

Avaliação da utilização de estímulos tácteis para melhoria da leitura labial de surdos

Lucas Matias Mattos¹, Marcelo C. P. Santos²

Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG)

Juiz de Fora – MG – Brasil

Departamento de Informática – IF Sudeste MG.

{lucasmattosmf@gmail.com¹, marcelo.santos@ifsudestemg.edu.br²}

Abstract. *This work evaluates the improvement of the quality of the lip reading performed by the deaf, using a device that favors the tactile perception of the sound vibration. A prototype was developed that allows the approximation of a speaker of the skin of the volunteers and a system that presents videos with a speaking person, by means of which we evaluate the quality of the lip reading.*

Resumo. *Este trabalho avalia a melhoria da qualidade da leitura labial realizada por surdos, utilizando um dispositivo que favoreça a percepção táctil da vibração sonora. Foi desenvolvido um protótipo que permite a aproximação de um alto-falante da pele dos voluntários e um sistema que apresenta vídeos com uma pessoa falando, por meio do qual avaliamos a qualidade da leitura labial.*

1. Introdução

Segundo a Organização Mundial de Saúde, cerca de 466 milhões de pessoas no mundo sofrem com algum tipo de problema auditivo. Até 2050, 900 milhões de pessoas em todo mundo poderão vir a ter surdez, o dobro da quantidade atual (OMS, 2018).

De acordo com o último censo do IBGE de 2010, realizado em 67,6 milhões de domicílios de 5.565 municípios brasileiros, cerca de 9,7 milhões de Brasileiros possuem algum tipo de deficiência auditiva, sendo 344,2 mil surdos (IBGE, 2010).

O ouvido é uma estrutura complexa, dividida em três partes: camada externa, média e interna. O som chega à orelha onde é captado pelo pavilhão, entra no conduto auditivo e faz vibrar o tímpano, uma membrana bem fina que separa o ouvido externo do ouvido médio. Tal vibração movimentada três ossículos – martelo, bigorna e estribo – conectado um ao outro, que funcionam como uma alavanca e conduzem as ondas sonoras até a cóclea, uma das partes internas do ouvido. Na cóclea, existem células ciliadas capazes de identificar se o som é forte ou fraco, agudo ou grave e de conduzi-lo ao nervo auditivo de onde é enviado, sob a forma de ondas elétricas para o cérebro, que por sua vez, codifica aquele som e o interpreta (Lewis, 2018).

Com a danificação de alguma dessas partes do ouvido ocorre à surdez, que pode ser por condução, neurossensorial, mista ou central.

A surdez por condução ocorre quando há a danificação do ouvido externo/médio, que tem como função levar o som até o ouvido interno. É o tipo de surdez mais comum e pode ser temporária ou definitiva. A surdez por condução definitiva ocorre quando há a perfuração do tímpano.

No caso da surdez neurossensorial, a lesão ocorre no ouvido interno. Essa lesão impede que as células nervosas levem estímulo do som do ouvido interno até o cérebro,

fazendo com que essa, seja o tipo de surdez mais difícil de ser tratada pela perda permanente das células neurais.

O tipo de surdez mista ocorre quando há lesão na parte externa e interna do ouvido. Pode ocorrer devido ao uso de medicamentos, infecções de ouvido, perfurações do tímpano e outros fatores relacionados à perda neurossensorial e por condução.

Por fim, a surdez central acontece por variações da informação sonora. Envolve todo o processamento, interpretação dos sons e a capacidade mental dos pacientes, esse é o caso mais complexo da perda auditiva. As dificuldades se associam ao déficit auditivo e outras habilidades intelectuais para saber diferenciar os tipos de sons e o que eles representam no cotidiano dos indivíduos.

Em um estudo desenvolvido por Shibata (2001), foi constatado que pessoas surdas sentem vibrações na região do cérebro em que pessoas sem essa deficiência utilizam para ouvir, isso explica como músicos surdos podem sentir a música e como pessoas surdas podem apreciar concertos e outros eventos musicais.

Para chegar a esse resultado, Shibata comparou a atividade cerebral de dez voluntários surdos e onze com audição normal através de ressonância magnética. Escaneou seus cérebros enquanto submetidos a vibrações intermitentes nas mãos. Ambos os grupos apresentaram atividade na região cerebral processadora de vibrações. Além disso, os voluntários surdos apresentaram atividade no córtex auditivo, geralmente ativo apenas durante estimulação auditiva. Pessoas com audição normal não apresentaram tamanha atividade cerebral.

Segue trecho da entrevista concedida pelo Neurocientista Dean Shibata em 2001, ao jornalista Walter Neary, da Universidade de Washington.

