uma única sessão com duração de 60 minutos.

A anamnese audiológica consistiu em perguntas de múltipla escolha, desenvolvidas pelos autores com base na literatura, abrangendo aspectos auditivos, saúde geral, uso de medicamentos, queixas auditivas e otológicas, além de questionamentos relacionados ao processamento auditivo, sendo aplicado em até dez minutos, em uma sala silenciosa.

Para realizar a ATL, AV e os testes RGDT e TPF, utilizou-se o audiômetro modelo AC40. Para as MIA, utilizou-se o imitanciômetro AT 235, ambos equipamentos da marca Interacoustic® e estavam devidamente calibrados.

A IVMAE foi realizada com intuito de verificar impedimentos que pudessem prejudicar a avaliação. Os indivíduos que apresentaram tais impedimentos foram encaminhados para avaliação otorrinolaringológica, sendo solicitado o retorno para a avaliação audiológica. O otoscópio utilizado foi o modelo Mini LED 1000, da marca MIKATOS.

Para realização da MIA utilizou-se a sonda de inserção de frequência de 226Hz, sendo aplicada uma pressão variável entre +200daPa a -400daPa com velocidade automática. Os valores registrados foram o de Complacência Estática e Pressão. Os critérios adotados para classificação das curvas timpanométricas foram os mencionados por Jerger (1970) e Jerger, Jerger e Mauldin (1972), ou seja, curvas timpanométricas, Tipo A (caracterizada por mobilidade normal do sistema tímpano-ossicular), do Tipo B (ausência de mobilidade do sistema tímpano-ossicular), Tipo C (pico deslocado para pressão negativa), Tipo Ad (hipermobilidade do sistema tímpano-ossicular) e Tipo Ar (baixa mobilidade do sistema tímpano-ossicular). A pesquisa do reflexo acústico (RA) ipsilateral e contralateral ocorreram nas frequências de 500Hz a 4.000Hz. Foram utilizados os critérios Gelfand (1984) e Jerger e Jerger (1989) para o resultado dos RA na condição via aferente contralateral, sendo presente em níveis normais reflexo desencadeado entre 70 e 100 dB acima do limiar da via aérea, presente e diminuído com diferença menor ou igual a 65 dB entre o limiar de via aérea e o RA contralateral, e presente e aumentado com diferença maior que 100 dB entre o limiar de via aérea e o RA contralateral. O reflexo foi considerado ausente quando não desencadeado até a saída máxima do equipamento.

Para realização da ATL utilizou-se a técnica descendente (estímulo aplicado de maneira audível para inaudível). O limiar de audibilidade foi obtido pela confirmação das respostas após três apresentações consecutivas do estímulo específico (tom puro) para a mesma frequência sem inconsistência das respostas. Os critérios adotados para classificação quanto ao grau foi o baseado na média tritonal das frequências de 500, 1.000 e 2.000 Hz, segundo Lloyd e Kaplan (1978), ou seja, os participantes que apresentaram média tritonal até 25dBNA obteve limiares auditivos dentro do padrão de normalidade, sendo que resultados superiores foram considerados como alterados. O estímulo utilizado foi o tom puro de forma contínua, sendo testadas as frequências de 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000, 8.000, 500 e 250Hz, respectivamente.

Na AV foram realizados os seguintes testes: Limiar de Recepção de Fala (LRF), no qual considerou-se como resultado satisfatório valores iguais ou no máximo de 10dB de diferença com a média tritonal. Para o Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF) foi considerado valores entre 92 e 100% de discriminação para caracterizar reconhecimento de fala dentro da normalidade (Schoepflin, 2012).

Para os testes comportamentais de processamento auditivo, utilizou-se um computador conectado ao audiômetro com o software Auditec, com intuito de avaliar a habilidade de ordenação temporal por meio do teste TPF, sendo apresentado 60 sequências de três tons, com frequências de

1.430Hz para tons agudos (A) e 880Hz para tons graves (G). O estímulo possui uma duração de 200 milissegundos (ms) com um intervalo de 7 segundos (s) entre cada sequência apresentada. O teste inclui seis possíveis sequências: AAG, AGA, AGG, GAA, GAG e AAG. O critério de normalidade estabelecido foi porcentagem de acertos igual ou superior a 90% (Sanguibuche; Peixe; Garcia, 2020).

Para o teste RGDT, desenvolvido por Keith (2000) e na versão *Auditec of Saint Louis*, foi empregado o mesmo computador acoplado ao audiômetro de dois canais mencionados anteriormente. O teste RGDT consiste em pares de tons puros apresentados aleatoriamente nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, com intervalos de tempo entre os tons variando de 0 a 40 ms. O critério de normalidade foi até 10 ms (Sanguibuche; Peixe; Garcia, 2020).

