

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
ANA PAULA DUARTE

**ACHADOS AUDIOLÓGICOS EM INDIVÍDUOS PORTADORES DE DIABETES  
MELLITUS TIPO 2: REVISÃO SISTEMÁTICA**

Florianópolis  
2014

ANA PAULA DAURTE

**ACHADOS AUDIOLÓGICOS EM INDIVÍDUOS PORTADORES DE DIABETES  
MELLITUS TIPO 2: REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao curso de Fonoaudiologia como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Fonoaudiologia na Universidade Federal de Santa Catarina. Orientador: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Coelho Scharlach.

Florianópolis

2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Duarte, Ana Paula

Achados Audiológicos Em Indivíduos Portadores De  
Diabetes Mellitus Tipo 2: Revisão Sistemática

/ Ana Paula Duarte ; orientadora, Renata Coelho  
Scharlach. - Florianópolis, SC, 2014.

63 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de  
Ciências da Saúde. Graduação em Fonoaudiologia.

Inclui referências

1. Diabetes Mellitus. 2. Audição. 3. Perda Auditiva  
Neurosensorial. I. Scharlach, Renata Coelho. II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Fonoaudiologia. III. Título.

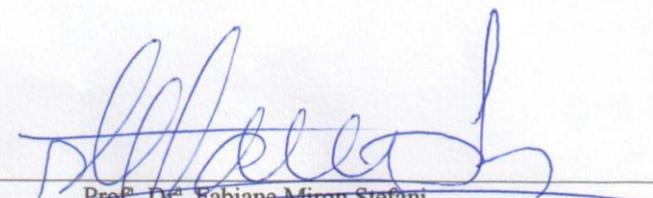
## TERMO DE APROVAÇÃO

Ana Paula Duarte

### ACHADOS AUDIOLÓGICOS EM INDIVÍDUOS PORTADORES DE DIABETES MELLITUS TIPO 2: REVISÃO SISTEMÁTICA

Esta Monografia foi julgada adequada para a obtenção do Título de “Bacharel em Fonoaudiologia”, e aprovada em sua forma final pelo curso de Graduação e, Fonoaudiologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

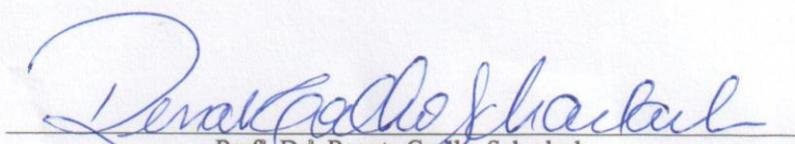
Florianópolis, 14 de Novembro de 2014



---

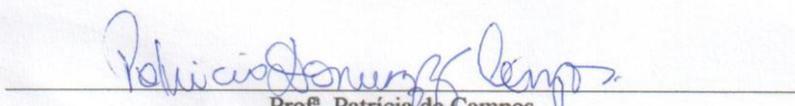
Prof. Dr. Fabiane Miron Stefani  
Coordenadora do Curso

#### Banca Examinadora:



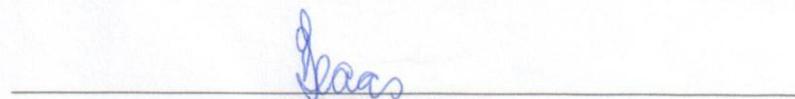
---

Prof. Dr. Renata Coelho Scharlach,  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina



---

Prof. Patricia de Campos,  
Universidade Federal de Santa Catarina



---

Prof. Dr. Patricia Haas,  
Universidade Federal de Santa Catarina

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus pela minha família maravilhosa, principalmente aos meus pais, Helder Duarte e Cristiane Morfelle, minha madrinha, Karla Morfelle e meu primo Juliano Fernandes Ferreira, os quais sempre estiveram presentes, durante todos os anos da graduação, me incentivando, apoiando e, que em momento algum mediram esforços para me ajudar. Agradeço também aos meus amigos especiais, que compartilharam comigo todos os momentos e, sempre me deram forças para continuar.

Agradeço a todos os professores, que me guiaram até aqui, e dividiram comigo o seu conhecimento. Agradeço, em especial, à minha professora orientadora, Renata Coelho Scharlach, a qual, sempre esteve pronta para me ajudar, sempre com muita dedicação, sabedoria e paciência, obrigada por ter me guiado nessa etapa importante.

Obrigada a todos que acreditaram e confiaram em mim, e principalmente fizeram parte dessa trajetória junto comigo.

## RESUMO

**Introdução:** O Diabetes Mellitus (DM) hoje é considerado uma epidemia mundial, trazendo grandes complicações para o sistema de saúde de todo o mundo, sendo as principais causas desse acontecimento: o envelhecimento da população, o estilo de vida cada vez menos saudável e o sedentarismo. As causas mais frequentes de alterações nos sistemas vestibular e auditivo são as atribuídas às disfunções no metabolismo dos carboidratos, afecções da tireoide, da suprarrenal e outros distúrbios metabólicos diversos. Dentre os distúrbios do metabolismo da glicose, o diabetes mellitus é a afecção mais relacionada aos distúrbios auditivos. **Objetivo:** realizar uma revisão sistemática da literatura sobre o Diabetes Mellitus do tipo 2 e os achados audiológicos nesta doença. **Metodologia:** conduziu-se uma busca por artigos nos idiomas português e inglês, nas bases de dados MEDLINE, PUBMED, LILACS (Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde) e SCIELO (*Scientific Electronic Library Online*). De acordo com os objetivos da pesquisa os descritores levantados para a realização da pesquisa foram, em português, Diabetes Mellitus, Audição, Perda Auditiva, Perda Auditiva Neurosensorial, Audiometria, Audiometria de Resposta Evocada, Audiometria de Fala, Emissões Otoacústicas Espontâneas, Idoso e Adulto. Em Inglês: *Diabetes Mellitus; Hearing; Hearing Loss; Hearing Loss, Sensorineural; Audiometry; Audiometry, Evoked Response; Audiometry Speech; Otoacoustic Emissions, Spontaneous; Aged e Adult*. **Resultados:** considerando os descritores selecionados e suas combinações encontraram-se 919 artigos. Após a análise do título e resumo foram selecionados 182 artigos, sendo que destes, 151 eram duplicados. Desta forma, 30 artigos na íntegra foram selecionados para a análise. O teste mais utilizado foi a Audiometria Tonal Liminar, por meio da qual se verificou que o tipo de perda auditiva mais frequente em indivíduos com DM é do tipo neurosensorial, mas não se pode constatar qual o grau de perda auditiva mais encontrado. O exame de emissões otoacústicas mostrou-se também alterado. Em relação ao PEATE, 100% dos estudos apresentaram aumento na latência da onda V e aumento no intervalo interpico das ondas I-V. **Conclusão:** Os estudos mostraram que o DM afetam a audição periférica e central.

**Palavras-chave:** Diabetes Mellitus. Audição. Perda Auditiva Neurosensorial.

## ABSTRACT

The diabetes mellitus (DM) today is considered a worldwide epidemic, bringing great complications for health systems worldwide, being the main causes of events: the aging population, the lifestyle becoming less healthy and the physical inactivity. The most common causes of vestibular and auditory systems are attributed to dysfunctions in carbohydrate metabolism, thyroid disorders, adrenal gland and various other metabolic disorders. Among the disorders of glucose metabolism, diabetes mellitus is a condition more related to hearing disorders. **Aim:** To conduct a systematic review of the literature on Diabetes Mellitus Type 2 and more frequent audiological findings in this disease. **Methodology:** We conducted a search for articles in Portuguese and English languages, in MEDLINE, PUBMED, (Latin American and Caribbean Literature on Health Sciences) LILACS and SCIELO (Scientific Electronic Library Online). According to the research objectives descriptors collected for the research were in Portuguese: *Diabetes Mellitus, Audição, Perda Auditiva, Perda Auditiva Neurossensorial, Audiometria, Audiometria de Resposta Evocada, Audiometria de Fala, Emissões Otoacústicas Espontâneas, Idoso e Adulto*. In English, Diabetes Mellitus, Hearing, Hearing Loss, Sensorineural Hearing Loss, Auditory, Auditory Evoked Response, Speech Audiometry, Otoacoustic Emissions, Spontaneous, aged and Adult. **Results:** Considering the selected descriptors and their combinations were found 919 articles. After analyzing the title and abstract 182 articles were selected, and out of these, 151 were repeated. Thus, 31 full articles were selected for analysis. The most commonly used test is the pure tone audiometry, whereby it was found that the most common type of hearing loss in individuals with DM is sensorineural, but you cannot state what degree of hearing loss most commonly were found. The OAE (Otoacoustic Emissions) also changed. Regarding to the ABR (auditory brainstem response), 100 % of the studies showed an increase in wave V and increase in interpick intervals of waves I-V. **Conclusion:** Our studies showed that DM affect the peripheral and central hearing.

**Key-words:** Diabetes Mellitus. Hearing. Hearing Loss, Sensorineural.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Gráfico da distribuição dos artigos encontrados de acordo com a base de dados pesquisada .....	25
Figura 2 - Fluxograma da seleção dos artigos .....	26
Figura 3 - Gráfico da distribuição dos artigos selecionados de acordo com a base de dados pesquisada .....	26
Quadro 1 - Descrição dos 30 estudos selecionados para a revisão sistemática sobre os achados audiológicos nos casos de Diabetes Mellitus do tipo 2 .....	27
Quadro 2 - Nível de evidência e grau de recomendação dos artigos selecionados.	41
Quadro 3 - Caracterização da população dos estudos selecionados considerando o tamanho da amostra e idade.....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição dos artigos encontrados e selecionados em cada base de dados, de acordo com as combinações dos descritores em português ...	22
Tabela 2 - Distribuição dos artigos encontrados e selecionados em cada base de dados, de acordo com as combinações dos descritores em inglês .....	23
Tabela 3 - Distribuição dos estudos selecionados de acordo com o tipo de estudo	40
Tabela 4 - Distribuição dos 30 artigos científicos selecionados de acordo com o nível de evidência .....	42
Tabela 5 - Distribuição dos 30 artigos científicos selecionados de acordo com o grau de recomendação .....	42
Tabela 6 - Distribuição das avaliações audiológicas realizadas nos 30 estudos selecionados .....	45

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABR – Audiometria de Tronco Encefálico

ATP – Adenosina Trifosfato

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

DeCS – Descritores em Ciências da Saúde

DM – Diabetes Mellitus

DNA – Ácido Desoxido Ribonucleico

ECA – Enzima Conversora de Angiotensina

EOAPD – Emissões Otoacústicas Produto de Distorção

EOAT – Emissões Otoacústicas Evocadas Por Estímulo Transiente

LRF – Limiar de Reconhecimento de Fala

OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde

PEATE – Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico

SCIELO – *Scientific Electronic Library Online*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	11
2.1 DIABETES MELLITUS .....	11
2.2 SISTEMA AUDITIVO E SUA AVALIAÇÃO .....	13
2.3 DIABETES MELLITUS E O SISTEMA AUDITIVO .....	17
2.4 TIPO DE ESTUDO .....	18
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	20
3.1 COLETA DE DADOS .....	20
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	25
4.1 CARACTERÍSTICAS DOS ESTUDOS .....	40
4.2 POPULAÇÃO DOS ESTUDOS .....	43
4.3 ACHADOS AUDIOLÓGICOS NOS CASOS DE DIABETES MELLITUS DO TIPO 2 .....	45
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	51
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	52

## 1 INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus (DM) hoje é considerado uma epidemia mundial, trazendo grandes complicações para o sistema de saúde de todo o mundo, sendo as principais causas desse acontecimento: o envelhecimento da população, o estilo de vida cada vez menos saudável, o sedentarismo (BRASIL, 2006).

DM é a elevação de glicose no sangue, também conhecida como hiperglicemia. Isso ocorre quando o pâncreas não produz insulina suficiente ou quando o organismo não consegue utilizá-la. A elevação de glicose no sangue pode gerar danos aos sistemas do corpo, principalmente aos vasos sanguíneos e nervos (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2003).

Existem quatro categorias de DM: tipo 1 na qual as pessoas com este tipo de diabetes produzem pouca ou nenhuma insulina; tipo 2 na qual as pessoas não conseguem utilizar de forma eficaz a insulina que produzem; Diabetes gestacional que se desenvolve durante a gravidez e, outros tipos decorrentes de defeitos genéticos na ação da insulina, doenças do pâncreas exócrino, endocrinopatias, indução por drogas ou produtos químicos, infecções (GROSS; SILVEIRO; CAMARGO et al., 2003).

O DM pode gerar diversas alterações nos olhos, rins, nervos cranianos, nervos periféricos, ouvidos. Especificamente no sistema auditivo podem ocorrer atrofia do gânglio espiral, degeneração da bainha de mielina do oitavo nervo, diminuição do número de fibras nervosas na lâmina espiral, ou espessamento das paredes capilares da estria vascular e das pequenas artérias dentro do canal auditivo (ALVARENGA et al., 2005).

A importância do metabolismo glicídico na etiopatogenia dos distúrbios de audição, principalmente da orelha interna, está sendo cada vez mais estudada, sendo que diversos trabalhos estão tentando demonstrar o mecanismo fundamental pelo qual os níveis de insulina e glicose poderiam acarretar alterações da percepção auditiva ou na função vestibular (MARCHIORI; GIBRIN, 2003).

Estudos anatomopatológicos em humanos descreveram a atrofia dos neurônios do gânglio espiral e desmielinização do oitavo par de nervo craniano em pacientes com DM. Estes estudos apontam para o fato de que a desmielinização é a lesão inicial nos nervos periféricos das extremidades no DM e, que há indícios de que anormalidades no metabolismo da mielina podem ter importância na patogênese da neuropatia diabética. Por meio da microscopia óptica os estudos observaram: desmielinização do nervo auditivo devido à

degeneração da bainha de mielina, com pequenas alterações no axônio e fibrose do perineuro (componente que envolve os feixes de fibras nervosas); severa atrofia do gânglio espiral com perda de células do giro basal e do giro médio da cóclea, além de um decréscimo no número de fibras nervosas na lâmina espiral. Além disso, observou-se redução no número das células ganglionares dos núcleos cocleares ventral e dorsal; pequena perda de células ganglionares no núcleo olivar superior, colículo inferior e corpo geniculado medial. Nos centros auditivos de ambos os lobos temporais não foi observada nenhuma alteração específica diretamente atribuída ao DM (DINIZ; GUIDA, 2009).

Os pacientes com alterações do metabolismo da glicose podem apresentar sintomas auditivos, vestibulares ou mistos. As queixas auditivas são variadas: hipoacusia flutuante, perdas neurossensoriais, zumbidos e sensação de plenitude auricular, sendo que a perda auditiva mais frequente em pacientes com DM é do tipo neurossensorial bilateral progressiva, principalmente nas frequências altas e em pacientes idosos (MARCHIORI; GIBRIN, 2003).