“A informação relativa a vibração tem essencialmente as mesmas características que a informação sonora, faz sentido, portanto, que para os surdos uma modalidade possa substituir a outra na mesma região cerebral. É a natureza da informação, e não sua modalidade, que parece ser importante para o cérebro”.

(SHIBATA, 2001).

Frente a essas informações, e tendo conhecimento de que indivíduos surdos desenvolvem uma maior atividade cerebral quando recebem estímulos vibratórios, identificamos a importância do desenvolvimento de um dispositivo não invasivo e de baixo custo para auxiliar pessoas surdas em sua comunicação no dia-a-dia.

2. Revisão Bibliográfica

Foram pesquisados nas bases citadas na Tabela (1), artigos publicados entre os anos de 2014 e 2017, que contivessem em seus resumos as expressões “táctil” e uma das seguintes palavras: “ouvir”, “audição” ou “surdo”, em português e inglês.

Após a eliminação de artigos repetidos nas diferentes bases, nos deparamos com 35 trabalhos. Após a leitura de 20 resumos e 15 artigos completos, observamos que não existem artigos publicados com a mesma proposta desse trabalho, no entanto, vários trabalhos confirmam a importância dos estímulos tácteis para os surdos, como os que descrevemos brevemente a seguir.

| FONTE | STRING | FILTRO | ARTIGOS ENCON-TRADOS | LIDOS APÓS AVALIAÇÃO DOS <i>ABSTRACTS</i> |
|--|--|-------------|----------------------|---|
| ieeexplore.ieee.org | tactile AND hear or audition or deaf (no abstract) | 2014 a 2017 | 15 | 2 |
| portal.acm.org | | | 12 | 3 |
| www.sciencedirect.com | | | 8 | 0 |
| TOTAIS | | | 35 | 5 |

Tabela 1: Revisão Bibliográfica

O estudo apresentado por Kushalnagar (2014) relata o desenvolvimento de uma pulseira tátil, apresentada na Figura (1) (retirada do próprio artigo), que proporciona maior interação do telespectador surdo durante a exibição de um filme transferindo a ele todas as sensações durante cenas que não possuem fala e não é possível captar o que está acontecendo, como por exemplo, o momento de uma explosão.



Figura 1 : Teste sendo realizado com a pulseira

Em Sakajiri (2014) é desenvolvida uma ferramenta que podemos observar na Figura (2), retirada do próprio artigo, que auxilia no controle da voz de surdos. Trata-se de um sistema que oferece estímulos tácteis correspondentes a sons gravados e a voz do usuário, permitindo que a pessoa ajuste suas emissões sonoras, tornando-as mais parecidas com o de uma pessoa sem a deficiência.

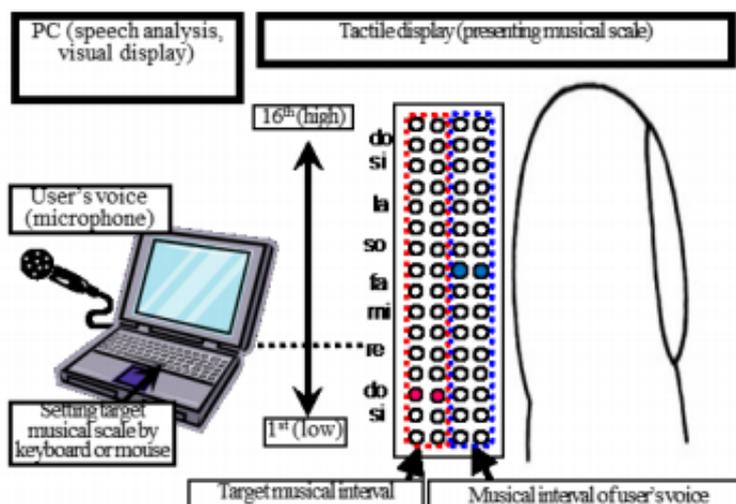


Figura 2: Monitoramento da intensidade da voz

No trabalho de Choudhary (2015), é descrita uma luva, mostrada na Figura (3), que utiliza o alfabeto braile para comunicação com surdos-cegos. O dispositivo possui sensores capacitivos que permitem ao usuário “escrever” e vibrotactores que permitem ao usuário “ler” em braile mensagens de texto.