A análise estatística foi realizada utilizando o programa Excel 2019 e o teste Qui-quadrado. Os resultados dos testes foram apresentados percentualmente e apresentados por meio de tabelas, quadros, além de análise descritiva e comparativa.

4. ANÁLISES E DISCUSSÕES

Nota-se que todos os dezessete participantes (100%) apresentaram queixas, tais como distração com ruídos de fundo, dificuldade em compreender fala rápida, problemas de aprendizado por meio da audição, esquecimento de informações em poucos minutos, dificuldade em ambientes barulhentos, falta de atenção, solicitação de repetição, dificuldade em entender instruções verbais, acompanhamento de diálogos, dificuldade de aprendizagem, desorganização e problemas de leitura, conforme demonstrado na Tabela 1. Esses achados demonstram que há uma prevalência significativa de queixas entre os universitários. A maioria dessas queixas está relacionada à dificuldade em lidar com diferentes aspectos da comunicação auditiva e da percepção verbal. Isso sugere que o processamento auditivo central pode estar comprometido em uma parcela considerável dessa população.

A queixa prevalente de distração com sons de fundo sugere uma possível disfunção no mecanismo de atenção seletiva, refletida na dificuldade em discriminar e priorizar estímulos auditivos relevantes em detrimento dos irrelevantes. Esse déficit pode comprometer a capacidade de concentração durante tarefas que exigem processamento auditivo, resultando em uma competição prejudicial entre a fala alvo e o ruído ambiental. Pesquisas utilizando testes de processamento auditivo como o *Speech-in-Noise Test* demonstraram que indivíduos com queixas de distração com

ruídos de fundo frequentemente apresentam um desempenho inferior ao lidar com fala em presença de ruído ambiental comparado a indivíduos sem tais dificuldades (Smith *et al.*, 2019).

Tabela 1 – Distribuição percentual das queixas dos universitários em relação ao processamento auditivo central.

Queixa	Percentual
Distraído com sons de fundo	71%
Dificuldade para entender quando alguém fala rápido	65%
Dificuldade para aprender por meio da audição	65%
Esquecer o que foi dito em alguns minutos	65%
Dificuldade para entender em ambiente ruidoso	53%
Desatenção	53%
Solicitação de repetição de fala	47%
Dificuldade com instruções orais	35%
Dificuldade para acompanhar um diálogo	29%
Dificuldade de aprendizagem	24%
Desorganizado	24%
Dificuldade em leitura	18%

Fonte: Autores do artigo (2024)

Estudos apontam que indivíduos com Transtornos do Processamento Auditivo Central (TPAC) podem enfrentar desafios consideráveis ao filtrar e processar informações sonoras em ambientes barulhentos. Isso, por sua vez, tem um impacto negativo em sua habilidade de compreensão da fala e participação em atividades sociais e educacionais (Brown e Bainbridge, 2018; Bellis, 2020; Smith *et al.*, 2020).

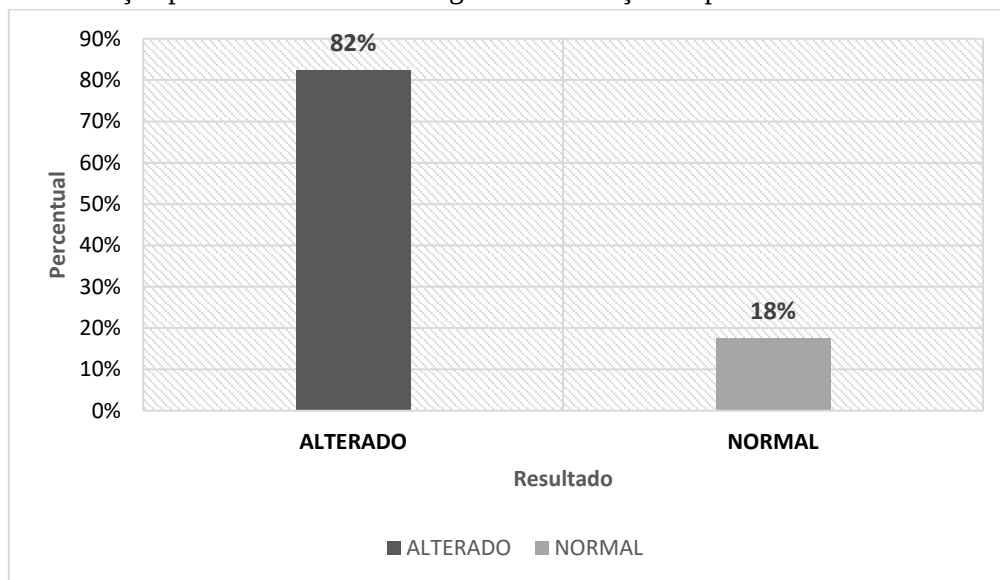
Queixas relacionadas à compreensão da fala e seu vínculo com o processamento auditivo são essenciais para entender os desafios enfrentados por indivíduos com dificuldades auditivas. Estudos frequentemente relatam uma prevalência significativa de queixas relacionadas à compreensão da fala entre pessoas com distúrbios do processamento auditivo (Smith *et al.*, 2020).