De acordo com a literatura, sabe-se que o DM pode acarretar diversas complicações para o indivíduo, dentre elas as alterações auditivas. Desta forma, torna-se importante fazer um levantamento da literatura nacional e internacional sobre os achados audiológicos periféricos e centrais decorrentes do DM para que o profissional possa conhecer o que há de mais atual sobre o assunto e, que essas informações possam contribuir para a sua atuação clínica.

Pelo menos uma em cada dez mortes de adultos entre 35 e 64 anos é atribuída ao diabetes. Cerca de 171 milhões de pessoas em todo o mundo são diabéticas e este número pode duplicar até 2030, nos países em desenvolvimento, o número de diabéticos aumentará em 150% nos próximos 25 anos. Este aumento mundial do diabetes ocorrerá devido ao envelhecimento e crescimento da população e à tendência cada vez maior à obesidade, à adoção de dietas pouco saudáveis e a estilos de vida sedentários. Nos países desenvolvidos, as pessoas com diabetes já passaram da idade de aposentadoria, enquanto que em países em desenvolvimento as pessoas mais afetadas têm entre 35 e 64 anos (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2003).

Sendo assim, o objetivo geral deste estudo foi realizar uma revisão sistemática da literatura sobre o Diabetes Mellitus do tipo 2 e os achados audiológicos nesta doença, tendo como objetivo específico caracterizar os achados audiológicos periféricos e centrais encontrados nos pacientes com Diabetes Mellitus.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 DIABETES MELLITUS

O DM é um grande problema de saúde pública, e de acordo com o conceito clássico, é uma doença metabólica crônica, genética, caracterizada por hiperglicemia e glicosúria, consequente da insuficiência absoluta ou não de insulina (DUQUE et al., 1973). No Brasil, estima-se que há cinco milhões de pessoas diabéticas, sendo que 46,5% desconhecem o diagnóstico. Para 2020 existe um cálculo de que 11 milhões de pessoas venham a apresentar DM em decorrência do envelhecimento populacional, obesidade, estilo de vida, sedentarismo e as modificações nos padrões dietéticos. O DM associado às suas complicações vasculares representa a quarta causa de morte nos Estados Unidos (SBD, 2007).

Nos pacientes diabéticos, ocorrem alterações na membrana interna dos vasos, com isso, os pacientes podem apresentar feridas com cicatrização lenta, polidipsia, polifagia e poliúria, necessitando levantar várias vezes no período noturno para o esvaziamento vesical. A doença traz como consequência, ao longo do tempo, complicações macrovasculares, neuropáticas e microvasculares, como o desenvolvimento de lesão nos pés, a qual pode evoluir para amputação do membro afetado. O acometimento de pequenos vasos pode resultar em retinopatia, neuropatia e nefropatia diabéticas (SILVA; COSTA; FERMINO, 2008).

O DM do Tipo 1 ocorre geralmente em crianças e adolescentes. Nesses casos o pâncreas não produz insulina, o hormônio responsável pela manutenção do equilíbrio das concentrações de glicose sanguíneas, principalmente após as refeições. Com isso, a pessoa com diabetes necessita receber insulina exógena para atender às necessidades de seu corpo. Por sua vez, o diabetes tipo 2 ocorre com mais frequência em adultos obesos, embora as modificações no estilo de vida e alimentação tenham aumentado sua ocorrência na infância. Nesses casos, há células betas pancreáticas funcionantes e a manutenção dos níveis glicêmicos é feita inicialmente com o controle dietético e a realização de atividade física. Algumas vezes, essas modificações não surtem os efeitos esperados e se passa então ao uso de hipoglicemiantes orais. Diante da não obtenção de resultados glicêmicos aceitáveis com essas medidas, inicia-se o uso de insulina exógena (GABBAY; CESARINI; DIB, 2003).

O DM do tipo 2 é associado a fatores como o sedentarismo e a obesidade, os quais se envolvem com genes que podem ser responsáveis por uma maior disposição ao DM. O gene da Enzima Conversora de Angiotensina (ECA) pode estar envolvido nessas alterações metabólicas. Seus polimorfismos apresentados são de deleção (alelo D) ou inserção (alelo I),

resultando em alta ou baixa atividade da ECA, atuando no sistema renina-angiotensina, transformando a angiotensina I em angiotensina II, tendo como consequência a elevação da pressão arterial, por ser um potente vasoconstritor (ARSA et al., 2008). Níveis elevados da ECA na presença do alelo D geram aumento na pressão arterial e menor disponibilidade da enzima bradicinina, a qual é responsável por promover vasodilatação e diminuição da resistência à insulina nas células musculares. Pacientes com DM do tipo 2 apresentam mais vezes o polimorfismo de deleção nos dois alelos – homozigotos DD – quando comparado a pacientes saudáveis (ARSA et al., 2008).

O transporte de glicose para as células de mamíferos é essencial para a sobrevivência. Grande parte da glicose circulante no estado pós-absortivo é captada por órgãos independentes da insulina: cérebro (50%) e órgãos esplânicos (25%), sendo que apenas o restante (25%) é utilizado em tecidos dependentes de insulina, principalmente a musculatura esquelética, e em segundo lugar, o tecido adiposo, porém qualquer desequilíbrio nesta captação de glicose periférica pode levar à intolerância à glicose ou mesmo ao DM. A principal forma de entrada de glicose nas células é através de difusão facilitada, com participação de proteínas de membrana específicas; a insulina age no receptor localizado na membrana plasmática, desencadeando uma cascata de sinais intracelulares, envolvendo principalmente reações de fosforilação citosólica, provocando a translocação das vesículas, que finalmente captam a glicose circulante para o interior da célula (PEREIRA; FRANCISCHI; LANCHI, 2003).

O controle do DM do tipo 2 pode ser feito através da modificação no estilo de vida, consumo de dieta equilibrada associada à prática de exercício físico (Mc LELLAN, 2007), o qual apresenta melhoras como a redução da glicemia após a realização de exercício, redução da glicemia de jejum, da hemoglobina glicada e melhor funcionalidade vascular (ARSA et al., 2008).

Na tentativa de conseguir um bom controle metabólico junto aos portadores de diabetes, o tratamento substitutivo com insulina exógena constitui-se em opção terapêutica e eficiente, frente à deficiência parcial e/ou total da secreção de insulina pelo pâncreas; estima-se que 20 a 25 % de todos os portadores de diabetes são tratados com insulina, sendo que destes, 5 a 10 % são do tipo 1, que necessitam deste hormônio para sobreviver e 15 % do tipo 2, que caminharam para a deficiência de insulina grave (SOUZA; ZANETTI, 2000).

A insulina comercializada é um hormônio proteico com duas cadeias interligadas de aminoácidos, não podendo ser administrado por via oral, pois é degradado pelas enzimas digestivas e intestinais. A maior parte da insulina fabricada é extraída do pâncreas bovino e

suíno, que é bem parecida com a humana, pois apenas o último aminoácido é diferente. Com o desenvolvimento da bioengenharia genética passou-se a produzir quimicamente insulinas humanas sintetizadas por técnicas de recombinação de DNA (ácido desoxido ribonucleico), a partir de bactérias ou de células de outros tecidos, que se apresentam livres de impurezas e uma menor ação antigênica, com isso, hoje há insulinas de origem animal (suína, bovina ou mista) e humana disponíveis (SOUZA; ZANETTI, 2000).

Quando o paciente com DM demora a iniciar o tratamento adequado pode desenvolver doenças cardiovasculares, retinopatias, neuropatias autonômicas e periféricas, nefropatias, doença vascular periférica, aterosclerose, doença cerebrovascular, hipertensão, susceptibilidade a infecções e doenças periodontais (ARSA et al., 2008).

No que se refere ao metabolismo da glicose e alterações da ação da insulina com relação à orelha interna sabe-se que as estruturas labirínticas, principalmente a estria vascular, apresentam atividade metabólica intensa, sendo sensíveis aos níveis de oxigênio, glicose e disponibilidade de ATP (adenosina trifosfato) para a manutenção do potencial endococlear, por isso os distúrbios metabólicos afetam precocemente o labirinto. A entrada de glicose a partir do plasma para a perilinfa é realizada por meio de um sistema de transporte facilitado, específico e saturável, sendo que, mesmo durante um processo isquêmico da cóclea, existem carreadores energéticos que permitem o abastecimento das reservas para as células nervosas. O metabolismo da glicose tem grande influência no ouvido interno e tanto a hipoglicemia como a hiperglicemia podem alterar seu funcionamento normal (MARCHIORI; GIBRIN, 2013).

## 2.2 SISTEMA AUDITIVO E SUA AVALIAÇÃO

Para ter uma boa audição é necessário que todos os integrantes do sistema auditivo, da orelha externa ao córtex auditivo estejam funcionando adequadamente. A integridade auditiva é fundamental no sistema sensorial humano, uma vez que a audição apresenta papel importante na aquisição e desenvolvimento da fala (FARIAS; TONIOLO; CÓSER, 2004).

O sistema auditivo é formado por estruturas sensoriais e conexões centrais responsáveis pela audição. É dividido didaticamente em sistema auditivo periférico e central. A parte periférica do sistema auditivo é composta pelas orelhas externa, média e interna e o nervo vestibulo-coclear. A orelha externa é constituída pelo pavilhão auricular, responsável pela captação da onda sonora e o meato acústico externo, responsável pela transmissão da mesma. A orelha média, responsável pela transdução da energia sonora em energia mecânica,

é formada pela membrana timpânica, a cadeia ossicular (martelo, estribo e bigorna) e tuba auditiva. A orelha interna é formada pelo labirinto ósseo e labirinto membranoso (cóclea), local este no qual o estímulo é transformado em impulso elétrico, por meio das células ciliadas internas. Sendo assim, a onda sonora é captada pelo pavilhão auricular e através do meato acústico externo é encaminhada até a membrana timpânica. Por meio de vibrações, a membrana timpânica envia a transmissão sonora para os ossículos até chegar à cóclea (BONALDI, 2012).

Por toda a via auditiva há muitos centros de integração em que o processamento das ondas sonoras é realizado, os impulsos nervosos são transmitidos pelas fibras do VIII par craniano (vestibulococlear) para os núcleos cocleares, tronco encefálico, tálamo e córtex auditivo. As fibras que levam as informações sobre as frequências alta estão localizadas na periferia do nervo, enquanto as fibras responsáveis pelas frequências baixas estão no centro do nervo auditivo, isso porque quando as fibras nervosas deixam a cóclea em direção ao tronco encefálico, os feixes de fibras que forma o ramo coclear do nervo auditivo estão organizados em tonotopia (BONALDI, 2012).

Já no sistema auditivo central, os impulsos nervosos são transmitidos pelas fibras do nervo vestibulococlear para os núcleos cocleares, complexo olivar superior, lemnisco lateral, colículo inferior, corpo geniculado medial, formação reticular, córtex auditivo. Desta forma, a via auditiva é responsável pela captação da onda sonora, e processamento da informação captada (TEIXEIRA; GRIZ, 2012).

Para avaliar o sistema auditivo há diversos procedimentos comportamentais, como a audiometria tonal liminar (ATL) e logoaudiometria; eletroacústicos, como a imitanciometria, pesquisa de emissões otoacústicas (EOA) e, eletrofisiológicos como a eletrococleografia, potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE), resposta auditiva de estado estável, potencial evocado auditivo de média latência, potencial evocado auditivo de longa latência, *mismatch negativity*. O objetivo da audiometria tonal liminar é diagnosticar o tipo da perda auditiva (condutiva, neurossensorial ou mista) e definir o grau da perda auditiva que varia de leve a profundo (LOPES, 2012).

A logoaudiometria é baseada em uma função psicométrica de intensidade e inteligibilidade de algum material padronizado. Há três testes de fala realizados na avaliação audiológica básica: logoaudiometria: o Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF), que tem como objetivo definir a menor intensidade na qual o indivíduo é capaz de reconhecer 50% dos estímulos de fala; o Limiar de Detecção de Voz (LDV), no qual se busca a intensidade em que o indivíduo consegue detectar a presença de voz em 50% dos estímulos e, o Índice de

Reconhecimento de Fala (IPRF) com o objetivo de determinar a porcentagem de acertos de estímulos de falas específicos, em uma intensidade que permita o melhor desempenho do indivíduo (MENEGOTTO, 2012).

A imitanciometria é um teste objetivo, não necessitando da resposta do paciente, sendo possível a verificação das condições da orelha média. É composta por duas etapas: a timpanometria e a pesquisa do reflexo estapediano. A timpanometria corresponde à medida da pressão na orelha média, obtida através da admitância (facilitação à transmissão de sinais acústicos) ou impedância (oposição à transmissão de sinais acústicos) do sistema tímpano ossicular, caracterizando as curvas timpanométricas. O reflexo estapediano tem a função de proteger a cóclea de sons intensos, por meio da contração do músculo estapédio levando a um aumento da impedância do sistema tímpano-ossicular e conseqüente diminuição do nível de pressão sonora transmitido à orelha interna (PINOTTI; CORAZZA; ALCARÁS, 2009).

As EOA, definidas como sons encontrados no conduto auditivo externo resultante da atividade fisiológica coclear associada ao processo auditivo, caracterizam-se por uma energia proveniente da movimentação das células ciliadas externas da cóclea, cuja energia caminha de forma retrógrada ao sistema, podendo ser captadas no conduto auditivo externo por meio de um microfone. Assim, as EOA são consideradas como uma avaliação objetiva do sistema auditivo, uma vez que seus achados são independentes da resposta do paciente (PINOTTI; CORAZZA; ALCARÁS, 2009).

Os potenciais evocados representam respostas elétricas do sistema nervoso a um estímulo externo, as respostas auditivas do PEATE, demonstram a atividade do sistema auditivo, a qual é produzida em resposta a um estímulo acústico, sendo geradas no nervo acústico e no tronco encefálico. O PEATE é composto com uma série de ondas com picos positivos que surgem nos primeiros dez milissegundos a partir do estímulo; as ondas mais importantes são as ondas I, III e V, que representam atividade elétrica no nervo auditivo, núcleo coclear e lemnisco lateral, respectivamente (SANTOS et al., 2003).

O P300 é eliciado de forma consciente, numa tarefa de discriminação entre estímulos acústicos diferentes, neste tipo de tarefa, são apresentados ao indivíduo dois tipos diferentes de estímulos acústicos por meio de fones binaurais: os estímulos frequentes que ocorrem em um intervalo de tempo constante, e os estímulos raros que são introduzidos de modo aleatório entre os primeiros. O indivíduo é orientado a manter-se atento e contar mentalmente o número de estímulos raros que conseguir reconhecer e discriminar. Embora seja considerado um método objetivo de avaliação, o P300 pode sofrer interferência de alguns fatores que contribuem para a variabilidade de suas medidas (JUNQUEIRA; COLAFEMINA, 2002).

A deficiência auditiva pode ser congênita ou adquirida, além de apresentar diferentes graus e tipos. É considerada uma doença com consequências vocacionais, educacionais e sociais, devido à grande importância que apresenta na comunicação humana (GARCIA; IÓRIO; PETRILLI, 2003).