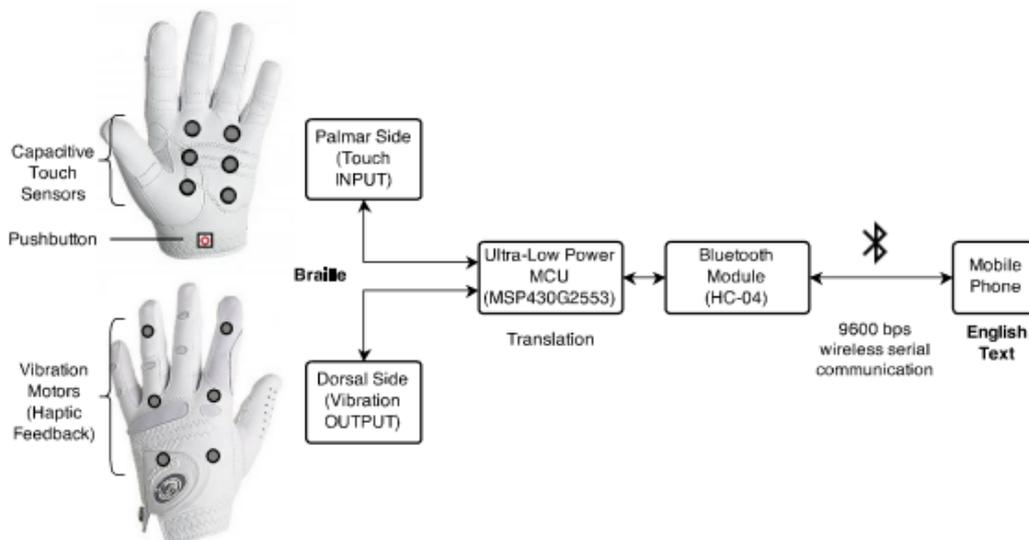


Figura 3: Esquema de funcionamento da luva

No artigo de Araújo (2016) é desenvolvida uma cadeira, que pode ser observada na Figura (4), cujo objetivo é fazer com que a pessoa surda, ao sentar-se, sinta as vibrações do som. Essas vibrações são distribuídas por quase todo o corpo. Notou-se ainda que, ao assistir um filme a cadeira promove maior interação ao surdo, uma vez que, no momento em que acontece uma explosão, por exemplo, ele consegue sentir as vibrações do som no momento em que ela acontece.



Figura 4: Cadeira desenvolvida

Já no trabalho de Kanebako (2015) é utilizado um dispositivo que foi desenvolvido durante o estudo, Figura (5), que vibra de forma análoga ao som. O autor descreve aplicações na área do ensino de ciências biológicas, onde o estudante pode sentir o som produzido por diferentes insetos.



Figura 5: Dispositivo usado para transmitir a vibração.

3. Objetivo e Motivação

O objetivo principal desse estudo é determinar se existe melhoria na acurácia da leitura labial com a introdução de estímulos tácteis e se existe diferença significativa variando-se o local onde o estímulo táctil é oferecido.

Caso determinemos que surdos sejam capazes de entender melhor o que é falado através da leitura labial com os estímulos tácteis, podemos esperar que a qualidade da interação desses cidadãos com os ouvintes será melhorada.

Nesse trabalho será desenvolvido um equipamento rudimentar, com apenas um alto-falante e um amplificador, que permita avaliar a melhora na qualidade da leitura labial. Esse

equipamento pode ser visto como um protótipo para um futuro aparelho pouco intrusivo e de baixo custo que, confirmada a hipótese de pesquisa, poderá promover a melhora da qualidade de vida de milhões de pessoas em todo o mundo. Podemos considerar que o desenvolvimento de tal dispositivo é um objetivo secundário do trabalho.

Uma avaliação sobre o local de colocação do dispositivo vibrotátil é outro resultado secundário que esperamos conseguir no presente trabalho. Colocar um dispositivo eletrônico no braço é um incômodo menor do que na cabeça, no entanto, existe a possibilidade de conseguirmos melhores resultados colocando-o atrás da orelha, por a pele dessa região do corpo apresentar uma camada de gordura mais fina e a proximidade do aparelho auditivo poder facilitar a interpretação das vibrações pelo cérebro.

4. Metodologia

Foi projetado e construído o dispositivo eletrônico de baixo custo, ilustrado pela Figura (6). O mesmo recebe o sinal sonoro analógico da saída para fones de ouvido de um computador ou *smartfone* em um amplificador conectado a um alto-falante. Pretende-se aproximar o alto-falante da pele dos voluntários surdos que poderão sentir as vibrações correspondentes ao som na pele.