Ao verificar o índice de alterações no processamento auditivo temporal dos dezessete (100%) universitários participantes, pode-se notar que quatorze (82%) apresentaram resultados alterados, enquanto três (18%) passaram nos testes, de acordo com o gráfico 1.

O processamento auditivo temporal desempenha um papel fundamental na percepção da fala, pois muitos aspectos das informações auditivas são sensíveis a variações temporais (Samelli; Schochat, 2008). Esta constatação é relevante para o presente estudo, uma vez que os pacientes

afetados por alterações no processamento auditivo temporal relatam dificuldades em compreender discursos rápidos, assimilar informações auditivas para aprendizado, reter conteúdos verbais por curtos períodos e frequentemente solicitam repetições de fala. Esses sintomas sugerem uma possível associação entre as queixas dos pacientes e as disfunções no processamento auditivo temporal.

Gráfico 1 – Distribuição percentual do resultado geral da avaliação do processamento auditivo temporal.



Fonte: Autores do artigo (2024)

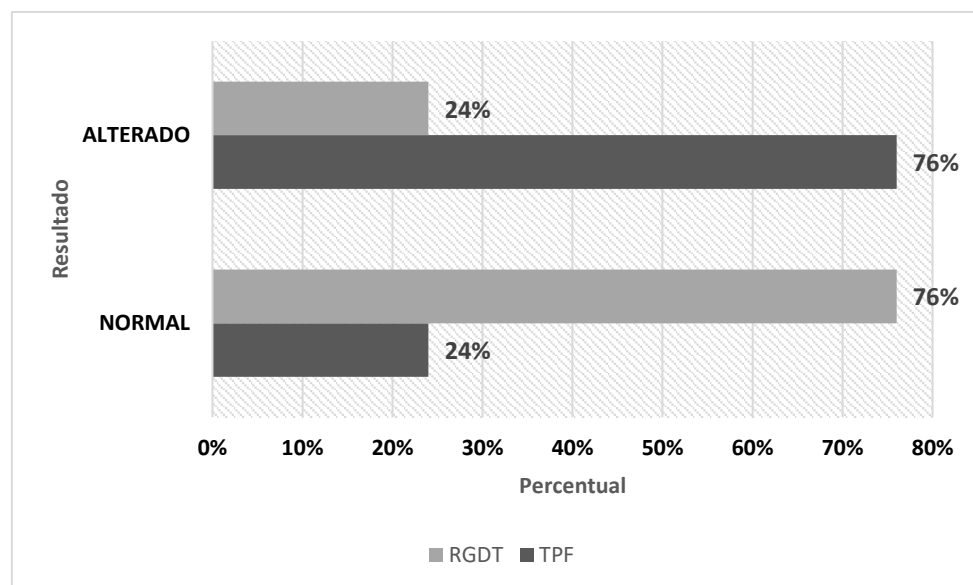
Estudos têm demonstrado que adultos podem apresentar alterações significativas no processamento auditivo temporal, o que pode afetar a percepção da fala e a habilidade de discriminação auditiva. Segundo Pichora-Fuller e Souza (2003), essas alterações podem ser atribuídas a mudanças no sistema auditivo periférico e central ao longo do envelhecimento. Peskind *et al.* (2015) mostraram que adultos mais velhos com dificuldades auditivas frequentemente exibem déficits no processamento temporal, manifestados por uma menor capacidade de detectar e discriminar estímulos sonoros rápidos e complexos. Esses achados destacam a importância de considerar o processamento auditivo temporal em avaliações auditivas clínicas de adultos, visando intervenções adequadas para melhorar a qualidade de vida auditiva dessa população.