Quanto ao local afetado, a perda auditiva pode ser condutiva, neurosensorial ou mista. As perdas auditivas que decorrem de alguma afecção da orelha externa e/ou média são denominadas de perdas auditivas condutivas; as perdas neurosensoriais decorrem de lesões nas células ciliadas do órgão coclear de Corti (orelha interna) e/ou do nervo coclear; e quando há afecção condutiva e neurosensorial concomitantes, classifica-se a perda auditiva como mista (VIEIRA; MACEDO; GONÇALVES, 2007).

De acordo com Silman e Silverman (1997), os três tipos de perdas auditivas citados anteriormente apresentam às seguintes características audiológicas: na perda auditiva condutiva são encontrados limiares de via óssea menores ou iguais a 15 dBNA e limiares de via aérea maiores do que 25 dBNA, com gap aéreo-ósseo maior ou igual a 15 dB; na perda auditiva neurosensorial, observam-se limiares de via óssea maiores do que 15 dBNA e limiares de via aérea maiores do que 25 dBNA, com gap aéreo-ósseo de até 10 dB e, na perda auditiva mista os limiares de via óssea são maiores do que 15 dBNA e os limiares de via aérea maiores do que 25 dBNA, com gap aéreo-ósseo maior ou igual a 15 dB.

A perda auditiva do tipo neurosensorial traz ao paciente diversas consequências como problemas no reconhecimento da fala na presença e na ausência de ruído, isolamento, constrangimento, diminuição da participação social e prejuízo na interação familiar, prejudicando intensamente a qualidade de vida e a integração do indivíduo na sociedade. Este tipo de perda pode ocorrer devido ao envelhecimento do nosso corpo, a traumas acústicos, ototoxicidade, meningite e em qualquer fase da vida (LUZ et al., 2011).

Já a perda condutiva, pode fazer com que o indivíduo ouça os sons das vogais, mas dificulta a adequada percepção das consoantes, considerando-se o nível de ruído presente no ambiente e a distância existente entre o falante e o ouvinte, fazendo com que este indivíduo apresente, muitas vezes, dificuldades para entender o que ouve (VIEIRA; MACEDO; GONÇALVES, 2007). Além disso, a perda auditiva condutiva quando unilateral a longo prazo, pode levar a um déficit do processamento auditivo binaural, cuja recuperação pode demorar meses após a resolução da causa do problema (BALBANI; MONTOVANI, 2003).

A perda auditiva mista é causada por alterações de orelha externa e/ou média e orelha interna, como é uma combinação da perda auditiva do tipo condutiva mais a neurosensorial, as ondas sonoras não são conduzidas efetivamente para a orelha interna, e uma vez que elas

alcançam a orelha interna, as vibrações não podem ser captadas e enviadas para o cérebro, Os indivíduos com esse tipo de perda apresentam dificuldade pra escutar à distancia e em ambientes com muito ruído (LUZ et al., 2011).

De acordo com Lloyd e Kaplan (1978), o grau da perda auditiva por ser classificada em, considerando a média tritonal das frequências de 500, 1000 e 2000 Hz: audição normal, para resultado da média em até 25 dBNA, perda auditiva de grau leve para 26 a 40 dBNA, perda auditiva de grau moderado para 41 a 55 dBNA, perda auditiva de grau moderadamente severo para 56 a 70 dBNA, perda auditiva de grau severo para 71 a 90 dBNA e para médias maiores ou iguais a 91 dBNA classificam-se como perda auditiva de grau profundo.

### 2.3 DIABETES MELLITUS E O SISTEMA AUDITIVO

As causas mais frequentes de alterações nos sistemas vestibular e auditivo são as atribuídas às disfunções no metabolismo dos carboidratos, afecções da tireoide, da suprarrenal e outros distúrbios metabólicos diversos. Dentre os distúrbios do metabolismo da glicose, o DM é a afecção mais relacionada a distúrbios auditivos (ALBERNAZ, 1995). A perda auditiva encontrada em pacientes diabéticos é caracterizada como bilateral, neurossensorial, simétrica, e com grau mais elevado nas frequências altas (ALVARENGA et al., 2005).

Nas complicações crônicas do DM podem estar incluídas alterações nos olhos, rins, nervos cranianos, nervos periféricos e orelhas. Especificamente no sistema auditivo, podem ocorrer atrofia do gânglio espiral, degeneração da bainha de mielina do oitavo nervo, diminuição do número de fibras nervosas na lâmina espiral, ou espessamento das paredes capilares da estria vascular e das pequenas artérias dentro do canal (ALVARENGA et al., 2005).

Os tecidos vasculares e nervosos têm papel predominante na função auditiva e qualquer doença que tenha capacidade de causar prejuízo as suas células tem potencial para afetar negativamente os vários órgãos auditivos. A ligação entre audição e diabetes parece provável, de fato, se o suprimento sanguíneo para a cóclea e/ou centros nervosos no trajeto auditivo, incluindo o cérebro, estão afetados (FERREIRA et al., 2007).

Há indícios que o DM possa causar perda auditiva, mas não há uma certeza que exista essa relação; uma série de fatores pode favorecer a associação entres essas duas doenças, no entanto mais estudos são necessários para estabelecer esses fatores. O DM e a perda auditiva poderiam ser componentes dependentes entre si, ou até componentes de uma síndrome genética e não dependentes entre si (MAIA; CAMPOS, 2005).

Alguns estudos revelam que a surdez neurossensorial que acontece com a idade tem relação com uma insuficiência microcirculatória decorrente de uma oclusão vascular por embolia, hemorragia ou vaso espasmo e que estes, por sua vez, seriam decorrentes de uma síndrome de hiperviscosidade ou microangiopatia por diabetes ou hipertensão. O DM atinge qualquer vaso sanguíneo do corpo, as artérias que ligam a orelha interna, média e externa, especialmente as da orelha média, que são mais finas, estão muito expostas ao problema. Em relação a pacientes com DM, estes frequentemente apresentam sintomas como tontura, zumbidos e hipoacusia. O DM, dentro dos distúrbios do metabolismo da glicose, é a afecção mais comumente relacionada a distúrbios auditivos. A presença de sintomas auditivos associados a DM é discutida há seis décadas, porém a associação entre perda auditiva e DM ainda é bastante controversa, uma vez que geralmente a perda auditiva é do tipo neurossensorial, confundindo-se com presbiacusia, principalmente por ocorrer em pacientes acima dos 40 anos (MENESES et al., 2010).

O diagnóstico de problemas metabólicos que causam alteração na orelha interna é muito importante para o otorrinolaringologista e seus pacientes, uma vez que estes pacientes pioram ao serem tratados com medicamentos mais popularmente empregados no tratamento das afecções labirínticas, que possuem ação vasoativa, que aumenta o consumo de glicose pelas células nervosas e agrava o distúrbio metabólico; além disso, por ser a orelha interna um órgão extremamente sensível a modificações na homeostase, o diagnóstico da afecção metabólica quase sempre resulta unicamente dos sintomas cocleo-vestibulares (MARCHIORI; GIBRIN, 2003).

## 2.4 TIPO DE ESTUDO

A revisão de literatura possibilita a aquisição e atualização de conhecimento sobre um determinado tema (ROTHER, 2007). Os trabalhos de revisão são uma forma de pesquisa que utiliza fontes de informações bibliográficas ou eletrônicas para obtenção de resultados de pesquisa de outros autores, com o objetivo de fundamentar teoricamente um determinado tema (BOTELHO; MACEDO, 2011).

Uma revisão de literatura sistemática é um formato de pesquisa que utiliza como fonte de dados à literatura sobre determinado tema. Esse tipo de pesquisa é muito vantajoso para integrar as informações sobre um tema específico, as quais foram estudadas separadamente, identificando os assuntos que necessitam de investigações futuras (LINDE; WILLICH, 2003). Sendo assim, esse método de revisão é utilizado para evitar viés e possibilitar uma análise

objetiva dos resultados, facilitando uma conclusão sobre determinado assunto (SAMPAIO; MANCINI, 2007).

A revisão sistemática da literatura é extremamente útil para integrar as informações de um conjunto de estudos realizados separadamente sobre determinada assunto, que podem apresentar resultados conflitantes e/ou coincidentes, bem como identificar temas que necessitam de evidência, auxiliando na orientação para futuras pesquisas (SAMPAIO; MANCINI, 2007).

Para realizar uma revisão sistemática é preciso o trabalho de no mínimo dois pesquisadores, que irão avaliar, de maneira independente, cada artigo selecionado. É importante que seja feito um protocolo de pesquisa que inclua alguns itens como: como os estudos serão encontrados, critérios de inclusão e exclusão dos artigos, definição dos desfechos de interesse (SAMPAIO; MANCINI, 2007).

É importante classificar os estudos de acordo com a qualidade de evidência. A classificação utilizada apresenta seis níveis (1 a 6), sendo o nível 1 as revisões sistemáticas e meta-análise de ensaios clínicos randomizados ou outros estudos de alta qualidade; nível 2 os ensaios clínicos randomizados bem concebidos; nível 3 os estudos de tratamento não randomizado; nível 4 os estudos de coorte, estudos de caso-controle, estudos transversais e experimentos não controlados, nível 5 os relatos de casos clínicos e nível 6 as opiniões de especialistas (NEVES, 2004).

Há também o grau de recomendação: o grau A é formado pelos estudos com níveis de evidência 1 ou 2 e que apresentem conclusões consistentes; grau B é formado pelos estudos com níveis de evidência 3 ou 4 ou com evidência extrapolada (generalizado a uma situação na qual não é totalmente relevante) de estudos de nível 1 ou 2; o grau C é composto por estudos de nível 5 ou evidências extrapoladas a partir de estudos de nível 3 ou 4e, o Grau D é composto por estudos de nível 6, por estudos inconsistentes ou inconclusivos de qualquer nível ou por estudos que têm um alto risco de viés (NEVES, 2004).

### 3 METODOLOGIA

A presente pesquisa trata-se de um estudo do tipo retrospectivo uma vez que se trata de uma revisão baseada na publicação de muitos estudos experimentais sobre um determinado tema de estudo. Desta maneira, a qualidade da revisão sistemática depende também da qualidade da fonte primária (SAMPAIO, MANCINI, 2007).

#### 3.1 COLETA DE DADOS

Para realizar a revisão de literatura acerca dos estudos sobre DM do tipo 2 e as alterações auditivas, conduziu-se uma busca por artigos nos idiomas português e inglês, nas bases de dados MEDLINE, PUBMED, LILACS (Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde) e SCIELO (*Scientific Electronic Library Online*). A MEDLINE é uma base de dados de literaturas internacionais das áreas de medicina, biomedicina, enfermagem, odontologia, veterinárias e ciências afins (BIREME, 2014); a LILACS com publicações da América Latina e Caribe relacionadas às ciências da saúde e o SCIELO abrange publicações do Brasil, Argentina, Chile, Colômbia, Espanha, México, Portugal e Venezuela. Esta última base disponibiliza todo seu material de forma gratuita online (BIREME, 2014).

A seleção dos descritores utilizados para a busca da literatura foram os catalogados em: Descritores em Ciências da Saúde (DeCS). Trata-se de um vocabulário estruturado, criado pela BIREME (Centro Especializado da OPAS, estabelecido no Brasil desde 1967, em colaboração com os Ministérios da Saúde e Educação, Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo e Universidade Federal de São Paulo) com o intuito de se obter uma linguagem única para a indexação de produções científicas como: artigo de revistas científicas, livros, anais de congressos, relatórios técnicos, entre outros. Este vocabulário também deve ser utilizado na pesquisa e recuperação de assuntos em fontes de informações disponíveis na Biblioteca Virtual em Saúde como é o caso da LILACS e MEDLINE. Este material foi desenvolvido a partir do *MeSH - Medical Subject Headings* da *U.S. National Library of Medicine (NLM)* - (BIREME, 2014).

De acordo com os objetivos da pesquisa os descritores levantados para a realização da pesquisa foram:

- Em português: Diabetes Mellitus, Audição, Perda Auditiva, Perda Auditiva Neurossensorial, Audiometria, Audiometria de Resposta Evocada, Audiometria de Fala, Emissões Otoacústicas Espontâneas, Idoso e Adulto.
- Em Inglês: *Diabetes Mellitus; Hearing; Hearing Loss; Hearing Loss, Sensorineural; Audiometry; Audiometry, Evoked Response; Audiometry Speech; Otoacoustic Emissions, Spontaneous; Aged e Adult.*

Para a pesquisa dos artigos nas bases de dados citadas foram usados os descritores apresentados anteriormente combinados pelo operador booleano E/AND como forma de restringir a busca. Essa combinação foi realizada entre dois ou três descritores. A seguir as combinações realizadas:

- Diabetes Mellitus E Audição; Diabetes Mellitus E Perda Auditiva; Diabetes Mellitus E Perda Auditiva Neurossensorial; Diabetes Mellitus E Audiometria; Diabetes Mellitus E Audiometria de Resposta Evocada; Diabetes Mellitus E Audiometria de Fala; Diabetes Mellitus E Emissões Otoacústicas Espontâneas; Diabetes Mellitus E Perda Auditiva E Idoso; Diabetes Mellitus E Perda Auditiva E Adulto.
- *Diabetes Mellitus AND Hearing; Diabetes Mellitus AND Hearing Loss; Diabetes Mellitus AND Hearing Loss, Sensorineural; Diabetes Mellitus AND Audiometry; Diabetes Mellitus AND Audiometry, Evoked Response; Diabetes Mellitus AND Audiometry Speech; Diabetes Mellitus AND Diabetes Mellitus AND Otoacoustic Emissions, Spontaneous; Diabetes Mellitus AND Hearing Loss AND Aged; Diabetes Mellitus AND Hearing Loss AND Adult.*

Nas Tabelas 1 e 2 são descritos o número de artigos encontrados e selecionados em cada base de dados utilizada nesta pesquisa de acordo com as combinações dos descritores utilizados em português e em inglês respectivamente

Tabela 1 – Distribuição dos artigos encontrados e selecionados em cada base de dados, de acordo com as combinações dos descritores em português.

Descritores	LILACS		MEDLINE		SCIELO	
	Enc.	Sel.	Enc.	Sel.	Enc.	Sel.
<b>Diabetes Mellitus X Audição</b>	1	0	2	0	2	1
<b>Diabetes Mellitus X Perda Auditiva</b>	2	2	24	8	7	4
<b>Diabetes Mellitus X Perda Auditiva Neurosensorial</b>	1	0	40	0	3	2
<b>Diabetes Mellitus X Audiometria</b>	1	0	1	1	6	2
<b>Diabetes Mellitus X Audiometria de Resposta Evocada</b>	0	0	1	0	0	0
<b>Diabetes Mellitus X Audiometria da Fala</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Diabetes Mellitus X Emissões Otoacústicas Espontâneas</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Diabetes Mellitus X Perda Auditiva X Adulto</b>	1	1	11	8	0	0
<b>Diabetes Mellitus X Perda Auditiva X Idoso</b>	2	2	11	7	0	0
<b>TOTAL</b>	8	5	90	24	18	9

Legenda: Enc = artigos encontrados. Sel = artigos selecionados.

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 2 – Distribuição dos artigos encontrados e selecionados em cada base de dados, de acordo com as combinações dos descritores em inglês.