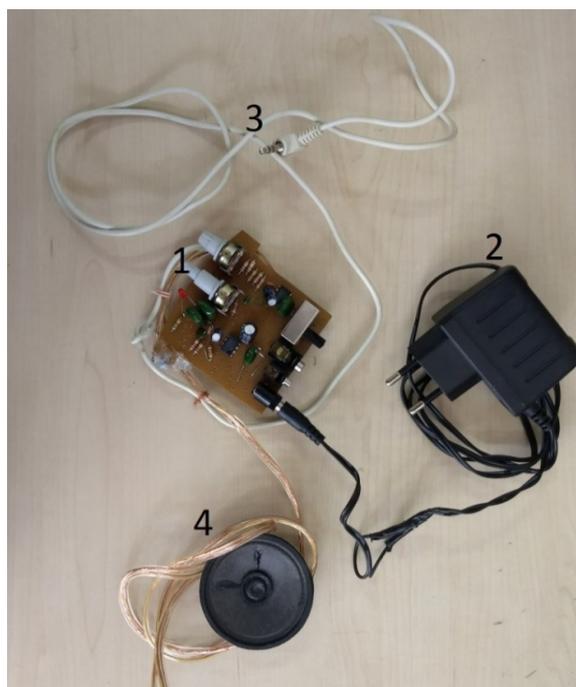


Figura 6: Dispositivo montado

Para construirmos o protótipo utilizamos os seguintes materiais:

- 1) Placa amplificadora R\$ 30,00
- 2) Fonte de alimentação 5volts. – Valor: R\$ 11,50
- 3) Plug P2 – Valor: R\$ 14,20
- 4) Auto-falante 8Ω 0.5volts. Valor: R\$ 7,20

Os testes foram executados nas dependências do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais– Campus Juiz de Fora. Contamos com 17 voluntários entre homens e mulheres com faixa etária entre 17 e 74 anos com tipos de surdez diferentes. O trabalho foi submetido ao comitê de ética da Plataforma Brasil, e todas as pessoas que contribuíram realizando os testes, assinaram um termo concordando com a divulgação de informações como: tipo de surdez, sexo, idade e resultado.

Antes de iniciarmos os testes, foi explicado aos participantes, através da intérprete de Libras, o intuito do projeto e como os mesmos seriam realizados.

O teste é composto por 30 vídeos onde são faladas frases diferentes e cada um deles contém 4 opções de respostas. Os participantes podem assistir cada vídeo 3 vezes antes de selecionar a resposta. As primeiras 10 frases são respondidas sem o auxílio do dispositivo, as 10 seguintes com o dispositivo no antebraço e as últimas 10 com o dispositivo no crânio, atrás da orelha. Após a realização dos testes, cada participante respondeu a um questionário que continha perguntas relacionadas ao teste e a usabilidade do dispositivo.

Foi desenvolvido um sistema utilizando a linguagem PHP e o Sistema Gerenciador de Bancos de Dados MySQL com as seguintes passos:

- 1- Cadastro informando seu nome, idade, sexo e tipo de surdez;
- 2- Após o cadastramento o voluntário é direcionado a uma bateria de testes onde um vídeo com uma pessoa falando é apresentado. É permitido assistir ao vídeo no máximo três vezes. Espera-se que o usuário selecione o termo ou expressão falada no vídeo entre quatro alternativas.
Uma tela de exemplo do sistema construído pode ser observada na Figura (7).
- 3- As primeiras dez questões são respondidas sem qualquer estímulo tátil, analisando-se somente a capacidade de leitura labial. As dez frases seguintes foram apresentadas ao voluntário com o estímulo posicionado no antebraço e, finalmente, as 10 últimas com o estímulo posicionado no crânio (próximo à orelha). Podemos observar alguns voluntários com o dispositivo vibrotátil na Figura (8).
- 4- Ao final, o voluntário responde a um questionário que contém perguntas relacionadas à facilidade, usabilidade e dificuldade percebidas durante o teste.