Samelli e Schochat (2008) reforçaram que o processamento auditivo temporal é extremamente importante, principalmente no que se refere à percepção de fala, pois muitas das características das informações auditivas são modificadas pelo tempo. Sendo assim, a percepção da fala está intimamente ligada a dificuldades na habilidade de ordenação temporal e na detecção de intervalos

de silêncio, gerando impactos na vida diária, incluindo desafios na comunicação e na interação social, além de consequências potenciais no desempenho acadêmico e profissional.

Ao analisar o desempenho em cada teste do processamento auditivo temporal, observa-se que os universitários participantes apresentaram resultados piores no TPF quando comparado com os achados no RGDT, conforme mostrou o gráfico 2. Dos quatorze (100%) participantes que falharam na avaliação do processamento auditivo temporal, treze (76%) apresentaram resultados insatisfatórios no TPF, e quatro (24%) no RGDT.

Gráfico 2 – Distribuição percentual do resultado dos testes TPF e RGDT.



Fonte: Autores do artigo (2024)

Esses resultados apontam para uma discrepância significativa nos desempenhos entre o TPF e o RGDT. Essa disparidade pode sugerir que diferentes aspectos do processamento temporal auditivo são afetados de maneiras distintas em contextos específicos, como o ambiente universitário. Enquanto o TPF avalia a capacidade de discriminar padrões tonais em frequências específicas, o RGDT enfoca a detecção de lacunas aleatórias no som, envolvendo habilidades mais diretamente ligadas à percepção temporal precisa.

Segundo estudo conduzido por Tiezzi *et al.* (2023), ao investigar o processamento auditivo central em mulheres no climatério, foi constatado que as participantes obtiveram resultados significativamente melhores no teste que avalia a resolução temporal em comparação com o que avalia a ordenação temporal, corroborando com o presente estudo. Esses resultados sugerem que a

habilidade de discernir padrões tonais específicos pode ser mais robusta do que a detecção de lacunas aleatórias no som, destacando a complexidade e a variabilidade individual no processamento auditivo temporal.

Além disso, embora o estudo em questão não tenha analisado diretamente a exposição ao ruído, é amplamente reconhecido que jovens frequentemente são expostos a ambientes ruidosos e uso prolongado de fones de ouvido. Estudos anteriores, como o de Anderson *et al.* (2018), evidenciaram que adultos com histórico de exposição a ruído ocupacional mostraram uma redução significativa na capacidade de discriminar padrões tonais em diferentes frequências. Isso sugere que a exposição crônica ao ruído pode comprometer a percepção auditiva temporal, especialmente a habilidade de discernir padrões tonais, essencial para a compreensão da fala em ambientes desafiadores. Portanto, considerar a influência da exposição ao ruído é crucial para uma compreensão abrangente dos resultados do TPF em jovens universitários, considerando condições auditivas adversas.

Em contrapartida, um estudo investigando o processamento auditivo em jovens com e sem percepção de zumbido revelou que a ordenação temporal não apresentou alterações significativas, enquanto a resolução temporal demonstrou mudanças expressivas, contrariando assim as conclusões deste estudo (Moreira *et al.*, 2023).

Em outro estudo que utilizou o Teste de Padrão de Duração (TPD) para avaliar a habilidade de ordenação temporal, foi observado que 61,8% dos participantes apresentaram resultados normais, enquanto 38,2% mostraram alterações, contrastando com os achados do presente estudo (Garcia *et al.*, 2019). Além disso, um estudo brasileiro indicou que, ao comparar tarefas de duração e frequência, as tarefas de duração obtiveram melhores resultados. Isso pode ser justificado pela fonética da língua portuguesa, uma vez que os fonemas no português possuem maior duração acústica em comparação com outros idiomas (Souza; Escarce; Lemos, 2021).

Embora o presente estudo tenha utilizado o TPF para avaliar a habilidade auditiva de ordenação temporal, é importante destacar que resultados mais abrangentes poderiam ter sido obtidos se o TPD tivesse sido empregado. O TPF é projetado para avaliar a capacidade de discriminar padrões tonais em diferentes frequências, exigindo uma habilidade precisa de percepção auditiva para detectar variações sutis nos tons. Esta tarefa pode ser desafiadora devido à necessidade de distinguir entre frequências próximas e diferentes intervalos tonais, especialmente em ambientes auditivos complexos. Por outro lado, o TPD foca na habilidade de ordenar corretamente estímulos auditivos em termos de duração, o que pode ser menos exigente em termos

de discriminação precisa entre diferentes tons, mas igualmente importante para a compreensão auditiva em linguagem e música. No entanto, devido às limitações logísticas, não foi viável incluir o TPD na bateria de testes. Assim, futuras pesquisas poderão explorar ambos os testes para proporcionar uma visão mais completa do processamento auditivo temporal.

