Fone de ouvido com filtros de frequências ajustáveis para melhoria da qualidade auditiva

João Marcos Sampaio, Thiago Matheus Moreti, Dárlinton Barbosa Feres Carvalho, Geraldo de Assis Carvalho Júnior, Pablo Parmezani Munhoz e Cláudio de Oliveira

Universidade Federal de São João Del Rei, São João Del Rei, MG, Brasil.
(claudiodeoliveira@ufsj.edu.br)

Resumo: Esse trabalho tem como proposta o desenvolvimento de um fone de ouvido e um aplicativo Android que objetivam otimizar a qualidade auditiva. Realizando um teste audiométrico no aplicativo, valores obtidos são utilizados para ajustar as intensidades na saída de áudio de acordo com a resposta em frequência do usuário, por meio de filtros digitais de Butterworth.

Palavras-chave: Fone de ouvido; Áudio; Filtros Digitais; Android

INTRODUÇÃO

A audição é um sentido essencial para a relação humana. É sabido que perdas auditivas, mesmo que de pequenas intensidades ou em poucas faixas de frequências, interferem sobremaneira na capacidade cognitiva, na interação interpessoal e, consequentemente, nas condições psicológicas dos indivíduos.

Desde o início do século XIX, através de estudos de Hermann von Helmholtz, sabe-se que a cóclea, órgão sensorial da audição, apresenta seletividade de frequências das ondas sonoras. Tais conceitos se desenvolveram no século XX através de estudos de George von Békésy e outros pesquisadores, e hoje sabe-se que há uma capacidade altamente refinada de selecionar frequências na estrutura coclear, através de um mecanismo chamado de Cóclea Ativa. Pessoas com audição normal são capazes de distinguir frequências de ondas com apenas 0,5% de variação (Pignatari *et al*, 2018).

Esse conhecimento, atualmente, é aplicado nas diferentes formas de reabilitação sonora, seja através de aparelhos de amplificação sonora individual (AASI) ou, principalmente, em implantes cocleares. Tais conceitos são importantes, porque sabemos que a perda auditiva acontece em graus diferentes, de acordo com as frequências sonoras. Pacientes idosos e pacientes com perda induzida por ruído, sofrem, por padrão, perdas maiores em frequências agudas. Assim sendo, a adaptação às diferentes formas de reabilitação se faz prejudicada quando o dispositivo amplifica indiscriminadamente todas as frequências sonoras.

Outra dificuldade na adaptação destes aparelhos, em especial os AASI, é a crescente utilização de dispositivos eletrônicos, como celulares, jogos e computadores, competindo com o aparelho. A implementação de um dispositivo simples, que tivesse capacidade de se comunicar com aparelhos eletrônicos via bluetooth e que pudesse ser programado para fazer amplificação sonora de maneira refinada através de seletividade frequencial, seria de grande utilidade para a população que sofre de perdas auditivas.

A busca por produtos que melhoram nossa qualidade de vida, preservando ao máximo as funcionalidades do corpo humano, mostra-se cada vez mais necessária. E não é diferente com produtos eletrônicos, que são utilizados constantemente em nosso cotidiano, como celulares e computadores. Estes dois aparelhos fazem uso de um mesmo acessório, o fone de ouvido, que pode ser extremamente prejudicial se utilizado de forma indevida, podendo causar perdas de audição em diferentes níveis a longo e até mesmo a curto prazo (OMS, 2020).

A OMS lista a prevenção e tratamento da surdez como uma das 5 prioridades para este século, alertando que 900 milhões de pessoas podem vir a perder parte da, ou até mesmo toda, a audição até 2050. Tais números são extremamente alarmantes, já que correspondem a aproximadamente um sétimo de toda a população global atual. Dentre muitos motivos causadores desse problema, um chama a atenção: o uso de fones de ouvido. Cada vez mais comuns em nossos ouvidos, os fones trazem imersão e privacidade para bilhões de pessoas em todo mundo. Porém a utilização de uma fonte sonora tão próxima do tímpano, pode causar muitos problemas que vão desde a perda branda da audição até níveis exorbitantes (OMS, 2020).