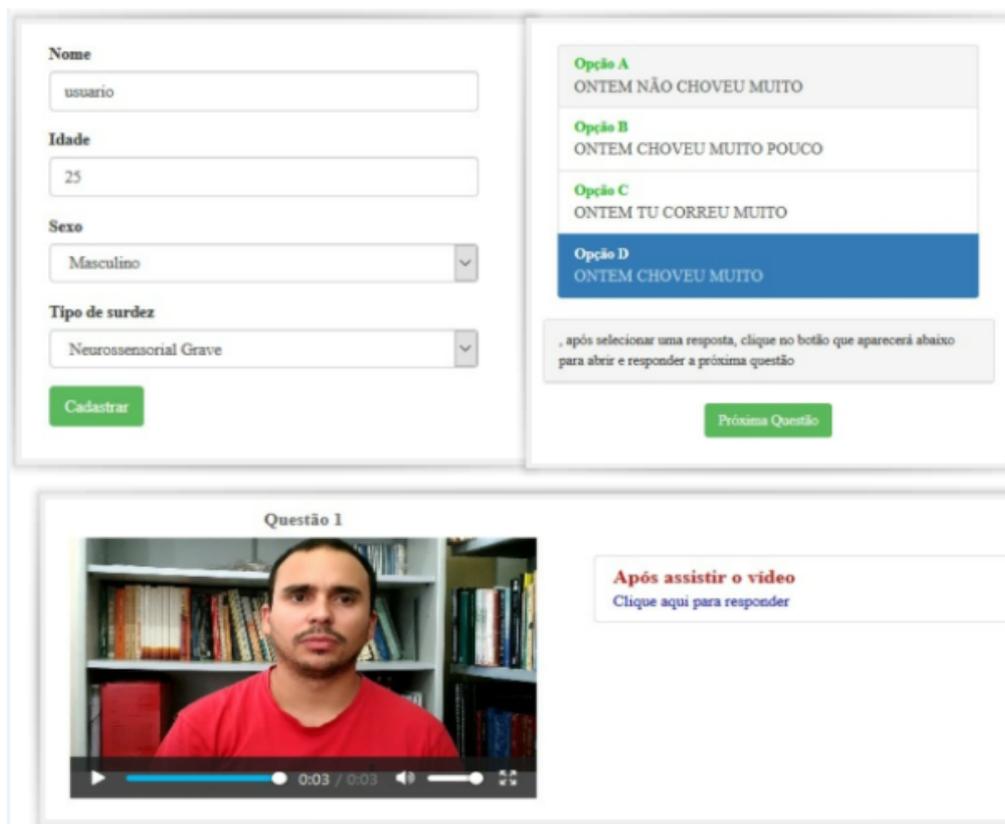


Figura 7: Visão geral do sistema desenvolvido

Fonte: Acervo do autor



Figura 8: Realização do teste (acervo do autor)

As palavras e frases utilizadas para os testes são subconjunto adaptado do estudo semelhante para avaliação de prótese coclear descrito em (Martins, 2010).

4. Resultados

Podemos observar na Figura (10) e na Tabela (2) o número de acertos de todos os voluntários para cada uma das situações de teste. O gráfico da Figura (10) tem como cota superior 170, número máximo de acertos possíveis em cada situação.

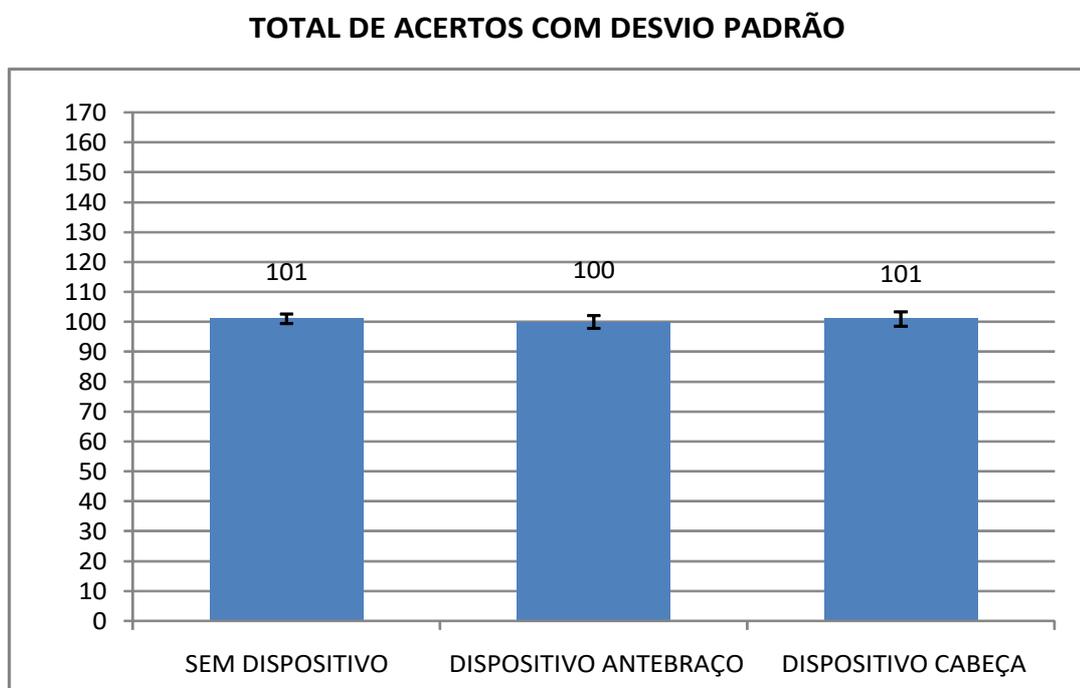


Figura 10: Resultado geral

Tabela 2: Resultado geral. Verde: melhor com o uso do dispositivo, Amarelo: melhor ou pior, dependendo da posição do dispositivo, Vermelho: piora com o uso do dispositivo