Ao correlacionar as queixas com os resultados dos testes TPF, observou-se que treze (76%) dos universitários que falharam no teste apresentaram as seguintes manifestações, respectivamente: dificuldade em entender quando alguém fala rápido ou abafado, facilmente distraídos por sons de fundo, dificuldade em aprender através da audição, esquecimento do que foi dito em alguns minutos, solicitação frequente de repetição de fala, dificuldade em escutar ou entender em ambientes ruidosos, desatenção, desorganização, dificuldade em acompanhar diálogos, dificuldade em seguir instruções orais, desafios acadêmicos e dificuldade na leitura, conforme demonstrado a tabela 2.

Tabela 2 - Distribuição percentual das queixas dos universitários que falharam no TPF.

QUEIXAS	%
Dificuldade em entender quando alguém fala rápido/abafado	77%
Facilmente distraído por sons de fundo	62%
Aprende pouco através da audição	54%
Esquece o que foi dito em alguns minutos	54%
Solicita repetição de fala	54%
Dificuldade em escutar/entender em ambiente ruidoso	46%
Desatento	38%
Dificuldade em acompanhar diálogo	31%
Dificuldade de seguir instruções orais	31%
Desorganizado	31%
Dificuldade de aprendizagem/acadêmica	15%
Dificuldade em leitura	8%

Fonte: Autores do artigo (2024)

Queixas de dificuldade em acompanhar diálogos, entender quando alguém fala rápido ou em ambientes abafados, seguir instruções orais, solicitar repetições frequentes e apresentar dificuldades de aprendizado auditivo estão relacionadas com alterações na ordenação temporal, devido prejudicar a percepção de estímulos da fala, interferindo diretamente na compreensão (Mendonça *et al.*, 2013). A habilidade de ordenação temporal desempenha um papel crucial na compreensão da

fala, especialmente em situações em que o discurso é rápido ou abafado (Pichora-Fuller; Souza, 2003; Musiek; Chermak, 2017).

Indivíduos com déficits em ordenação temporal podem apresentar dificuldades significativas em ambientes ruidosos, sendo facilmente distraídos por sons de fundo e enfrentando desafios para aprender através da audição. Além disso, tendem a esquecer rapidamente o que foi dito, requerem repetições frequentes de fala e enfrentam dificuldades para seguir instruções orais e manter o acompanhamento de diálogos. Essas dificuldades podem impactar negativamente sua capacidade de atenção, organização e desempenho acadêmico, incluindo habilidades de leitura (Bellis, 2011; Jerger; Musiek, 2000).

Um estudo prévio sobre ordenação temporal revelou que pacientes com dificuldades de aprendizagem apresentaram maior comprometimento no processamento temporal em comparação àqueles sem tais dificuldades. No presente estudo, 54% dos participantes relataram aprender pouco através da audição, embora apenas 15% tenham mencionado dificuldades acadêmicas (Souza; Escarce; Lemos, 2022).

A tabela 3 apresentou as principais queixas relacionadas ao processamento auditivo dos quatro universitários (24%) que falharam no teste RGDT. As queixas mais frequentemente mencionadas foram: aprender pouco através da audição; dificuldade em escutar/entender em ambientes ruidosos; dificuldade em entender quando alguém fala rápido/abafado; facilmente distraídos por sons de fundo; desatenção; esquecimento do que foi dito em alguns minutos; dificuldade em acompanhar diálogos; dificuldade em seguir instruções orais; dificuldade de aprendizagem/acadêmica.

Um estudo envolvendo operadores de telemarketing revelou que 45% dos participantes apresentaram alterações no teste RGDT, todos eles relatando queixas associadas a distúrbios de processamento auditivo. As dificuldades mais comuns incluíam compreensão limitada em conversas grupais e em ambientes ruidosos, resultados que corroboram com as conclusões obtidas no presente estudo (Silva *et al.*, 2006).

Tabela 3 – Distribuição percentual das queixas dos universitários que falharam no RGDT.