Descritores	Lilacs		MedLine		SciELO		PubMed	
	Enc.	Sel.	Enc.	Sel.	Enc.	Sel.	Enc.	Sel.
<b>Diabetes Mellitus X Hearing</b>	0	0	2	0	14	6	379	39
<b>Diabetes Mellitus X Hearing Loss</b>	2	2	23	8	12	5	xxxx	xxxx
<b>Diabetes Mellitus X Hearing Loss, Sensorineural</b>	0	0	40	0	7	5	170	24
<b>Diabetes Mellitus X Audiometry</b>	0	0	1	0	7	4	72	23
<b>Diabetes Mellitus X Audiometry, Evoked Response</b>	0	0	1	0	0	0	13	5
<b>Diabetes Mellitus X Audiometry Speech</b>	0	0	0	0	4	3	13	3
<b>Diabetes Mellitus X Otoacoustic Emissions, Spontaneous</b>	0	0	0	0	0	0	14	2
<b>Diabetes Mellitus X Hearing Loss X Adult</b>	1	1	11	7	1	1	xxxx	xxxx
<b>Diabetes Mellitus X Hearing Loss X Aged</b>	2	2	11	7	3	2	xxxx	xxxx
<b>TOTAL</b>	5	5	89	22	48	26	661	96

Legenda: Enc = artigos encontrados. Sel = artigos selecionados. xxxx = cruzamentos não utilizados nesta base de dados.

Fonte: elaborado pelo autor

Os artigos foram selecionados com base nos títulos e resumos. Quando necessário, o artigo na íntegra também foi acessado para definir a escolha ou não do mesmo. Os critérios de inclusão estabelecidos para a seleção dos artigos foram:

- publicados nos últimos 10 anos e indexados nas bases de dados citadas;

- publicados no idioma inglês e/ou português;
  - população de estudo: adulta e/ou idosos;
  - estudos sobre os achados audiológicos em indivíduos com DM do tipo 2.
- artigo disponibilizado na íntegra pelas bases de dados ou por meio do acesso do periódico CAPES.

A seleção dos artigos foi realizada por dois pesquisadores usando os descritores selecionados, respeitando os critérios de inclusão definidos e de forma cega. Quando necessário, foi utilizada a opinião de um terceiro pesquisador. Ou seja, quando o artigo foi selecionado por apenas um pesquisador ou mesmo foi entregue para um terceiro pesquisador para definir a inclusão ou não na pesquisa.

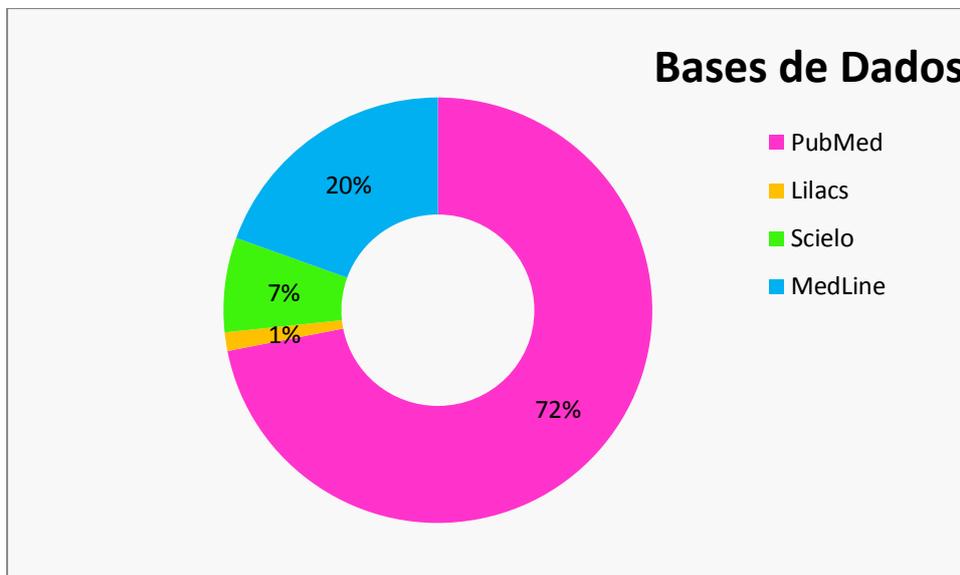
Os resultados obtidos a partir da metodologia proposta serão apresentados em forma de quadros, tabelas e gráficos, para facilitar a compreensão dos itens analisados em todos os artigos.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da busca realizada nas bases de dados LILACS, SCIELO, PUBMED e MEDLINE, considerando os descritores selecionados e suas combinações encontraram-se 919 artigos. Após a análise do título e resumo foram selecionados 187 artigos, sendo que destes, 151 eram duplicados. Do total de selecionados (36), seis foram descartados após a leitura do artigo na íntegra. Desta forma, 30 artigos na íntegra foram selecionados para a análise nesta pesquisa.

A seguir, na Figura 1, é apresentada a distribuição dos artigos incluídos em cada base de dados, a partir da metodologia proposta na pesquisa. A base de dados na qual mais se encontrou artigos foi a PUBMED com um total de 661 artigos (72%), seguido pela MEDLINE, com um total de 179 artigos (20%), SCIELO com 66 artigos (7%) e, a base de dados na qual se encontrou o menor número de artigos foi a LILACS, com apenas 13 artigos (1%).

Figura 1 – Gráfico da distribuição dos artigos encontrados de acordo com a base de dados pesquisada.



Fonte: elaborado pelo autor

Na Figura 2 pode-se observar o fluxograma dos processos realizados nessa pesquisa.

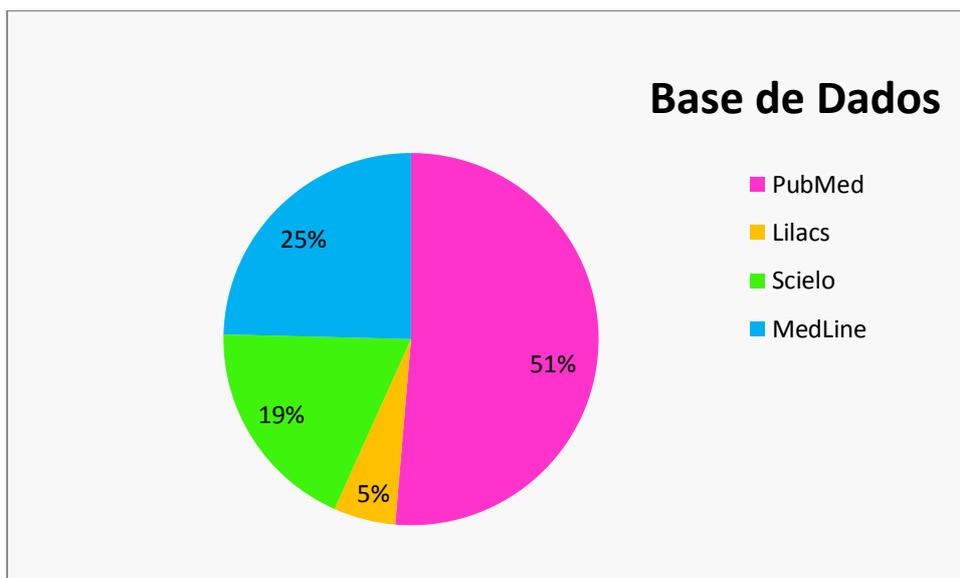
Figura 2 – Fluxograma da seleção dos artigos.



Fonte: elaborado pelo autor

Na Figura 3 pode-se observar o número de artigos incluídos em cada base de dados.

Figura 3 – Gráfico da distribuição dos artigos selecionados de acordo com a base de dados pesquisada.



Fonte: elaborado pelo autor

O número de artigos selecionados por base de dados foi proporcional ao número de artigos encontrado por base de dados, ou seja, a base de dados na qual se encontrou o maior número de artigos, foi também a que teve a maior quantidade de artigos selecionados. Na base de dados PUBMED foram selecionados 96(51,33%), 46 (24,59%) foram encontrados na base de dados MEDLINE, 35 (18,71%) dos artigos foram encontrados na base de dados SCIELO e apenas 10 (5,34%) dos artigos selecionados, foram encontrados na base de dados LILACS.

A PUBMED é uma base de dados com literaturas internacionais, de acesso gratuito, desenvolvida e mantida pela Biblioteca Nacional de Medicina (NLM®) dos Estados Unidos. Além de oferecer acesso aos recursos relacionados ao MEDLINE, a PUBMED também possui registros de artigos em fase de indexação, informações sobre os publicadores das revistas, Mesh® (Vocabulário controlado da NLM), MEDLINE, *Bookshelf*, links para sites que possuam artigos com texto completo e outros assuntos relacionados, filtros especiais para consultas específicas e *Single Citation Matcher* (localizador de registros).

Já a base de dados LILACS compreende somente os artigos publicados na América Latina e Caribe, por isso, foi a base de dados que teve o menor número de artigos encontrados e selecionados.

A seguir, no Quadro 1 são descritas as principais informações sobre os 30 artigos selecionados.

Quadro 1 – Descrição dos 30 estudos selecionados para a revisão sistemática sobre os achados audiológicos nos casos de Diabetes Mellitus do tipo 2.

Título	Autor e ano	Metodologia	Amostra	Descrição das intervenções	Conclusão
Potencial cognitivo P300 em indivíduos com diabetes mellitus	ALVARENGA et al., 2005.	Estudo de coorte transversal.	Participaram do estudo 16 indivíduos diabéticos com idade de 7 a 71 anos, e 17 indivíduos não diabéticos equiparados quanto ao sexo, idade e limiar auditivo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ATL,</li> <li>- Potencial cognitivo P300.</li> </ul> No grupo diabético foi realizada a medida do valor glicêmico antes da realização do P300.	A pesquisa do potencial cognitivo P300 é um importante procedimento para prevenir e diagnosticar precocemente de alterações neurológicas em indivíduos com DM, visto que houve relação entre a glicemia e a latência e amplitude do P300, mas não houve diferença estatística nos resultados encontrados na audiometria tonal liminar.
Clinical features of sudden sensorineural hearing loss in diabetic patients	WENG et al., 2005.	Estudo retrospectivo	67 pacientes diabéticos com idade entre 11 e 60 anos, - Perda auditiva neurossensorial súbita realizado.	- ATL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 44,8% dos indivíduos apresentaram perda auditiva neurossensorial súbita de grau profundo</li> <li>- A perda auditiva também foi observada na orelha oposta a orelha com surdez súbita, especialmente nas altas frequências.</li> <li>- O tempo de DM não teve correlação significativa com a gravidade da perda auditiva.</li> </ul>

(Continua)

<b>Título</b>	<b>Autor e ano</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Amostra</b>	<b>Descrição das intervenções</b>	<b>Conclusão</b>
Auditory impairment in patients with type 2 diabetes mellitus.	DÍAZ DE LEÓN-MORAES et al., 2005.	Estudo transversal	- 94 indivíduos adultos com DM do tipo 2 - 94 indivíduos adultos sem DM. Tempo máximo de diagnóstico de DM foi de 42,8 anos e o tempo mínimo foi de 6,5 anos.	- ATL, - Logaudiometria, - PEATE.	- Indivíduos com DM apresentaram um aumento no resultado do limiar audiométrico para a frequência de 8 kHz; - 90% apresentaram alteração nos testes de fala com monossílabos; - No PEATE, os pacientes com DM apresentaram aumento na latência da onda V e dos interpicos das ondas I-V e III-V; - A diferença interaural da latência da onda V foi mais assimétrica do que nos pacientes do grupo controle.
Type 2 diabetes and hearing loss in personnel of the Self-Defense Forces	SAKUTA et al., 2006	Estudo Transversal	699 indivíduos do sexo masculino, com idade entre 52 e 91 anos; sendo que 103 indivíduos foram classificados com DM do tipo 2.	Audiometria Tonal Liminar	- A perda auditiva foi mais frequente nos indivíduos diabéticos (60,2%); - A perda auditiva está associada ao DM do tipo 2 em homens, com a faixa etária estudada, independente de fatores de estilo de vida.
A 5-year prospective study of diabetes and hearing loss in a veteran population.	VAUGHAN et al., 2006a	Estudo transversal	- 342 veteranos diabéticos com média de idade 61,7 e 352 veteranos não diabéticos com média de idade 69,8.	- Questionário; - ATL	- Houve uma tendência de maior perda auditiva em pacientes diabéticos com 60 anos de idade nas frequências altas testadas (10, 12, 5, 14 e 16 kHz). Os efeitos do DM e do ruído na exposição sobre os limiares auditivos de alta frequência foram dependentes da idade. Para pacientes com mais de 60 anos, a média dos limiares não foram significativamente diferentes.

(Continua)

Título	Autor e ano	Metodologia	Amostra	Descrição das intervenções	Conclusão
Auditory brainstem response differences in diabetic and non-diabetic veterans	VAUGHAN et al., 2006b.	Estudo transversal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 416 indivíduos não diabéticos e 357 indivíduos diabéticos, escolhidos de forma aleatória</li> <li>- A idade dos participantes foi de 25 a 83 anos, com médias de 61,8 anos.</li> </ul>	-PEATE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Os indivíduos com DM apresentaram atraso nas latências das ondas III e V na orelha direita e aumento nos interpicos I-III e I-V em ambas as orelhas.</li> </ul>

(Continua)

Título	Autor e ano	Metodologia	Amostra	Descrição das intervenções	Conclusão
Characterization of hearing loss in aged type II diabetics.	FRISINA et al., 2006	Estudo transversal	- 30 indivíduos com DM do tipo 2, com idade entre 59 e 92 anos, e 30 indivíduos não-diabéticos, o com idades entre 59e 88 anos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ATL ,</li> <li>Imitanciometria</li> <li>- EOAT e EOADP,</li> <li>- Limiar de reconhecimento de fala (LRF),</li> <li>- Detecção de gap e percepção de sentenças.</li> </ul>	<p>DM do tipo 2 foram encontrados principalmente no complexo auditivo periférico com menos efeitos localizados nos níveis mais centrais do sistema auditivo,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tendência para maiores déficits do processamento auditivo na orelha direita em relação à orelha esquerda.</li> <li>- As EOAPD foram menores para os diabéticos em relação aos não diabéticos, a orelha direita foi mais afetada do que a esquerda, em todas as frequências.</li> <li>- Nas EOAT apenas 16 dos indivíduos diabéticos mostraram amplitudes acima do ruído de gravação com base em critérios de passa/falha, em comparação com 23 de indivíduos não-diabéticos.</li> <li>- Os diabéticos mostraram EOAT com menores amplitudes do que os não diabéticos, mas as diferenças não foram estatisticamente significativas.</li> </ul>

(Continua)