| | TIPO DE SURDEZ | SEM DISPOSITIVO | DISPOSITIVO ANTEBRAÇO | DISPOSITIVO CABEÇA |
|------------------|--------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| VOLUNTARIO 11 | Condutiva Profunda | 3 | 5 | 3 |
| VOLUNTARIO 9 | Neurosensorial | 4 | 4 | 6 |
| VOLUNTARIO 14 | Condutiva Leve | 6 | 7 | 6 |
| VOLUNTARIO 12 | Condutiva Leve | 5 | 6 | 7 |
| VOLUNTARIO 16 | Não Especificada | 7 | 9 | 7 |
| VOLUNTARIO 13 | Não Especificada | 6 | 7 | 8 |
| VOLUNTARIO 3 | Neurosensorial | 8 | 9 | 9 |
| VOLUNTARIO 4 | Neurosensorial | 8 | 9 | 9 |
| VOLUNTARIO 1 | Não Especificada | 8 | 10 | 10 |
| VOLUNTARIO 8 | Condutiva Profunda | 4 | 5 | 3 |
| VOLUNTARIO 15 | Neurosensorial | 4 | 4 | 3 |
| VOLUNTARIO 7 | Neurosensorial | 4 | 3 | 6 |
| VOLUNTARIO 6 | Neurosensorial | 7 | 5 | 9 |
| VOLUNTARIO 5 | Neurosensorial | 6 | 3 | 3 |
| VOLUNTARIO 2 | Neurosensorial | 7 | 3 | 3 |
| VOLUNTARIO 17 | Neurosensorial | 7 | 5 | 4 |
| VOLUNTARIO 10 | Condutiva Leve | 7 | 6 | 5 |
| Total de Acertos | | 101 | 100 | 101 |
| Desvio Padrão | | 1,59 | 2,22 | 2,41 |

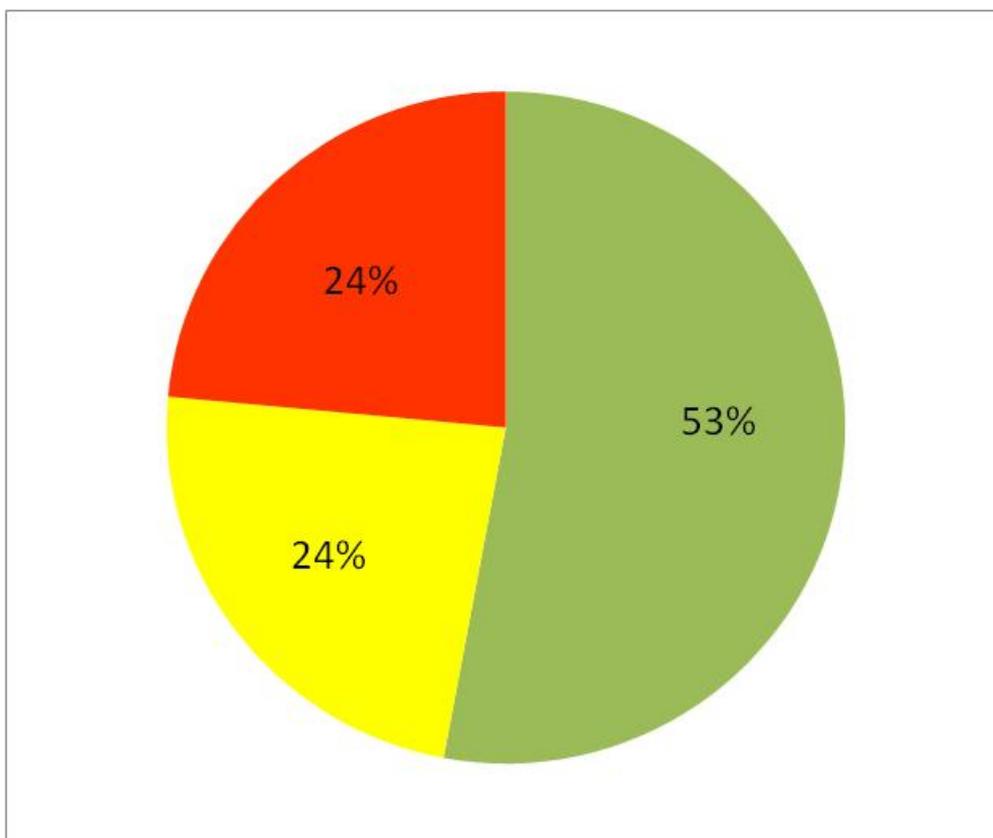


Figura 11: Percentual de Voluntários que apresentaram melhora (verde), piora (vermelho) ou o resultado não foi constante, apresentando piora ou melhoria nos resultados dependendo da posição onde o dispositivo for colocado.