Queixas	%
Aprende pouco através da audição	75%
Dificuldade em escutar/entender em ambiente ruidoso	50%
Dificuldade em entender quando alguém fala rápido/abafado	50%
Facilmente distraído por sons de fundo	50%

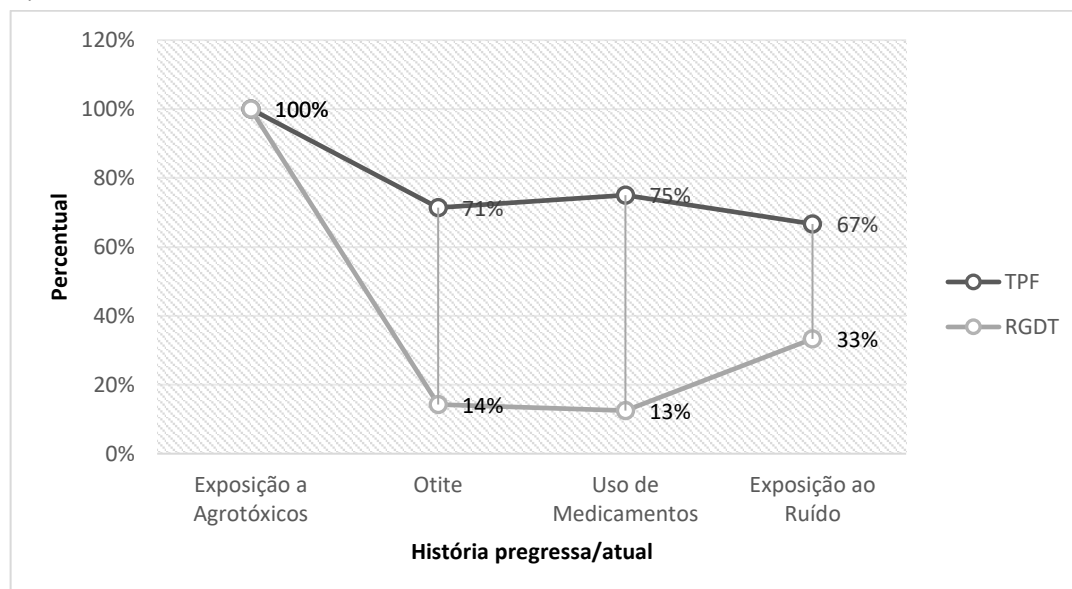
Esquece o que foi dito em alguns minutos	50%
Desatento	50%
Dificuldade de seguir instruções orais	25%
Dificuldade de aprendizagem/acadêmica	25%
Dificuldade em acompanhar diálogo	25%
Solicita repetição de fala	0%
Dificuldade em leitura	0%

Fonte: Autores do artigo (2024)

Esses achados destacam a complexidade dos desafios enfrentados por indivíduos com déficits no processamento auditivo, os quais podem impactar significativamente o desempenho acadêmico e a aprendizagem.

Ao investigar a história pregressa e atual dos universitários que apresentaram falha nos testes TPF e RGDT, destaca-se que a exposição ao agrotóxico emerge como um dos relatos mais frequentes, conforme demonstrado no gráfico 3. Este resultado corrobora com estudos anteriores que associam a exposição a pesticidas a alterações no processamento auditivo e cognitivo (Smith *et al.*, 2020).

Gráfico 3 – Distribuição percentual da história pregressa e atual dos universitários que falharam nos testes TPF e RGDT.



Fonte: Autores do artigo (2024)

A exposição crônica a agrotóxicos tem sido associada às alterações no processamento auditivo temporal em estudos recentes. Por exemplo, Silva *et al.* (2018) investigaram os efeitos de

pesticidas na percepção auditiva e encontraram que trabalhadores rurais expostos regularmente a agrotóxicos apresentavam dificuldades significativas no reconhecimento de padrões temporais de sons. Os resultados indicaram que a exposição a esses produtos químicos pode prejudicar a habilidade de discernir e interpretar mudanças rápidas no estímulo auditivo, afetando adversamente a capacidade de compreensão da fala e a percepção espacial auditiva. Em regiões agrícolas como Cascavel, Paraná, onde há uma alta demanda por agricultura intensiva, a exposição direta ou indireta a agrotóxicos é comum, aumentando o risco de efeitos adversos à saúde auditiva.

Contudo, além da exposição a agrotóxicos, observa-se um histórico mais prevalente de outros fatores entre os participantes que falharam no teste TPF, incluindo o uso de medicamentos, histórico de otite e exposição a ruídos.

No que se refere ao uso de medicamentos, Smith e Jones (2019) revisaram os efeitos de drogas psicoativas, como antidepressivos e antipsicóticos, e encontraram evidências de que essas substâncias podem alterar significativamente a função auditiva, incluindo o processamento temporal. Além disso, alguns estudos destacam os efeitos potenciais de medicamentos ototóxicos, como antibióticos aminoglicosídeos, que podem causar danos às células ciliadas do ouvido interno, resultando em prejuízos na detecção de padrões temporais de sons.