Título	Autor e ano	Metodologia	Amostra	Descrição das intervenções	Conclusão
Perfil audiológico de pacientes com Diabetes Mellitus tipo II	FERREIRA et al., 2007.	Estudo transversal	44 indivíduos com idade entre 25 e 65 anos, portadores de DM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ATL ,</li> <li>- Logaudiometria,</li> <li>- Imitância acústica,</li> <li>- Meatoscopia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perda auditiva neurossensorial, com predomínio em frequências altas.</li> <li>- 37,5% apresentaram perda auditiva, sendo 72,7% de grau leve e 27,3% de grau moderado.</li> <li>- 27,3% apresentaram perda auditiva bilateral</li> <li>- A audição pode estar comprometida em pacientes com DM do tipo 2, porém, os fatores causais ainda não estão bem definidos.</li> </ul>
Auditory acuity in type 2 diabetes mellitus.	PANCHU, 2008.	Estudo transversal	- 41 diabéticos tipo 2 e 41 não diabéticos, pareados em relação à idade e sexo, com idade entre 35 e 55 anos.	- ATL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diferença significativa nos limiares auditivos em todas as frequências (250 Hz a 8000 Hz) entre os indivíduos com DM do tipo 2 e grupo controle.</li> <li>- Perda auditiva do tipo neurossensorial.</li> </ul>

(Continua)

Título	Autor e ano	Metodologia	Amostra	Descrição das intervenções	Conclusão
Diabetes and hearing impairment in the United States: audiometric evidence from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999 to 2004.	BAINBRIDGE; HOFFMAN; COWIE, 2008.	Estudo transversal	5140 adultos não institucionalizados com idade entre 20 e 69 anos, sendo que 70 deles não apresentavam DM diagnosticada.	- ATL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adultos com DM têm uma maior ocorrência de deficiência auditiva do que aqueles sem DM.</li> <li>- 24 indivíduos não perceberam o tom puro em nenhuma intensidade.</li> <li>- 21,3% dos pacientes diabéticos e 9,4% dos indivíduos não diabéticos apresentaram perda auditiva para as frequências baixas.</li> <li>- Para as frequências altas, 54,1% dos indivíduos com DM e 32% dos indivíduos sem DM, apresentaram perda auditiva.</li> </ul>
Relationship of Type 2 diabetes to the prevalence, incidence and progression of age-related hearing loss	MITCHELL et al., 2009.	Estudo transversal	1.925 participantes com média de idade de 70,5 anos, destes, 210 tinham DM do tipo 2.	- ATL	<p>Perda auditiva relacionada à idade estava presente em 50,0% dos indivíduos diabéticos, em comparação com 38,2% dos indivíduos não diabéticos.</p> <p>Após 5 anos com DM, a perda auditiva súbita ocorreu em 18,7% dos indivíduos e 18,0% daqueles sem DM.</p> <p>A progressão da perda auditiva foi significativamente maior em participantes com DM recém-diagnosticados (69,6%) do que naqueles sem DM (47,8%).</p>

(Continua)

Título	Autor e ano	Metodologia	Amostra	Descrição das intervenções	Conclusão
Hearing loss in middle-aged subjects with type 2 diabetes mellitus	REN et al., 2009.	Estudo transversal	- 100 pacientes, sendo 50 portadores do DM e 50 não portadores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ATL ,</li> <li>- Emissões otoacústicas,</li> <li>- PEATE.</li> </ul>	- Indivíduos diabéticos mostraram limiares auditivos elevados em 4000 Hz e 8000 Hz e aumento da latência da onda V e interpico I-V aumentado, quando comparados com indivíduos saudáveis. Os indivíduos com DM também tiveram menos amplitude das emissões otoacústicas produto de distorção.
Perdas auditivas em pacientes portadores de Diabetes Melito	DINIZ; GUIDA, 2009.	Estudo retrospectivo transversal	<p>Análise de prontuários de 100 indivíduos adultos encaminhados para avaliação audiológica, nos anos de 2006 e 2007</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 50 indivíduos com idade entre 45 e 83 anos, portadores de DM.</li> <li>- 50 indivíduos grupo controle de faixa etária entre 48 e 86 anos, não portadores de DM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anamnese,</li> <li>- Otoscopia,</li> <li>- ATL ,</li> <li>- Questionário de comorbidades</li> </ul>	Os resultados indicam a correlação entre perda auditiva e DM

(Continua)

Título	Autor e ano	Metodologia	Amostra	Descrição das intervenções	Conclusão
Diabetes reduces auditory sensitivity in middle-aged listeners more than in elderly listeners: a population- based study of age-related hearing loss	UCHIDA et al., 2010.	Estudo transversal	- 2306 indivíduos com idade entre 40 e 86 anos que participaram de um estudo de base populacional do envelhecimento, - Divididos em dois grupos etários: 40 a 64 anos e 65 a 86 anos.	- ATL	O DM pode afetar a audição, nas frequências altas em 4 e 8 kHz, principalmente em indivíduos mais jovens, causando uma perda auditiva neurossensorial.
Diabetes-related changes in auditory brainstem responses.	KONRAD-MARTIN et al., 2010.	Estudo transversal	- 166 indivíduos com DM e 138 sem DM, com idade entre 26 e 71 anos.	- ATL , - PEATE.	Pacientes diabéticos insulino-dependentes apresentaram um aumento da latência da onda V e intervalo interpicos das ondas I-V, - Redução da amplitude da onda V em indivíduos com mais de 50 anos.

(Continua)

Título	Autor e ano	Metodologia	Amostra	Descrição das intervenções	Conclusão
Bilateral sudden sensorineural deafness with vertigo as the sole presenting symptoms of Diabetes Mellitus - a case report	MIRSA et al., 2010.	Relato de caso	Um indivíduo do sexo masculino, engenheiro, com 55 anos de idade foi internado no University CSJMM, na emergência com perda súbita da audição em ambos os ouvidos, com vertigem e zumbido, diagnosticado com DM do tipo 2.	- ATL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perda auditiva neurosensorial com os seguintes limiares: 110dB em 4 kHz, 55 dB em 2 kHz e 45 dB em 1 kHz à orelha esquerda.</li> <li>- Perda auditiva neurosensorial com os seguintes limiares: 65dB em 4 kHz, 70dB em 2 kHz e 50 dB em 1 kHz à orelha direita.</li> </ul>
Perda auditiva neurosensorial súbita idiopática: evolução na presença de hipertensão arterial sistêmica, diabetes melito e dislipidemias	NAGAOKA et al., 2010.	Estudo retrospectivo, transversal	- 35 indivíduos entre adultos e idosos com idade entre 22 e 76 anos, com média de 52,31 anos, com perda auditiva idiopática súbita divididos em dois grupos: grupo com doenças associadas (hipertensão arterial sistêmica, DM e dislipidemias) e, grupo sem doenças associadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anamnese</li> <li>- Ressonância magnética de orelha interna,</li> <li>- ATL ;</li> <li>- Logaudiometria (IRF)</li> </ul>	Pacientes com perda auditiva neurosensorial súbita idiopática na presença da hipertensão arterial sistêmica, do DM e das dislipidemias, em indivíduos mais velhos, está associado a uma maior prevalência de achados de microangiopatias cerebrais nos exames de ressonância magnética e implicado em uma recuperação auditiva com evolução mais lenta na melhora do índice de reconhecimento da fala.

(Continua)

<b>Título</b>	<b>Autor e ano</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Amostra</b>	<b>Descrição das intervenções</b>	<b>Conclusão</b>
Potential mediators of diabetes-related hearing impairment in the U.S. population: National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2004	BAINBRIDGE; CHENG; COWIE, 2010.	Estudo retrospectivo transversal.	1508 indivíduos, com sem o diagnóstico de DM 2, com idade entre 40 e 69 anos.	- ATL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O DM foi associado a um aumento de 100 de chances de deficiência auditiva de baixa e média frequência, e 67% de chance de deficiência auditiva de alta frequência.</li> <li>- A perda auditiva relacionada ao DM é neurosensorial.</li> </ul>
A single blinded randomized controlled study of the effect of conventional oral hypoglycemic agents versus intensive short-term insulin therapy on pure tone audiometry in type II Diabetes Mellitus	ASMA et al., 2011.	Ensaio clínico randomizado	<p>28 indivíduos participaram do estudo, com idade entre 18 e 70 anos, os quais possuem DM do tipo 2 e com diagnósticos há 10 anos.</p> <p>Grupo 1 composto por indivíduos tratados com hipoglicemiantes orais convencionais</p> <p>Grupo 2 formado por indivíduos tratados com injeção de insulina.</p>	- ATL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não houve diferença de limiar entre os dois grupos, exceto nas baixas frequências na fase inicial do estudo.</li> <li>- Não houve diferença significativa entre o limiar tonal médio antes e após o tratamento em todas as frequências de ambos os grupos.</li> </ul>

(Continua)

Título	Autor e ano	Metodologia	Amostra	Descrição das intervenções	Conclusão
Risk factors for hearing impairment among U.S. adults with Diabetes. National health and nutrition examination survey 1999–2004	BAINBRIDGE; HOFFMAN; COWIE, 2011.	Estudo retrospectivo transversal.	536 indivíduos, com idade entre 20 e 36 anos, com DM diagnosticadas ou não.	- ATL	- Dois terços dos indivíduos com DM apresentaram deficiência auditiva neurossensorial nas altas frequências, 26% tinham deficiência auditiva de baixa e média frequência.
Diabetes and risk of hearing impairment in adults: a meta-analysis	HORIYAWA et al., 2012.	Revisão sistemática com meta-análise para comparar a prevalência de perda auditiva em adultos com e sem DM.	Foram selecionados 13 estudos	- Busca sistemática da literatura através do Medline (1950 a 30 de maio de 2011) e EMBASE (1974 a 30 de maio de 2011).	- Há maior prevalência de deficiência auditiva em pacientes diabéticos, independente da idade.

(Continua)

Título	Autor e ano	Metodologia	Amostra	Descrição das intervenções	Conclusão
Influence of acute hyperglycemia on otoacoustic emissions and the medial olivocochlear reflex.	JACOBS et al., 2012.	Estudo transversal	Seis indivíduos portadores de DM do tipo 2	- Emissões otoacústicas, realizado após o teste de tolerância à glicose	<p>- Aumento estatisticamente significativo na da inibição do reflexo olivococlear medial durante os níveis de açúcar elevados, para os 11 ensaios de teste de tolerância à glicose.</p> <p>A inibição máxima ocorreu aproximadamente uma hora depois consumo de glicose quando os níveis de glicose no sangue atingiram o pico.</p> <p>Os resultados indicam que a hiperglicemia aguda influencia no controle eferente da cóclea em indivíduos com DM do tipo 2</p>
Risk of developing sudden sensorineural hearing loss in diabetic patients: a population-based cohort study.	LIN et al., 2012.	Estudo de coorte retrospectivo	26.556 indivíduos portadores de DM recém-diagnosticados e 26.556 indivíduos sem DM foram selecionados a partir de avaliações feitas durante 2000-2004.	- Análise de prontuários	Pacientes com DM apresentaram 1,54 vezes maior risco de desenvolvimento de Surdez Súbita e comorbidade como retinopatia e doenças.

(Continua)

Título	Autor e ano	Metodologia	Amostra	Descrição das intervenções	Conclusão
A clinical study of audiological profile in Diabetes Mellitus patients	SUNKUM; PINGILE, 2012.	Estudo transversal	- 58 indivíduos com DM e 58 indivíduos sem DM, com idade entre 15 e 50 anos. - Grupos de acordo com a idade, duração da DM, complicações e controle do DM.	- ATL	Diabéticos complicados e mal controlados apresentaram significativo grau de perda auditiva neurosensorial para altas frequências, em comparação com aqueles que foram bem controlados e sem complicações.
Prevalência de queixa de zumbido e prováveis associações com perda auditiva, Diabetes Mellitus e hipertensão arterial em pessoas idosas.	GIBRIN; MELO; MARCHIORI, 2013.	Estudo transversal.	Foram selecionados 498 indivíduos, com idades entre 45 e 86 anos, com média de idade de 69 anos. Foram excluídos os pacientes portadores de zumbidos causados por problemas agudos e pessoas com limitação à realização do exame audiométrico.	- Anamnese, - ATL	- Perda auditiva do tipo neurosensorial em 38% dos casos, mista em 24% e condutiva em 1% - Em 37% dos indivíduos os audiogramas foram classificados como normais. - Os indivíduos do grupo controle apresentaram perdas do tipo neurosensorial em 26% dos casos, mista em 4% e condutiva em 2%, com 68% de indivíduos normais.

(Continua)

Título	Autor e ano	Metodologia	Amostra	Descrição das intervenções	Conclusão
Brainstem auditory evoked potential abnormalities in type 2 Diabetes Mellitus	GUPTA et al., 2013.	Estudo transversal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 126 indivíduos do sexo masculino portadores de DM do tipo 2,</li> <li>- 106 indivíduos do sexo masculino saudáveis</li> <li>- Idade entre 35 e 50 anos.</li> </ul>	- PEATE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Latência da onda IV diminuída apenas na orelha direita</li> <li>- Latência das ondas III, V e intervalo interpicos III-V e I-V mostrou um atraso significativo bilateralmente nos indivíduos diabéticos.</li> <li>Os indivíduos com DM apresentam envolvimento precoce da via auditiva central.</li> </ul>
Impact of different modifiable factors on hearing function in type 1 and type 2 diabetic subjects. A preliminary study	DĄBROWSKI; MIELNIK-NIEDZIELSKI A; NOWAKOWSKI, 2013.	Estudo transversal	<p>58 indivíduos participaram desse estudo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 31 com DM tipo 1</li> <li>- 27 DM tipo 2</li> </ul> <p>Idade superior a 45 anos, Presença de DM há no mínimo 10 anos e sem deficiência auditiva manifestada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ATL</li> <li>- Emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente (EOAT)</li> </ul>	<p>27,58% dos (16) indivíduos apresentaram ausência de EOAT, sendo 33,33% (9) deles portadores de DM do tipo 2 e 22,58% (7) com DM do tipo 1.</p> <p>64,51% (20) dos indivíduos com DM do tipo 1 apresentaram perda auditiva, e</p> <p>44,44% (12) dos indivíduos com DM do tipo 2.</p>

(Continua)

Título	Autor e ano	Metodologia	Amostra	Descrição das intervenções	Conclusão
Alterações auditivas associadas a complicações e comorbidades no Diabetes Mellitus tipo 2	FERREIRA et al., 2013.	Estudo transversal.	152 pacientes de 36 a 60 anos de idade, portadores de DM tipo 2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ATL,</li> <li>- Emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente e produto de distorção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O sobrepeso/obesidade constitui fator de risco para alteração auditiva, estando associado à perda auditiva e ausência de emissões transientes.</li> <li>- Os pacientes diabéticos com sobrepeso/obesidade apresentaram três vezes mais chances de alterações na audiometria e emissões otoacústicas.</li> <li>- A avaliação audiológica demonstrou perda auditiva em 96 (63,2%) pacientes, todas do tipo neurossensorial.</li> </ul>
Changes in brainstem auditory evoked potentials among North Indian females with Type 2 diabetes mellitus	BAWEJ A et al., 2013.	Estudo transversal	116 indivíduos do sexo feminino com DM do tipo 2 e 100 indivíduos do sexo feminino sem DM, com idade entre 30 e 35 anos.	- PEATE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpico das ondas I-III aumentado apenas na orelha direita;</li> <li>-A latência da onda V e interpico I-V apresentou um atraso significativo bilateralmente, em mulheres diabéticas.</li> <li>-Não foi encontrada diferença significativamente indivíduos diabéticos e controle no que diz respeito às latências das ondas I, II, III, IV e intervalo interpico das ondas III-V bilateralmente e intervalo interpico I-III à orelha esquerda.</li> <li>Nenhuma das latências do PEATE foi significativamente correlacionada com a duração da doença.</li> </ul>

(Continua)

<b>Título</b>	<b>Autor e ano</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Amostra</b>	<b>Descrição das intervenções</b>	<b>Conclusão</b>
Type -2 diabetes mellitus and auditory brainstem responsesa hospital based study	SIDDIQI et al., 2014	Estudo transversal	- 25 indivíduos com DM do tipo 2, com média de idade de 46,8 anos - 25 indivíduos saudáveis com média de idade de 45,7 anos	- PEATE	- Aumento nas latências da ondas III e V e interpicos III-V e I-V no grupo com DM em 70 e 80dB; - Para 90 dB foi encontrado aumento na latência da onda V e nos intervalos interpicos das ondas I-III e I-V

Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.1 – CARACTERÍSTICAS DOS ESTUDOS

Na tabela 3 é observada a distribuição dos artigos selecionados de acordo com o tipo de estudo realizado.