As cores da Tabela (2) denotam a melhora ou piora dos resultados com ou sem a utilização do dispositivo vibratório. Verde significa que houve melhora na qualidade da leitura labial, amarelo que dependendo da posição houve melhora ou piora dos resultados e em vermelho estão os casos em que com o dispositivo vibratório os voluntários apresentaram menos acertos do que sem nenhum auxílio. A Figura (11) mostra o número de usuários em cada uma das situações anteriormente citadas.

A Tabela (3) mostra o número médio de acertos nos testes separados por tipo de surdez. A última coluna ressalta a diferença entre o caso base, sem a utilização do dispositivo, e o caso em que se utiliza o dispositivo independentemente do local (antebraço ou cabeça).

Tabela 3: Média total de acertos por tipo de surdez

| | SEM DISPOSITIVO | DISPOSITIVO ANTEBRAÇO | DISPOSITIVO CABEÇA | DIFERENÇA COM x SEM DISPOSITIVO |
|----------------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|---------------------------------|
| Neurosensorial (9 voluntários) | 51,1 | 54,4 | 51,1 | 1,65 |
| Condutiva (5 voluntários) | 76,0 | 78,0 | 74,0 | 0,00 |
| Não especificado (3 voluntários) | 56,7 | 40,0 | 60,0 | -6,70 |

5. Conclusão e trabalhos futuros

Apesar dos dados da Tabela (2) não mostrarem melhorias significativas no número de acertos, independente da posição do dispositivo (101 acertos sem dispositivo, 100 com dispositivo no antebraço e 101 com dispositivo na cabeça), mais de 50% dos voluntários conseguiram melhorar a qualidade de sua leitura labial com a utilização do dispositivo,

como mostrado na Figura (11), o que sugere que investigações mais aprofundadas podem ser de interesse.

Tabela 4: Média total de acertos

| | TIPO DE SURDEZ | SEM DISPOSITIVO | DISPOSITIVO ANTEBRAÇO | DISPOSITIVO CABEÇA |
|------------------|----------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| VOLUNTARIO 5 | Neurosensorial | 6 | 3 | 3 |
| VOLUNTARIO 2 | Neurosensorial | 7 | 3 | 3 |
| VOLUNTARIO 17 | Neurosensorial | 7 | 5 | 4 |
| VOLUNTARIO 10 | Condutiva Leve | 7 | 6 | 5 |
| Resultado | | 68% | 43% | 38% |

Ainda observando a Tabela (4), para quatro dos voluntários, a qualidade da leitura labial diminuiu de forma considerável. Considerando apenas esses 4 voluntários (em vermelho na Tabela (4)), a média de 68% de acertos sem o uso do dispositivo caiu para 43% usando o dispositivo no antebraço e 38% usando na cabeça. Consideramos esse resultado surpreendente, uma vez que o uso do dispositivo é um acréscimo de informações fornecidas ao voluntário. Alguns usuários declararam que a utilização do dispositivo desvia a atenção do vídeo, atrapalhando a leitura labial. A partir dessa informação, consideramos que essa é uma provável causa para a queda do resultado com o uso do dispositivo. Realmente, a leitura labial é uma tarefa extremamente complexa, demandando foco total do surdo para sucesso.

Um aparelho mais acabado, com alimentação por bateria, uma caixa para proteção para os circuitos eletrônicos, e que fosse usado por horas ou dias antes dos testes, de forma ao usuário acostumar-se com o uso, certamente traria resultados mais promissores, e é uma possibilidade interessante para trabalhos futuros.

Transcrevemos a seguir algumas respostas dos voluntários, quando questionados sobre motivos pelos quais não usariam o dispositivo proposto:

“atrapalhar pelo atenção para ler o labial”

“PORQUE JÁ TENHO UMA LÍNGUA - LIBRAS , POIS A COMUNICAÇÃO É MAIS FÁCIL. EX.: WHATSAPP , VÍDEOS, ETC.”