Quanto a otite média, Oliveira e Santos (2017) mencionaram que crianças com histórico de otite média frequentemente demonstram dificuldades no reconhecimento e na discriminação de sinais auditivos de curta duração, o que pode afetar negativamente suas habilidades de processamento auditivo central ao longo do desenvolvimento. Sabe-se que, a presença recorrente ou crônica de inflamação no ouvido médio pode interferir na transmissão adequada de informações auditivas ao cérebro, comprometendo a precisão na detecção de padrões temporais de sons.

A exposição crônica a ruído intenso tem sido associada a efeitos adversos no processamento auditivo temporal. Oliveira e Silva (2020) demonstraram que indivíduos expostos regularmente a ambientes ruidosos, como trabalhadores em fábricas ou ambientes industriais, apresentam maior incidência de dificuldades no reconhecimento de padrões temporais de sons, o que pode afetar negativamente suas habilidades de processamento auditivo central.

Por fim, avaliar precocemente as queixas auditivas e implementar intervenções direcionadas, como treinamento auditivo e terapias fonoaudiológicas, são fundamentais para melhorar a qualidade de vida dos indivíduos afetados. Estudos como este destacam a importância dessas estratégias educacionais e de intervenções específicas. No entanto, é crucial realizar estudos longitudinais para investigar a eficácia a longo prazo dessas abordagens terapêuticas. Além disso, a literatura sublinha

a relevância de estratégias adicionais, como modificação ambiental, para ajudar esses indivíduos a enfrentar desafios auditivos e melhorar seu bem-estar geral.

Além disso, Abreu *et al.* (2022) destacaram a escassez de estudos científicos sobre o Processamento Auditivo Central em indivíduos com mais de 18 anos, enfatizando a necessidade de mais pesquisas nessa faixa etária. A ausência de estudos dificulta a compreensão das alterações observadas e suas causas, sublinhando a importância de abordagens complementares para esta população.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados revelaram que uma parcela significativa dos participantes apresentou transtorno do processamento auditivo temporal, principalmente na habilidade de ordenação temporal. Além disso, foram identificadas diversas queixas relacionadas ao processamento auditivo central entre os universitários, incluindo dificuldades em compreender fala rápida, distração com sons de fundo, e esquecimento rápido de informações auditivas. Essas queixas foram consistentemente correlacionadas com os déficits observados nos testes de processamento auditivo temporal, destacando a complexidade dos desafios enfrentados por indivíduos com comprometimentos nessa área.

Esses resultados sugerem a importância de intervenções direcionadas para melhorar a qualidade de vida auditiva desses indivíduos, considerando tanto a natureza das queixas relatadas quanto as especificidades dos déficits identificados nos testes auditivos. Em resumo, o estudo não apenas contribui para a compreensão dos impactos do processamento auditivo temporal em contextos acadêmicos, mas também ressalta a necessidade de estratégias de apoio adequadas aos indivíduos que enfrentam desafios relacionados à audição em ambientes educacionais e sociais.

REFERÊNCIAS

Abreu, N. C. B. et al. Validação da Escala de Autopercepção de Habilidades do Processamento Auditivo Central (EAPAC) para adultos. *Audiology - Communication Research*, v. 27, 2022.

Anderson, G., Parbery-Clark, A., White-Schwoch, T., & Kraus, N. Reversal of age-related neural timing delays with training. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(33), E8047-E8056, 2018.