Tabela 3 – Distribuição dos estudos selecionados de acordo com o tipo de estudo.

<b>TIPO DE ESTUDO</b>	<b>N (%)</b>	<b>AUTORES E ANO</b>
Revisão Sistemática com Meta-análise	1 (3,33%)	HORIKAWA et al., 2012.
Ensaio Clínico Randomizado	1 (3,33%)	ASMA et al., 2011
Estudo retrospectivo transversal	5 (16,66%)	WENG et al., 2005 DINIZ; GUIDA, 2009 NAGAOKA et al., 2010 BAINBRIDGE; CHENG; COWIE, 2010 BAINBRIDGE; HOFFMAN; COWIE, 2011 DÍAZ DE LEÓN-MORALES et al., 2005 SAKUTA et al., 2006 VAUGHAN et al., 2006a VAUGHAN et al., 2006b FRISINA et al., 2006 FERREIRA et al., 2007 PANCHU, 2008 BAINBRIDGE; HOFFMAN; COWIE, 2008
Estudo transversal	20 (66,66%)	MITCHELL et al., 2009 REN et al., 2009 UCHIDA et al., 2010 KONRAD-MARTIN et al., 2010 JACOBS et al., 2012 SUNKUM; PINGILE, 2012 GIBRIN; MELO; MARCHIORI, 2013 GUPTA et al., 2013 DĄBROWSKI; MIELNIK-NIEDZIELSKA; NOWAKOWSKI, 2013 FERREIRA et al., 2013 BAWEJA et al., 2013 SIDDIQI et al., 2014
Estudo de coorte transversal	1 (3,33%)	ALVARENGA et al., 2005
Estudo de coorte retrospectivo	1 (3,33%)	LIN et al., 2012
Estudo de relato de caso	1 (3,33%)	MIRSA et al., 2010

Fonte: elaborado pelo autor

O tipo de estudo mais encontrado (66,66%) foi o transversal, que é um estudo epidemiológico no qual o fator e efeito são observados em um mesmo momento histórico e, atualmente, tem sido o mais empregado (BORDALO, 2006).

No Quadro 2 pode-se observar a distribuição dos artigos de acordo com a classificação do nível de evidência científica e o grau de recomendação.

Quadro 2 - Nível de evidência e grau de recomendação dos artigos selecionados.

<b>AUTOR E ANO</b>	<b>NÍVEL DE EVIDÊNCIA</b>	<b>GRAU DE RECOMENDAÇÃO</b>
ALVARENGA et al., 2005	4	B
WENG et al., 2005	4	B
DÍAZ DE LEÓN-MORAES et al., 2005	4	B
SAKUTA et al., 2006	4	B
VAUGHAN et al., 2006a	4	B
VAUGHAN et al., 2006b	4	
FRISINA et al., 2006	4	B
FERREIRA et al., 2007	4	B
PANCHU, 2008	4	B
BAINBRIDGE; HOFFMAN; COWIE, 2008	4	B
MITCHELL et al., 2009	4	B
REN et al., 2009	4	B
DINIZ; GUIDA, 2009	4	B
UCHIDA et al., 2010	4	B
KONRAD-MARTIN et al., 2010	4	B
MIRSA et al., 2010.	5	C
NAGAOKA et al., 2010	4	B
BAINBRIDGE; CHENG; COWIE, 2010	4	B
ASMA et al., 2011	1	A
BAINBRIDGE; HOFFMAN; COWIE, 2011	4	B
HORIKAWA et al., 2012	1	A
JACOBS et al., 2012	4	B
LIN et al., 2012	4	B
SUNKUM; PINGILE, 2012	4	B
GIBRIN; MELO; MARCHIORI, 2013	4	B
GUPTA et al., 2013	4	B
DĄBROWSKI; MIELNIK-NIEDZIĘLSKA; NOWAKOWSKI, 2013	4	B
FERREIRA et al., 2013	4	B
BAWEJA et al., 2013	4	B
SIDDIQI et al., 2014	4	B

Fonte: elaborado pelo autor

Nas Tabelas 4 e 5, verificam-se os percentuais de artigos selecionados de acordo com o nível de evidência e o grau de recomendação respectivamente.

Tabela 4 – Distribuição dos 30 artigos científicos selecionados de acordo com o nível de evidência.

<b>NÍVEL DE EVIDÊNCIA</b>	<b>N(%)</b>
1	2 (6,66%)
2	0
3	0
4	27 (90%)
5	1 (3,33%)
6	0
<b>TOTAL</b>	<b>30 (100%)</b>

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 5 – Distribuição dos 30 artigos científicos selecionados de acordo com o grau de recomendação.

<b>GRAU DE RECOMENDAÇÃO</b>	<b>N(%)</b>
A	2 (6,66%)
B	27 (90%)
C	1 (3,33%)
D	0
<b>TOTAL</b>	<b>30 (100%)</b>

Fonte: elaborado pelo autor

De acordo com os níveis de evidência científica têm-se os graus de recomendação. Quanto menos o nível, maior a segurança do estudo. Pode-se observar na tabela 2 que 90% dos estudos selecionados apresentaram nível de evidencia científica 4, os quais correspondem ao grau de recomendação B, que são os estudos considerados com evidência moderada. Dois estudos apenas (6,66%) foram classificados como nível de evidência 1 e grau de recomendação A. Estes estudos são altamente recomendáveis por se tratarem de artigos com alto grau de evidência, 3,33%, apenas um estudo teve classificação 5 para nível de evidência e C para grau de recomendação. Assim, pode-se notar que quanto mais alto o nível de evidência, maior o grau de recomendação e maior a recomendação desse estudo. Com esta pesquisa pode-se verificar que apesar de existirem vários estudos na literatura científica a respeito do assunto estudado, há poucos estudos (2) com alto nível de evidência e de recomendação, dificultando o estabelecimento de evidências científicas sobre os achados audiológicos nos pacientes com DM.

## 4.2 – POPULAÇÃO DE ESTUDO

No Quadro 3 é observado o tamanho da amostra de cada estudo, com a idade mínima e máxima, bem como a média de idade dos indivíduos que participaram dos estudos.

Quadro 3 - Caracterização da população dos estudos selecionados considerando o tamanho da amostra e idade.

<b>AUTOR E ANO</b>	<b>TAMANHO DA AMOSTRA</b>	<b>IDADE MÍNIMA (anos)</b>	<b>IDADE MÁXIMA (anos)</b>	<b>MÉDIA DE IDADE (anos)</b>
ALVARENGA et al., 2005	33	7	71	I
WENG et al., 2005	67	11	60	I
DÍAZ DE LEÓN-MORAES et al., 2005	188	I	I	I
SAKUTA et al., 2006	699	52	91	I
VAUGHAN et al., 2006a	694	I	I	65,75
VAUGHAN et al., 2006b	773	25	83	61,8
FRISINA et al., 2006	60	59	92	I
FERREIRA et al., 2007	44	25	65	I
PANCHU, 2008	82	35	55	I
BAINBRIDGE; HOFFMAN; COWIE, 2008	5140	20	69	I
MITCHELL et al., 2009	1925	I	I	70,5
REN et al., 2009	100	I	I	I
DINIZ; GUIDA, 2009	100	45	86	I
UCHIDA et al., 2010	2306	40	86	I
KONRAD-MARTIN et al., 2010	304	26	71	I
MIRSA et al., 2010	1	55	55	55
NAGAOKA et al., 2010	35	22	76	52,31
BAINBRIDGE; CHENG; COWIE, 2010	1508	40	69	I
ASMA et al., 2011	28	18	70	I
BAINBRIDGE; HOFFMAN; COWIE, 2011	536	20	36	I
HORIKAWA et al., 2012	I	I	I	I
JACOBS et al., 2012	6	I	I	I
LIN et al., 2012	53112	I	I	I
SUNKUM; PINGILE, 2012	116	15	50	I
GIBRIN; MELO; MARCHIORI, 2013	498	45	86	69
GUPTA et al., 2013	232	35	50	I
DĄBROWSKI; MIELNIK-NIEDZIELSKA; NOWAKOWSKI, 2013	58	45	I	I
FERREIRA et al., 2013	152	36	60	I
BAWEJA et al., 2013	216	30	35	I

SIDDIQI et al., 2014	50	30	I	I
----------------------	----	----	---	---

Legenda: I = informação indisponível no artigo científico

Fonte: elaborado pelo autor

O estudo realizado por Lin et al. (2012) foi o estudo selecionado com a maior população, ou seja, 53.112 indivíduos participarem da pesquisa. Já no estudo de Jacobs et al. (2012), apenas seis indivíduos participaram da pesquisa, sendo este, o estudo com a menor população. Os estudos com número reduzido de indivíduos que compõem a amostra é um fator importante já que os estudos com amostra reduzida são pouco representativos e não geram um resultado confiável sobre a população. É o que ocorre nos relatos de caso, e acabam sendo menos significativos (NEVES, 2004). Uma amostra maior permite uma análise mais confiável dos resultados permitindo extrapolar os resultados obtidos para outras populações com as mesmas características.

Os estudos internacionais (DÍAZ LEÓN-MORAES et al., 2005; SAKUTA et al., 2006; VAUGHAN et al., 2006a; VAUGHAN et al., 2006b; BAINBRIDGE; HOFFMAN; COWIE, 2008; MITCHELL et al., 2009; UCHIDA et al., 2010 KONRAD-MARTIN et al., 2010; BAINBRIDGE; HOFFMAN; COWIE, 2010; BAINBRIDGE; HOFFMAN; COWIE, 2011; LIN et al., 2012; SUNKUM; PINGLE, 2012) apresentaram uma população de estudo maior do que estudos nacionais (ALVARENGA et al., 2005; FERREIRA et al., 2007; DINIZ; GUIDA, 2009; NAGAOKA et al., 2010) selecionados. Alguns estudos não fornecem informações importantes como a idade mínima e máxima dos participantes do estudo, o que dificulta a reprodutibilidade do estudo, além da falta de informação, em saber para qual população esses resultados podem ser aplicados. Além disso, há estudos nos quais a população de estudo tem uma variação de idade bem grande como, por exemplo, os estudos de Alvarenga et al., 2005 (7 a 71 anos); Weng et al., 2005 (11 a 60 anos); Vaughan et al., 2006b (25 a 83 anos); Bainbridge, Hoffman, Cowie, 2008 (20 a 69 anos); Konrad-Martin et al., 2010 (26 a 71 anos).

Mesmo considerando que em todos os estudos foi definido que os participantes tinham o diagnóstico de DM do tipo 2, pode-se observar que há estudo na qual a idade mínima da amostra da população é bem baixa. Considerando que o fator idade é citado como dos predisponentes e agravantes da DM2 (SBD, 2007), pode-se inferir que a amostra destes estudos não era muito homogênea do ponto de vista de faixa etária o que pode comprometer a análise dos resultados.

#### 4.3 – ACHADOS AUDIOLÓGICOS NOS CASOS DE DIABETES MELLITUS DO TIPO 2

Na tabela 6 observa-se a distribuição das avaliações audiológicas realizadas nos estudos selecionados. Nos textos selecionados para esta pesquisa as avaliações realizadas foram: audiometria tonal liminar, logaudiometria, imitanciometria, emissões otoacústicas evocadas transientes e produto de distorção, potencial evocado auditivo de tronco encefálico, P300 e teste de resolução temporal.

Tabela 6 – Distribuição das avaliações audiológicas realizadas nos 30 estudos selecionados.

Avaliação Audiológica	Número de Estudos	
	N	%
Audiometria tonal liminar	23	53,48
Logaudiometria	4	9,30
Imitanciometria	3	6,97
Emissões otoacústicas	5	11,62
PEATE	7	16,27
P300	1	2,32
<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>100</b>

Fonte: elaborado pelo autor

A maioria dos estudos (53,48%) utilizou a Audiometria Tonal Liminar para realizar a avaliação audiológica. Dois estudos realizaram a ATL e as Emissões otoacústicas para avaliação audiológica (4,65%) (DABROWSKI; MIELNIK-NIEDZIELSKA; NOWAKOWSKI, 2013; FERREIRA et al., 2013), apenas Konrad-Martin et al. (2010) realizaram a ATL e o PEATE; dois estudos utilizaram o maior número de teste para compor a avaliação audiológica, Ren et al. (2009) utilizaram a ATL, as Emissões Otoacústicas e o PEATE e Frisina et al. (2006) realizaram a ATL, Emissões Otoacústicas e Logaudiometria. Dos estudos que utilizaram a imitanciometria como teste audiológico, apenas um deles mostrou os resultados (FERREIRA et al., 2007).

Dos 23 artigos em que para realizar a avaliação audiológica, utilizou-se a Audiometria Tonal Limiar (ATL), 12 (52,17%) deles usaram apenas a ATL para avaliar a audição, os outros utilizaram mais testes em conjunto.

Na maioria (86,95%) dos estudos, concluiu-se que o DM está relacionado com a perda auditiva (DÍAZ DE LÉON-MORAES et al., 2005; WENG et al., 2005; VAUGHAN et al., 2006; SAKUTA et al., 2006; FERREIRA et al., 2007; PANCHU, 2008; BAINBRIDGE; BAINBRIDGE; HOFFMAN; COWIE, 2008; DINIZ; GUIDA, 2009; REN et al., 2009; MITCHELL et al., 2009; CHENG; COWIE, 2010; NAGAOKA et al., 2010; UCHIDA et al.,

2010; MIRSA et al., 2010; BAINBRIDGE; HOFFMAN; COWIE, 2011; ASMA et al., 2011; DABROWSKI; SUNKUM; PINGILE, 2012; GIRBIN; MELO; MARCHIORI, 2013; FERREIRA et al., 2013; MIELNIK-NIEDZIELSKA; NOWAKOWSKI, 2013).