Por meio de estudos multidisciplinares abrangendo Física Aplicada, Ciências da Computação e Medicina, o presente trabalho tem como principal objetivo o desenvolvimento de um fone de ouvido seguro, capaz de atenuar as frequências sonoras

potencialmente prejudiciais, a partir de um aplicativo de celular, mantendo assim a integridade da saúde auditiva do usuário.

MATERIAL E MÉTODOS

Além de uma parte eletrônica confiável e funcional, o fone será operado em conjunto com o aplicativo proposto, visando aplicar filtros digitais a fim de equalizar a saída de som, de forma que a faixa de frequência e intensidade emitida não seja prejudicial à saúde dos ouvidos.

Uma vez que o algoritmo funciona a base de filtros digitais, propõe-se processar a saída instantânea de áudio, minimizando o atraso da emissão.

O teste audiométrico é realizado pelo aplicativo, utilizando monotons para cada frequência, avaliadas conforme num exame audiométrico padrão (250Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 3000Hz, 4000Hz, 6000Hz e 8000Hz) e mais duas faixas para facilitar a interpolação dos valores (5000Hz e 6000Hz). A intensidade foi ajustada empiricamente, utilizando um decibelímetro profissional, para que os valores de saída correspondam à audição humana. Utilizando a saída do teste audiométrico, são definidas intensidades para a equalização necessária para reproduzir áudio saudável.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o presente momento, foi desenvolvido o aplicativo que realiza a audiometria e salva o resultado do teste a fim de usar esses valores para a equalização.

O hardware junto ao aplicativo foi aferido por um profissional especializado em calibração audiométrica, utilizando um ouvido artificial e um analisador de intensidade sonora (nível sonoro em decibéis em relação à audição humana). Na figura 1 é mostrada a montagem utilizada para aferição.

Uma vez aferidos o fone e o aplicativo, utiliza-se os filtros digitais Butterworth, passa faixa, centrado em cada frequência supracitada.

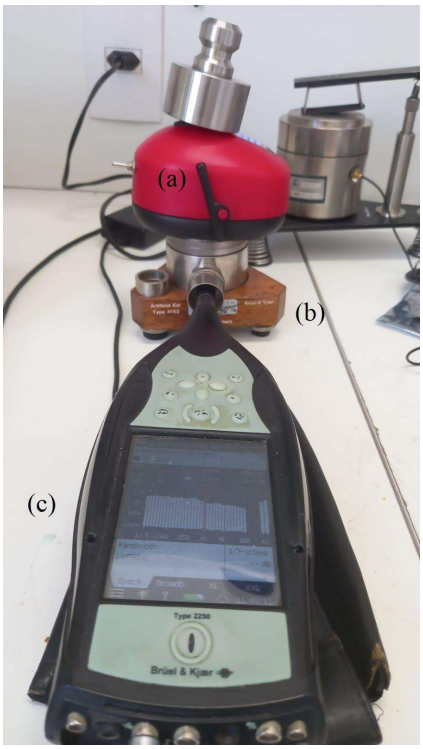


Figura 1. Montagem realizada para aferição do fone. (a) protótipo montado, (b) ouvido artificial e (c) analisador de intensidade sonora.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho está em desenvolvimento. A funcionalidade do exame audiométrico está concluída, assim como o protótipo do fone utilizado. A próxima etapa é o ajuste da equalização através dos filtros digitais. Será realizado um estudo da ordem do filtro e do processamento do áudio em tempo real.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de São João del Rei.

REFERÊNCIAS

Organização Mundial da Saúde. OMS alerta que perda de audição pode afetar mais de 900 milhões até 2050. (2020, março). https://news.un.org/pt/story/2020/03/1705931

Pignatari, Shirley Shizue Nagata (org). Anselmo-Lima, Wilma Terezinha (org). Tratado de Otorrinolaringologia. 3. Ed Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.