- Bellis, T. J. Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting: **From science to practice** (2nd ed.). Plural Publishing, 2011.
- Bellis, T. J. Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting: **From science to practice**. 3 ed. Plural Publishing, 2020.
- Brown, A. L., & Bainbridge, L. Central auditory processing: Clinical and research perspectives. **Journal of Audiology and Hearing Research**, 35(4), 255-272, 2020
- Cruz, A.C.A; Andrade, A.N; Gil, D. Effectiveness of formal auditory training in adults with auditory processing disorder. **Revista CEFAC**, v. 15, n. 6, p. 1427–1434, 2012.
- Engelmann, L.; Ferreira, M. I. D. DA C. Avaliação do processamento auditivo em crianças com dificuldades de aprendizagem. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 14, n. 1, p. 69–74, 2009.
- Fiore, A. dos S. A relação do processamento visual e processamento temporal em crianças com dificuldade de leitura e escrita. Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia, **Pontifícia Universidade Católica de São Paulo**, 28 fev. 2019.
- Frota, S.; Pereira, L. D. Processamento auditivo: estudo em crianças com distúrbios da leitura e da escrita. **Revista Psicopedagogia**, v. 27, n. 83, p. 214–222, 2010.
- Garcia, A. C. O. et al. Association between auditory temporal and visual processing in reading skill. **Revista CEFAC**, v. 21, n. 5, 2019.
- Civitella, M.M, et al. **Guia de Orientação – Avaliação e Intervenção no Processamento Auditivo Central – Conselho Federal de Fonoaudiologia**. Agosto, 2020.
- Jerger, J., & Musiek, F. Report of the Consensus Conference on the Diagnosis of Auditory Processing Disorders in School-Aged Children. **Journal of the American Academy of Audiology**, 11(9), 467-474, 2000.
- Mendonça, E. B. S. et al. Applicability of the P300 frequency pattern test to assess auditory processing. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 79, n. 4, p. 512–521, maio 2013.
- Moreira, H. G. et al. Habilidades auditivas em adultos jovens com e sem percepção de zumbido: um estudo de comparações. **Audiology - Communication Research**, v. 28, 2023.
- Musiek, F. E., & Chermak, G. D. (Eds.). Handbook of central auditory processing disorder, Volume I: Auditory neuroscience and diagnosis (2nd ed.). Plural Publishing, 2017.
- Nazaré, C. Testes Temporais para Estudo do Processamento Auditivo Central. [s.l: s.n.]. 2009.

- Oliveira, F. A., & Santos, M. J. Impacto da otite média crônica no processamento auditivo temporal em crianças: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, 83(4), 345-356, 2017.
- Oliveira, F. C., & Silva, M. J. Impact of occupational noise exposure on temporal auditory processing. **Journal of Occupational Health**, 35(2), 145-158. 2020.
- Peskind, E. R., Wingerson, D., Murray, S., Pascualy, M., Dobie, D. J., Le Corre, P., ... & Wilkinson, C. W. Effects of Alzheimer's disease and normal aging on auditory perception. **Journal of the American Academy of Audiology**, 26(7), 648-657, 2015.
- Pichora-Fuller, M. K., & Souza, P. E. Effects of aging on auditory processing of speech. **International Journal of Audiology**, 42(Suppl 2), 2S11-2S16, 2003
- Samelli, A. G.; Schochat, E. Processamento auditivo, resolução temporal e teste de detecção de gap: revisão da literatura. **Revista CEFAC**, v. 10, n. 3, p. 369–377, 2008.
- Sanguebuche, T. R.; Peixe, B. P.; Garcia, M. V. Testes comportamentais em adultos: valores de referência e comparação entre grupos com e sem transtorno do processamento auditivo central. **Revista CEFAC**, v. 22, p. e13718, 16 mar. 2020.
- Schoepflin, J. R. Back to Basics: Speech Audiometry. **Audiology Online**, 2012
- Silva, A. B., Santos, C. D., & Oliveira, E. F. Impacto da exposição a agrotóxicos no processamento auditivo temporal de trabalhadores rurais. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, 43(2), 123-135, 2018.
- Silva, M. C. B. DA et al. Avaliação do processamento auditivo em operadores de telemarketing. **Revista CEFAC**, v. 8, n. 4, p. 536–542, dez. 2006.
- Smith, A. B., & Jones, C. D. The effects of psychoactive medications on temporal auditory processing. **Journal of Auditory Science**, 12(3), 112-125, 2019
- Smith, J., Brown, A., & Jones, C. The impact of pesticide exposure on auditory processing abilities: A study of university students. **Journal of Auditory Science**, 15(2), 2020.
- Smith, J., et al.. Challenges in Speech Comprehension Related to Auditory Processing Disorders: A Review. **Journal of Audiology and Communication Disorders**, 15(2), 45-61, 2020.
- Souza, C. A. de; Escarce, A. G.; Lemos, S. M. A. Desempenho em leitura, ordenação temporal, motivação e queixas escolares: estudo preliminar. **Audiology - Communication Research**, v. 27, Janeiro de 2022.



Steiner, L. Processamento Auditivo Central. 1999. Disponível em:

<https://www.academia.edu/download/40033984/Processamento_auditivo_Central.pdf>. Acesso em: 27 out. 2023.

Terto, S. da S. M.; Lemos, S. M. A. Aspectos temporais auditivos: produção de conhecimento em quatro periódicos nacionais. **Revista CEFAC**, v. 13, n. 5, p. 926–936, 10 jun. 2011.

Tiezzi, G. A. DA S. et al. Avaliação comportamental do processamento auditivo central em mulheres no climatério. **Audiology - Communication Research**, v. 28, p. e2797, 11 dez. 2023.