Dos estudos selecionados, 40% concluíram que a perda auditiva encontrada em pacientes diabéticos é do tipo neurossensorial (FERREIRA et al., 2007; PANCHU, 2008; BAINBRIDGE; CHENG; COWIE, 2010; NAGOAKA et al., 2010; MIRSA et al., 2010; ; BAINBRIDGE; HOFFMAN; COWIE, 2011; GIRBIN; MELO; MARCHIORI, 2013; FERREIRA et al., 2013). Somente no estudo realizado por Gibrin, Melo, Marchiori (2013) o DM foi relacionado com os três tipos de perda auditiva, neurossensorial, condutiva e mista. Já no estudo realizado por Alvarenga et al. (2005) não houve diferença estatisticamente relevante nos resultados encontrados na Audiometria Tonal Limiar entre os indivíduos diabéticos e não diabéticos. Os achados de perda auditiva do tipo neurossensorial são esperados, visto que o acometimento dos vasos que irrigam a orelha interna e as alterações que ocorrem na estria vascular em pacientes diabéticos são fatos que evidenciam que o DM pode causar perda auditiva (MAIA; CAMPOS, 2005).

De acordo com o estudo realizado por Weng et al. (2005), 44,8% dos indivíduos estudados apresentaram perda auditiva de grau profundo. Já Ferreira et al. (2007), encontraram que 72,7 % apresentaram perda auditiva de grau leve e 27,3% de grau moderado. Apenas dois estudos mostraram que os pacientes portadores de DM apresentaram perda auditiva bilateral (FERREIRA et al., 2007; MIRSA et al., 2007).

Apenas 60% dos artigos apresentou em seus resultados a configuração audiométrica, com isso, 40% dos artigos apresentaram perda auditiva nas frequências altas (DÍAZ DE LEÓN-MORAES et al., 2005; BAINBRIDGE; HOFFMAN; COWIE, 2008; REN et al., 2009; UCHIDA et al., 2010; BAINBRIDGE; CHENG; COWIE, 2010; BAINBRIDGE; HOFFMAN; COWIE, 2011; SUNKUM; PIGILE, 2012); 15% dos estudos relataram ter encontrado perda auditiva atingindo as frequências média e baixa (BAINBRIDGE; HOFFMAN; COWIE, 2008; BAINBRIDGE; CHENG; COWIE, 2010; BAINBRIDGE; HOFFMAN; COWIE, 2011) e somente um estudo (5%) mostrou perda auditiva envolvendo as frequências baixas (ASMA et al., 2011).

É importante lembrar que em muitos estudos, os indivíduos que participaram da pesquisa são idosos, e com o envelhecimento o organismo sofre diversas alterações, entre elas a presbiacusia, caracterizada por uma perda auditiva bilateral para tons de alta frequência, devido a mudanças degenerativas e fisiológicas no sistema auditivo, essa perda auditiva, geralmente é do tipo neurossensorial (QUINTER; MAROTTA; MARONE,

2002). Ressaltando que a perda auditiva relacionada com DM encontra na maioria dos estudos, é o mesmo tipo de perda auditiva encontrada nos idosos.

Logaudiometria é a medida da habilidade do indivíduo para detectar e reconhecer a fala. Por meio da logaudiometria é possível avaliar o Limiar de Detecção de Fala (LDF), o Limiar de Recepção de Fala (LRF/SRT) e Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF). Estes exames devem fazer parte da prática clínica, cabendo ao fonoaudiólogo selecionar aqueles necessários para cada caso. (SISTEMA DE CONSELHOS FEDERAL e REGIONAIS DE FONOAUDIOLOGIA, 2013).

Dos quatro estudos que utilizaram a logaudiometria como teste, um deles mostrou que 90% dos pacientes diabéticos apresentaram alteração no teste com estímulos monossilábicos (DÍAZ LEÓN-MORAES et al., 2005). No estudo realizado por Ferreira et al. (2007), os resultados encontrados na logaudiometria estavam dentro dos padrões de normalidade; já no estudo realizado por Nagaoka et al. (2010), os paciente com DM obtiveram resultados piores, quando comparados com os pacientes sem DM, e um estudo não apresentou resultados significativamente relevantes (FRISINA et al., 2006).

O reconhecimento e entendimento da fala são acompanhados da combinação das pistas acústicas, linguísticas, semânticas e circunstanciais, assim, quando se ouve em condições favoráveis, algumas dessas pistas, que estão presentes em excesso, podem ser desprezadas. Para que haja a efetividade da transmissão da mensagem, existe uma redundância de pistas acústicas das quais o ouvinte se vale de acordo com a situação e o contexto da comunicação. É o que ocorre, por exemplo, nas situações de conversação em ambientes ruidosos. Existe uma relação relativamente ruim entre limiares auditivos tonais e inteligibilidade de fala para indivíduos portadores da perda auditiva neurosensorial. A maior parte dos indivíduos com perda auditiva em frequências altas pode referir pouca ou nenhuma dificuldade em compreender a fala em ambiente silencioso, já que nessas situações existe uma série de pistas excedentes que os mesmos podem utilizar para compreender a fala. Porém em ambiente ruidoso ou em condições adversas, como, por exemplo, quando a fala é distorcida, o sujeito pode apresentar inúmeras dificuldades na inteligibilidade de fala, pois o número de pistas cai significativamente, levando-o a utilizar somente as pistas disponíveis na situação (CAPORALI; SILVA, 2014).

Os resultados encontrados para o Índice de Reconhecimento de Fala, geralmente ficam dentro dos padrões de normalidade nas perdas condutivas, normais ou levemente rebaixados nas perdas auditivas de origem coclear e bem rebaixados nas perdas auditivas de origem retrococlear (CAPORALI; SILVA, 2014).

A timpanometria é utilizada para avaliar o funcionamento e integridade da orelha média e seu resultado é classificado em cinco tipos diferentes de curvas: Tipo A é quando há mobilidade normal do sistema tímpano-ossicular; Tipo Ad é quando ocorre hiper mobilidade do sistema tímpano-ossicular; Tipo Ar quando há baixa-mobilidade do sistema tímpano-ossicular; Tipo B, quando há ausência de mobilidade do sistema tímpano-ossicular e Tipo C, quando a pressão de ar da orelha média desviada para pressão negativa (SISTEMA DE CONSELHOS FEDERAL e REGIONAIS DE FONOAUDIOLOGIA, 2013). O reflexo do músculo estapédio contralateral é responsável em verificar a presença ou não dos reflexos acústicos na condição via aferente contralateral. O resultado é tido como normal, quando o reflexo é desencadeado de 70 a 100 dB acima do limiar auditivo da via aérea e ausente, quando o reflexo não é desencadeado mesmo com a saída máxima do equipamento (SISTEMA DE CONSELHOS FEDERAL e REGIONAIS DE FONOAUDIOLOGIA, 2013).

Dos artigos que utilizam a imitanciometria, apenas um deles apresenta os resultados encontrados nesta avaliação, o qual revelou que em 80,7% dos indivíduos apresentaram curva timpanométrica do tipo A, 10,2 % do tipo Ar, 1,2% do tipo Ad e 3,4% do tipo C. Verificou-se a presença do reflexo estapediano em 94,3% (FERREIRA et al., 2007). Com isso pode-se concluir que o DM, na grande maioria dos casos, não influencia nos resultados timpanométricos.

As Emissões Otoacústicas Espontâneas são sinais acústicos de banda estreita que podem ser mensurados na ausência de estímulo sonoro deliberado. As emissões otoacústicas espontâneas por não necessitarem de estimulação sonora, uma sonda contendo apenas um microfone é suficiente para captá-las. Já as emissões otoacústicas evocadas precisam de um estímulo sonoro externo para desencadeá-las. Estas emissões são divididas em dois tipos, de acordo com a natureza do estímulo utilizado: Emissões Otoacústicas Evocadas por Estímulo Transiente, as quais são geradas como resposta a sinais acústicos de curta duração, elas podem ser úteis na detecção de desordens cocleares e as Emissões Otoacústicas Produto de Distorção, as quais são evocadas por dois tons puros de diferentes frequências ( $f_1$  e  $f_2$ ), apresentados de forma simultânea. Pode-se avaliar a atividade da cóclea em frequências específicas (LOYOLA, 1999).

Dos cinco artigos selecionados que utilizaram as Emissões Otoacústicas, apenas no estudo de Dąbrowski, Mielnik-Niedzielska, Nowakowski (2013) foi aplicado somente o teste de Emissões Otoacústicas Evocadas por Estímulo Transiente. Os outros quatro estudos utilizaram as Emissões Otoacústicas Evocadas por Estímulo Transiente e Produto de

Distorção (FRISINA et al., 2006; REN et al., 2009; JACOBS et al., 2012; FERREIRA et al., 2013).

Dois estudos mostraram que as Emissões Otoacústicas Produto de Distorção (EOAPD) foram menores nos pacientes diabéticos em comparação com os pacientes sem DM (FRISINA et al., 2006; REN et al., 2009) e os pacientes com DM também obtiveram resultados piores nas Emissões Otoacústicas por Estimulo Transiente (EOAT), porém não foram diferenças estatisticamente significantes (FRISINA et al., 2006). Dois estudos revelaram ausência de EOAT em pacientes diabéticos (DAŁBROWSKI, M; MIELNIK-NIEDZIELSKA, G; NOWAKOWSKI, 2013; FERREIRA et al., 2013), e um outro estudo concluiu que a hiperglicemia em indivíduos com DM influencia no controle eferente da cóclea. Como o DM interfere na orelha interna, é esperado que haja alterações nos teste de Emissões Otoacústicas, uma vez que são esses testes os responsáveis em verificar o funcionamento das células ciliadas externas.

O potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE) é um exame objetivo e não invasivo, o qual avalia a atividade eletrofisiológica do sistema auditivo até o tronco encefálico, em resposta a uma estimulação acústica. Este potencial é caracterizado como um potencial de curta latência, que avalia a integridade da via auditiva em resposta a um sinal acústico de início rápido e de breve duração. Apresenta respostas bioelétricas que resultam da ativação sucessiva da cóclea e das fibras nervosas desta via. A resposta do PEATE apresenta-se em sete ondas que aparecem entre zero e 12 milissegundos após a estimulação acústica, sendo obtida por meio de eletrodos. Estas ondas representam estruturas da via auditiva tendo os seguintes sítios geradores: onda I – porção distal do nervo coclear; onda II – porção proximal do nervo coclear; onda III – gerada no núcleo coclear; onda IV: complexo olivar superior; onda V: lemnisco lateral; onda VI: colículo inferior; onda VII: corpo geniculado medial (FERNANDES et al., 2013). A análise da resposta do PEATE é realizada a partir dos valores de latências absolutas das ondas I, III e V, valores do intervalo interpicos das ondas I-III, III-V e I-V, além da diferença interaural da latência da onda V (FERNANDES et al., 2013).

Com base nos oito estudos analisados que usaram o PEATE como método de avaliação, 100% apresentou aumento na latência da onda V (DÍAZ DE LEÓN-MORAES et al., 2005; VAUGHAN et al., 2006b; MARTIN et al., 2009; REN et al., 2009; BAWEJA et al., 2013; GUPTA et al., 2013; SIDDIQI et al., 2014); três estudos (42,85%) mostraram aumento na latência da onda III (VAUGHAN et al., 2006; GUPTA et al., 2013; SIDDIQI et al., 2014); 42,85% dos artigos relataram aumento no intervalo interpico das ondas I-III (VAUGHAN et

al., 2006; BAWEJA et al., 2013; SIDDIQI et al., 2014); 100% dos artigos mostrou aumento no intervalo interpico das ondas I-V (DÍAZ DE LEÓN-MORAES et al., 2005; VAUGHAN et al., 2006; REN et al., 2009; MARTIN et al., 2009; BAWEJA et al., 2013; GUPTA et al., 2013; SIDDIQI et al., 2014); 28,57% dos estudos relatou que houve aumento no intervalo interpicos das ondas III-V (SIDDIQI et al., 2014; DÍAZ DE LEÓN-MORAES et al., 2005) e apenas um estudo (14,28%) abordou a diferença interaural da latência da onda V (DÍAZ DE LEÓN-MORAES et al., 2005).

A partir dos estudos pode-se concluir que o DM altera a latência da onda V e o interpico das ondas I-V, sugerindo uma alteração no tronco encefálico alto, visto que onda V é gerada no lemnisco lateral (FERNANDES et al., 2013). Além disso, observou-se que em nenhum estudo foi encontrada alteração na onda I, sugerindo que não há alteração no nervo auditivo, uma vez que é nessa região que esta onda é gerada.

Os potenciais evocados auditivos referem-se à mudança na atividade elétrica que ocorre no sistema auditivo periférico e central em resposta a um estímulo acústico ou elétrico. O potencial cognitivo P300 ocorre quando o indivíduo conscientemente reconhece a presença de uma mudança no estímulo acústico apresentado (ALVARENGA et al., 2005). Apenas em um artigo foi utilizado o exame P300, no qual se observou aumento da latência do P300 em indivíduos diabéticos, podendo causar alterações nos processos de atenção, discriminação auditiva, memória e perspectiva semântica nestes indivíduos (ALVARENGA et al., 2005). As áreas cerebrais que contribuem para a geração do P300 são o hipocampo, córtex auditivo e o frontal. Na literatura encontra-se que o DM não causa alterações no Córtex Auditivo, talvez esse seja um motivo, pelo qual se encontra poucos estudos que tenham realizado o P300 (REIS; FRIZZO, 2012).

## 5 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo realizar uma revisão sistemática sobre o Diabetes Mellitus do tipo 2 e os achados audiológicos nesta doença, tendo como objetivo específico caracterizar os achados audiológicos periféricos e centrais encontrados nos pacientes com Diabetes Mellitus.

Nesta pesquisa foi possível verificar que grande parte dos estudos relaciona o DM com alterações na audição, tendo em vista que para a avaliação audiológica o teste mais utilizado foi a Audiometria Tonal Liminar. Este teste mostrou que o tipo de perda mais frequente em indivíduos com DM é do tipo neurosensorial. Com relação ao grau da perda auditiva não foi possível estabelecer um consenso entre os estudos, principalmente porque grande parte dos estudos não relatou qual o grau de perda auditiva foi encontrado.

Nos estudos dos últimos 10 anos, o nível de evidência encontrado na maioria dos estudos é moderado. É necessário que sejam feitos novos estudos, com o nível de evidência e grau de recomendação maior, como revisões sistemáticas e meta-análise de ensaios clínicos randomizados ou outros estudos de alta qualidade, para que os estudos tenham mais validade e se possa ter evidências dos comprometimentos do sistema auditivo decorrentes da DM do tipo 2. Além disso, notou-se que o número de estudos com o PEATE aumentou, desde 2013, mais estudos utilizando o PEATE foram realizados, mesmo que havendo estudos realizados anteriormente.

Trabalhos de revisão sistemática, como esse, não são fáceis de serem realizados, devido ao reduzido número de artigos que relacionam o Diabetes Mellitus e a Audição. Além disso, alguns estudos não apresentam dados importantes, como idade e até mesmo resultados de algumas avaliações realizadas.

