

FEBRACE-Feira de ciências e engenharia do Brasil

OUVISSE?- Aparelho auditivo de baixo custo

Elisa Pereira Lobão Cruz, André Hollerveger Júnior, Vitor Hugo Silva Oliveira
Orientador: Demuthey Rodrigues de Sousa

Introdução

No presente momento a população brasileira é composta por cerca de 10,7 milhões de pessoas com deficiência auditiva. Desse total, 2,3 milhões têm deficiência severa. (IBGE, 2019). Portanto o acesso à aparelhos auditivos deveriam ser majoritários, buscando a integração plena destes indivíduos na sociedade, contudo não é isso que se atesta ao analisar os dados, apenas 13% dos surdos no Brasil fazem uso de um aparelho auditivo. (IBGE, 2019), fato que facilmente pode ser associado com o difícil acesso ao recurso

"O preço de um único aparelho auditivo em 2025 vai variar entre R\$1500 (preço do modelo mais básico do fabricante brasileiro de aparelhos auditivos) e R\$22.000 (preço do último

lançamento de um fabricante internacional). Isso significa que podem te cobrar mais de R\$44.000 por um mísero par de aparelhos auditivos." (PFEIFER, 2025)

Apesar da disponibilidade do tratamento via SUS, durante o período de 2017-2020, apenas 8,4% da população com deficiência auditiva frequentava algum tipo de reabilitação além de que o serviço é ausente no estado de Roraima (CASSIANO, 2022).

Portanto foi percebida a necessidade do desenvolvimento de uma tecnologia mais acessível para a população geral. Vale ressaltar que o principal objetivo é a sua acessibilidade, logo o projeto não é o aparelho auditivo de melhor qualidade, mas sim o com o menor custo de produção possível, e que ainda gera um impacto ambiental menor, levando em consideração o seu caráter temporário.

Metodologia

Primeiramente, é necessário entender o funcionamento de um aparelho auditivo tradicional. Um aparelho auditivo converte ondas sonoras em sinais elétricos analógicos, que depois são transformados em digitais por meio de um ADC (Analog-to-Digital Converter). Em seguida, o som é equalizado e enviado a um DAC (Digital-to-Analog Converter), retornando ao formato analógico para amplificação.

Materiais utilizados: ESP32, fone KZ, DAC PCM5102A, bateria 18650 recarregável e microfone omnidirecional INMP441 (I2S).

O ESP32 foi escolhido por seu alto desempenho (240 MHz), conectividade Bluetooth e Wi-Fi, compatibilidade com I2S e baixo custo (cerca de R\$ 50). A programação será em C++, pela maior eficiência no Arduino IDE.

O áudio captado pelo microfone via I2S é processado e equalizado digitalmente pelo ESP32. Em seguida, o sinal é enviado ao DAC PCM5102A, convertido novamente para analógico e direcionado ao fone.

O DAC utiliza seis pinos (SCK, BCK, DIN, LCK, GND e VIN), configuráveis por código. O software prioriza rapidez e eficiência, justificando o uso de C++.

Resultados

Após a realização dos primeiros testes, comprovou-se a eficiência do código desenvolvido, o qual demonstrou capacidade de realizar, de forma precisa e estável, a conversão digital-analógica do sinal de áudio externo direcionado ao fone genérico do paciente, o dispositivo abrange esse propósito ao passo que a equalização é condizente com as necessidades do paciente em caráter temporário, considerando a praticidade relativamente menor em comparação com dispositivos mais complexos.

Além disso, a avaliação orçamentária confirmou que o desenvolvimento do protótipo manteve-se dentro dos limites financeiros previamente estabelecidos, totalizando R\$ 198,17. Esse valor compreende a aquisição de todos os módulos eletrônicos essenciais, incluindo unidade de processamento, componentes de amplificação, captação e conversão de áudio, bem como itens de alimentação e regulação de energia.



Conclusões

Ao fim pode-se concluir que embora o protótipo não ofereça os recursos de conforto e refinamento encontrados em aparelhos comerciais de alto custo ele cumpre plenamente seu propósito de tornar o acesso à amplificação auditiva mais democrático.

Além de que a construção do protótipo foi bem sucedida, sendo possível atestar a qualidade do áudio ajustado para cada paciente, desde que seja realizado o exame de resposta auditiva por profissionais competentes anteriormente.

Outro ponto importante levantado foi o foco em auxiliar na aceleração do processo lento do Sistema Unificado de Saúde, por isso o ajuste foi automatizado com o auxílio da inteligência artificial pensando em dar autonomia para o paciente, podendo calibrar o aparelho em sua própria casa.

O projeto apresenta não apenas viabilidade técnica e econômica, mas também escalabilidade. Tanto o custo quanto o modo de produção do protótipo são relativamente simples, o que o torna plenamente viável para uma produção em larga escala, podendo futuramente atender um número muito maior de pessoas com deficiência auditiva de forma acessível e sustentável.

Referências

IBGE. **PNS 2019: país tem 17,3 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência**. Disponível em: < <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br> > Acesso em: 29 out. 2025.

CASSIANO, B. **SUS oferece assistência integral para pessoas com deficiência auditiva**.

Disponível em: < <https://www.gov.br> > Acesso em: 29 out. 2025.

MOREIRA, P.P. **Aparelho Auditivo QUANTO CUSTA em 2025**.

Disponível em: < <https://cronicadasurdez.com> > Acesso em: 29 out. 2025.



Os microajustes interpretados pelo ESP32 são gerados por um sistema que lê a imagem de um gráfico de resposta de frequência e retorna oito valores específicos para ajuste personalizado. Esse sistema opera de forma independente do ESP32, e os valores são inseridos posteriormente. Pela praticidade, foi utilizada a linguagem Python.

A interface foi desenvolvida com a biblioteca CustomTkinter (CTk). O sistema baseia-se em reconhecimento de imagens da OpenAI para facilitar a aplicação. Para isso, foram utilizadas as bibliotecas OpenAI e base64.