“Pessoa surdas precisa para Interprete de Libras”

Tabela 5: Média total de acertos

| | TIPO DE SURDEZ | SEM DISPOSITIVO | DISPOSITIVO ANTEBRAÇO | DISPOSITIVO CABEÇA |
|---------------|--------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| VOLUNTARIO 11 | Condutiva Profunda | 3 | 5 | 3 |
| VOLUNTARIO 9 | Neurossensorial | 4 | 4 | 6 |
| VOLUNTARIO 14 | Condutiva Leve | 6 | 7 | 6 |
| VOLUNTARIO 12 | Condutiva Leve | 5 | 6 | 7 |
| VOLUNTARIO 16 | Não Especificada | 7 | 9 | 7 |
| VOLUNTARIO 13 | Não Especificada | 6 | 7 | 8 |
| VOLUNTARIO 3 | Neurossensorial | 8 | 9 | 9 |
| VOLUNTARIO 4 | Neurossensorial | 8 | 9 | 9 |
| VOLUNTARIO 1 | Não Especificada | 8 | 10 | 10 |
| VOLUNTARIO 8 | Condutiva Profunda | 4 | 5 | 3 |
| VOLUNTARIO 15 | Neurossensorial | 4 | 4 | 3 |
| VOLUNTARIO 7 | Neurossensorial | 4 | 3 | 6 |
| VOLUNTARIO 6 | Neurossensorial | 7 | 5 | 9 |
| Resultado | | 50% | 64% | 66% |

Trabalhando-se com a hipótese de que as quedas na qualidade da leitura labial sejam resultados anômalos e se, portanto, excluirmos os dados dos 4 voluntários que apresentaram tais resultados, como podemos observar na Tabela (5), temos 50% de acertos sem o dispositivo, 64% de acertos com o dispositivo no antebraço e 66% de acertos com o dispositivo na cabeça. Esses resultados mostram uma vantagem para a colocação do dispositivo na cabeça, reforçando o que já foi apresentado por Shibata (2001) em seu estudo.

O fato de termos um número restrito de voluntários, dezessete, limitou o poder de generalização da pesquisa realizada. Em contrapartida, obtivemos conhecimento sobre as características e necessidades dessa comunidade que pretendemos auxiliar. Através dos resultados obtidos a partir dessa pesquisa, não foi possível chegar a um resultado contundente, porém, identificamos indícios interessantes e vertentes promissoras para futuros trabalhos na área.

Referências

ARAÚJO, Felipe Alves; BATISTA, Carlos Eduardo. Auris: system for facilitating the musical perception for the hearing impaired. In: **Proceedings of the 22nd Brazilian Symposium on Multimedia and the Web**. ACM, 2016. p. 135-142.

IBGE BRASIL, CENSO 2010. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/noticiascenso.html?view=noticia&id=3&idnoticia=1744&busca=1&t=ibge-divulga-resultados-coleta-censo-2010>> Acesso em: 08 ago 2017.>

CHOUDHARY, Tanay; KULKARNI, Saurabh; REDDY, Pradyumna. A Braille-based mobile communication and translation glove for deaf-blind people. In: **Pervasive Computing (ICPC), 2015 International Conference on**. IEEE, 2015. p. 1-4.

KANEBAKO, Junichi et al. Proposal for science learning materials using a VibGrip. In: **Proceedings of the 12th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology**. ACM, 2015. p. 36.

KUSHALNAGAR, Raja S. et al. Enhancing caption accessibility through simultaneous multimodal information: visual-tactile captions. In: **Proceedings of the 16th international ACM SIGACCESS conference on Computers & accessibility**. ACM, 2014. p. 185-192.

MARTINS, Jorge Humberto et al. Estudo comparativo de discriminação de listas de palavras e frases efectuadas em voz viva e através de telefone em pacientes com implante coclear. **Revista Portuguesa de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial**, v. 48, n. 4, p. 181-189, 2010.

Relatório Mundial de Saúde - Financiamento de Sistemas de Saúde, Organização Mundial da Saúde. 2010: Disponível em: <<http://www.who.int/eportuguese/publications/pt/>>. Acesso em: 08 ago 2017.

Proceedings of the 12th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (*ACE'15*). ACM, New York, NY, USA, Article 36, 3 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/2832932.2832935>

SAKAJIRI, Masatsugu et al. Tactile pitch feedback system for deafblind or hearing impaired persons singing accuracy of hearing persons under conditions of added noise. In: **Computational Intelligence in Robotic Rehabilitation and Assistive Technologies (CIR2AT), 2014 IEEE Symposium on**. IEEE, 2014. p. 31-35.

SHIBATA, 2001 Entrevista concedida a Walter Neary, Chicago 26 nov. 2001. Disponível em: <http://www.washington.edu/news/2001/11/27/brains-of-deaf-people-rewire-to-hear-music/> Acesso em: 15 nov. 2017.