## 6 REFERÊNCIAS

ALBERNAZ, PLM. Doenças metabólicas da orelha interna. **Rev Bras Med Otorrinolaringol**, v. 2, n. 1, p. 18-22, Jan. 1995.

ALVARENGA, KF et al. Potencial cognitivo P300 em indivíduos com diabetes mellitus. **Rev Bras Otorrinolaringol**, São Paulo, v. 71, n. 2, p. 202-207, Abr. 2005.

ASMA et al. A single blinded randomized controlled study of the effect of conventional oral hypoglycemic agents versus intensive short-term insulin therapy on pure tone audiometry in type II Diabetes Mellitus. **Indian J Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 63, n. 2, p. 114-118, Abr-Jun. 2011.

BAINBRIDGE, KE; CHENG, YJ; COWIE, CC. Potential mediators of diabetes-related hearing impairment in the U.S. population. National Health and Nutrition Examination Survey 1999–2004. **Diabetes Care**, v. 33, n. 4, p. 811-816, Abr. 2010.

BAINBRIDGE, KE; HOFFMAN, HJ; COWIE, CC. Diabetes and hearing impairment in the United States: audiometric evidence from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999 to 2004. **Ann Intern Med**, [s.v.], [s.n], p. 1-10, Jul. 2008.

BAINBRIDGE, KE; HOFFMAN, HJ; COWIE, CC. Risk factors for hearing impairment among U.S. adults with diabetes. National Health and Nutrition Examination Survey 1999–2004. **Diabetes Care**, v. 34, n. 7, p. 1540-1545, Jul. 2011.

BAWEJA, P et al. Changes in brainstem auditory evoked potentials among North Indian females with Type 2 diabetes mellitus. **Ind J Endocrinol Metabol**, v. 17, n. 6, p. 1018-1023, Nov-Dez. 2013.

BIREME – Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde. **Ciências da Saúde em Geral**. São Paulo, [s.d.]. Disponível em: <<http://bireme.br/php/level.php?lang=pt&component=107&item=107>>. Acesso em: 15 de outubro de 2014.

BIREME – Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde. **Descritores em Ciências da Saúde**. São Paulo, [s.d.]. Disponível em: <<http://decs.bvs.br/P/decsweb2014.htm>> Disponível em: 04 de outubro de 2014.

BONALDI, LV. Sistema Auditivo Periférico. In: BEVILACQUA, M.C. et al. **Tratado de Audiologia**. 1 ed. São Paulo : Santos, 2012, capítulo 1 p. 03-06.

BOTELHO, L; MACEDO, C. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade**. Belo Horizonte. v. 5, n 11 p. 121-136, Maio-Ago, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Diabetes Mellitus**. Brasília, DF, 2006.

CAPORALI, SA; SILVA, JA. da. Reconhecimento de fala no ruído em jovens e idosos com perda auditiva. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.**, São Paulo, v. 70, n. 4, Ago, 2004.

- CHASENS, EL et al. Reducing a barrier to diabetes education identifying hearing loss in patients with diabetes. **The Diabetes EDUCATOR**. v.36, n. 6, p. 956-964, Nov-Dez., 2010.
- DĄBROWSKI, M; MIELNIK-NIEDZIELSKA, G; NOWAKOWSKI, A. Impact of different modifiable factors on hearing function in type 1 and type 2 diabetic subjects . A preliminary study. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, v. 20, n. 4, p. 773–778. Jan, 2013.
- DÍAZ DE LEÓN-MORALES et al. Auditory impairment in patients with type 2 Diabetes Mellitus. **Archives of Medical Research**, v. 36, n. 5, p. 507–510, Fev. 2005.
- DINIZ, TH; GUIDA, HL. Perdas auditivas em pacientes portadores de diabetes melito. **Braz J Otorhinolaryngol**, v. 75, n.4, p. 573-578. Jul-Ago 2009.
- FARIAS, SL; TONILO, IF; CÓSER, PL. P300: avaliação eletrofisiológica da audição em crianças sem e com repetência escolar. **Rev Bras Otorrinolaringol**. v. 70, n. 2, p. 194-209, Mar-Abr. 2004.
- FERNANDES, LCBC et al. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico por via óssea em indivíduos com perda auditiva sensorioneural. **Rev. CEFAC**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 538-545, Jun, 2013.
- FERREIRA, JM et al . Alterações auditivas associadas a complicações e comorbidades no diabetes mellitus tipo 2. **Audiol Commun Res**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 250-259, Dez. 2013.
- FERREIRA, JM et al . Perfil audiológico de pacientes com diabetes mellitus tipo II. **Rev Soc Bras Fonoaudiol**, São Paulo , v. 12, n. 4, p. 292-297, Dez. 2007.
- FRANCISCO, A. O Diabetes Mellitus através dos tempos. In: (Org) **Diabetes Mellitus e suas Complicações**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1973, capítulo 1, p. 01-04.
- FRISINA, ST et al. Characterization of hearing loss in aged type II diabetics. **Hearing Research**. [s.v.], [s.n], p. 103-113, Jan. 2006.
- GABBAY, M; CESARINI, PR; DIB, AS. Diabetes melito do tipo 2 na infância e adolescência: revisão de literatura. **Jornal da Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 79, n. 3, p. 201-208, Maio-Jun. 2003.
- GARCIA, AP; IÓRIO, MCM; PETRILLI, AS. Monitoramento da audição de pacientes expostos à cisplatina. **Rev Bras Otorrinolaringol**. v. 69, n.2, p. 215-221, Mar-Abr. 2003.
- GIBRIN, PCD; MELO, JJ; MARCHIORI, LLM. Prevalência de queixa de zumbido e prováveis associações com perda auditiva, diabetes mellitus e hipertensão arterial em pessoas idosas. **CoDAS**, São Paulo , v. 25, n. 2, p. 176-180, 2013.
- GROSS, JL; SILVEIRO, SP; CAMARGO, JL; et al. Diabetes Melito: Diagnóstico, classificação e avaliação do controle glicêmico. **Arq Bras Endocrinol Metab**. Porto Alegre, v. 46, n. 1, p. 16-26, Fev. 2002.

GUPTA et al. Type-2 Diabetes Mellitus and auditory brainstem responses-A hospital based study. **Ijem**, v. 14, n. 1, p. 9-11, Jun-Mar. 2010.

HABIB, SS et al. Type -2 diabetes mellitus and auditory brainstem responses hospital based study. **J Coll Physicians Surg Pak**. v. 21, n. 7, Jul. 2011.

HORIKAWA et al., Diabetes and risk of hearing impairment in adults: A Meta-Analysis. **Clin Endocrinol Metab**. v. 98, n. 1, p. 51-58, Jan. 2012.

JACOBS et al. Influence of acute hyperglycemia on otoacoustic emissions and the medial olivocochlear reflex. **J Acoust Soc Am**, v. 131, n. 2, p. 1296-1306, Fev.2012.

JUNQUEIRA, CAO; COLAFEMINA, JF. Investigação da estabilidade inter e intra-examinador na identificação do P300 auditivo: análise de erros. **Rev Bras Otorrinolaringol**, São Paulo , v. 68, n. 4, p. 468-478, Aug. 2002.

KONRAD-MARTIN et al. Diabetes-related changes in auditory brainstem responses. **Laryngoscope**. v. 120, n. 1, p. 150-158, Jan. 2010.

LIN, S et al. Risk of developing sudden sensorineural hearing loss in diabetic patients: a population-based cohort study. **Otology & Neurotology**. v. 33, n. 9, p. 1482-1488, Dez. 2012.

LINDE, K; WILLICH, SN. How objective are systematic reviews? Differences between reviews on complementary medicine. **JR Soc Med.**, v. 96, n.1, p. 17-22, Jan. 2003.

LOPES, AC. Audiometria Tonal Liminar. In: BEVILACQUA, MC (Org). **Tratado de Audiologia**. 1 ed. São Paulo : Santos, 2012, capítulo 5, p. 63-80.

LOYOLA, AJ. **Emissões otoacústicas e a detecção precoce da deficiência auditiva em recém-nascidos**. Monografia de conclusão do curso (Especialização em Audiologia Clínica) - Centro De Especialização Em Fonoaudiologia Clínica, Goiânia, 1999.

LUZ, VB et al . Correlação entre as restrições de participação em atividades de vida diária e o benefício do uso de próteses auditivas em adultos e idosos. **Rev Soc Bras Fonoaudiol**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 160-166, Jun. 2011.

MAIA, CAS; CAMPOS, CAH. Diabetes Mellitus como causa de perda auditiva. **Rev Bras Otorrinolaringol**, São Paulo, v. 71, n. 2, p. 208-214, Abr. 2005.

MARCHIORI, LLM; GIBRIN, PCD. Diabetes Mellitus: Prevalência de alterações auditivas. **Arq Bras Endocrinol Metab**. v. 47, n. 1, p. 82-86 , Fev. 2003.

MENEGOTTO, IH. Logaudiometria Básica. In: BEVILACQUA MC(Org). **Tratado de Audiologia**. 1 ed. São Paulo: Santos, 2012, capítulo 6, p. 81-100.

MENESES, C et al. Prevalência de perda auditiva e fatores associados na população idosa de Londrina, Paraná: estudo preliminar. **Rev CEFAC**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 384-392, Jun. 2010.

MIRSA, V et al. Bilateral sudden sensorineural deafness with vertigo as the sole presenting symptoms of diabetes mellitus - a case report. **Indian J Otolaryngol Head Neck Surg.** v. 62, n. 2, p. 191-194, Abr-Jun. 2010.

MITCHELL, P et al. Original article: Complications relationship of type 2 diabetes to the prevalence, incidence and progression of age-related hearing loss. **DIABETIC Medicine.** v. 26,[s.n.], p. 483-488, Fev. 2009.

NAGOAKA, J et al. Perda Auditiva neurossensorial súbita idiopática: evolução na presença de hipertensão arterial sistêmica, diates melito e dislipidemias. **Braz J Otorhinolaryngol.** v. 76, n. 3, p. 363-369, Maio-Jun. 2010.

NEVES, DD. **Níveis de Evidência.** Rev. Pulmão, RJ v.13, n.4, 2004.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Ação já contra o Diabetes.** 2003.

PANCHU, P. Auditory acuity in type 2 diabetes mellitus. **Int J Diab Dev Ctries.** v. 28, n. 4, p. 114-120, Out-Dez. 2008.

PEREIRA, LO; FRANCISCHI, RP; LANCHETA JR. Obesidade: hábitos nutricionais, sedentarismo e resistência à insulina. **Arq Bras Endocrinol Metab,** São Paulo, v. 47, n. 2, p. 111-127, Abr. 2003.

PINOTTI, KSA; CORAZZA, MCA; ALCARÁS, PAS. Avaliação eletrofisiológica do nervo auditivo em pacientes normo-ouvintes com ausência do reflexo estapediano. **Arq. Int. Otorrinolaringol.** São Paulo, v.13, n.4, p. 386-393, Out-Dez. 2009.

Politec Saúde. Disponível em: <<http://www.politecsaude.com.br/produtos/o-que-e-perda-auditiva/393/>> Acesso em: 5 novembro 2014.

QUINTERO, SM; MAROTTA, RMB; MARONE, SAM. Avaliação do processamento auditivo de indivíduos idosos com e sem presbiacusia por meio do teste de reconhecimento de dissílabos em tarefa dicótica - SSW. **Rev Bras Otorrinolaringol,** São Paulo, v.68, n. 1, p. 28-33, Maio. 2002.

REIS, ACMB; FRIZZO, ACF. **Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência.** In: (Org) **Tratado de Audiologia.** 1 ed. São Paulo : Santos, 2012, capítulo 15, p. 231-260.

REN, J et al. Hearing loss in middle-aged subjects with type 2 Diabetes Mellitus. **Archives of Medical Research.** v. 40, [s. n], p. 18-23, Jul. 2009.

ROTHER, E. T. Revisão sistemática x revisão narrativa. **Acta Paulista de Enfermagem,** São Paulo, v. 20, n. 2, p. 5-6, Jun. 2007.

SAKUTA, H et al. Type 2 diabetes and hearing loss in personnel of the Self-Defense Forces. **Diabetes Research and Clinical Practice.** v. 75, n. 2, p. 229-234, Set. 2006.

SAMPAIO, RF; MANCINI, MC. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Rev Bras Fisioter**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, Fev. 2007.

SANTOS, MAR et al . Avaliação dos potenciais evocados auditivos do tronco encefálico na esclerose múltipla. **Arq Neuro-Psiquiatr**. São Paulo, v. 61, n. 2B, P. 392-397, Jun. 2003.

SIDDIQI et al.Type-2 diabetes mellitus and auditory brainstem response. **Indian Journal of Endocrinology and Metabolism**, v. 17, n. 6, p. 1073-1077, Nov-Dez. 2013.

SILVA, RV; COSTA, PP; FERMINO, JS. Vivência de educação em saúde: o grupo enquanto proposta de atuação. **Trab Educ Saúde**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 3, p. 633-644, 2008.

SISTEMA DE CONSELHOS FEDERAL e REGIONAIS DE FONOAUDIOLOGIA. **Manual de Procedimentos em Audiometria Tonal Limiar, Logaudiometria e Medidas de Imitância Acústica**. 2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). **Tratamento e acompanhamento do Diabetes Mellitus: diretrizes da SBD**. Rio de Janeiro; 2007.

SOUZA, CR; ZANETTI, MI. Administração de insulina: uma abordagem fundamental na educação em diabetes. **Rev Esc Enferm. USP**, São Paulo, v. 34, n. 3, p.264-270, Set. 2000.

SUNKUM, AJK; PINGILE, S. A clinical study of audiological profile in diabetes mellitus patients. **Eur Arch Otorhinolaryngol**. v. 270, n. 3, p.875-879, Jun. 2012.

TEIXEIRA, CF; GRIZ, SMS. **Sistema Auditivo Central**. In: BEVILACQUA MC (Org). **Tratado de Audiologia**. 1 ed. São Paulo : Santos, 2012, capítulo 2, p. 07-28.

UCHIDA, Y et al. Diabetes reduces auditory sensitivity in middle-aged listeners more than in elderly listeners: A population- -based study of age-related hearing loss. **Med Sci Monit**. v. 16, n. 7, p. 63-68, Jul. 2010.

VAUGHAN, N et al. A 5-year prospective study of diabetes and hearing loss in a veteran Population. **Otology & Neurotology**. v. 27, n 1, p. 37-43, Jan. 2006a.

VAUGHAN, N et al. Auditory brainstem response differences in diabetic and non-diabetic veterans. **J Am Acad Audiol**. v. 18, n. 10, p. 863-871, Nov-Dez. 2006b.

VIEIRA, ABC; MACEDO, LR; GONÇALVES, DU. O diagnóstico da perda auditiva na infância. **Pediatria**. São Paulo, v. 29, n. 1, p. 43-49, Fev. 2007.

WENG, MDS et al. Clinical features of sudden sensorineural hearing loss in diabetic patients. **Laryngoscope**. v. 115, n. 9, p. 1676-1680, Set. 2005.