

TIMBRASOM: COMO UM APLICATIVO PODE SER UM NOVO PASSO PARA TRAZER ACESSIBILIDADE MUSICAL PARA PESSOAS SURDAS

Lopes, Rafael Zinni¹; Silva, Camila Oliveira¹; Oliveira, Victor Dias.

¹Universidade de São Paulo, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC-USP), São Carlos, Brasil.

Resumo Expandido

Costuma-se pensar que a música não é destinada para pessoas surdas por ser uma experiência predominantemente sonora, o que perpetua uma barreira cultural invisível. No entanto, estudos demonstram que, por meio de vibrações, ritmo e recursos visuais, indivíduos com deficiência auditiva podem perceber e se envolver com a música, obtendo benefícios emocionais, cognitivos e sociais. Nesse contexto, o aplicativo Timbrasom é apresentado neste trabalho como uma proposta inovadora de acessibilidade musical para pessoas surdas. Além disso, busca-se comparar tecnologias assistivas já existentes e propor Timbrasom como um novo eixo para pesquisas futuras na área.

Foi realizada uma busca por tecnologias assistivas na literatura científica que possibilitam a experiência musical para surdos, categorizando soluções como luvas, cintos, cadeiras e sistemas vestíveis. A análise também considerou aspectos como intensidade da vibração, ergonomia e usabilidade. Em seguida, apresenta-se a Timbrasom, aplicativo gratuito e desenvolvido em Python que traduz músicas em vibrações no celular, analisando batidas, frequência, timbre, *pitch* e intensidade. Sendo uma solução que permite personalizar parâmetros e operar junto a outros apps de mídia ou em ambientes presenciais.

A análise comparativa revelou que tecnologias anteriores apresentam limitações como peso excessivo, baixa portabilidade, atraso na resposta e dificuldades de padronização. Buscando superar essas barreiras, a Timbrasom oferece maior escalabilidade e acessibilidade, com tradução sonora em tempo real e personalização

dos parâmetros vibratórios. Sua principal limitação, contudo, está na intensidade da vibração, que depende diretamente do motor de vibração, o qual é único para cada celular.

A Timbrasom representa um avanço expressível no campo da acessibilidade musical por ser gratuito, acessível, escalável e compatível com dispositivos móveis comuns. Apesar das limitações, sua proposta viabiliza novas pesquisas em neurociência e educação musical. O trabalho reforça a importância de soluções digitais de baixo custo como meio de universalizar o acesso à música para pessoas surdas; campo esse com alto potencial para inovação e novas pesquisas.

Palavras-chave: Surdez, Música Vibrotátil, Acessibilidade, Aplicativo, Tecnologia Assistiva.

1 Contextualização

A música é, primeiramente, retratada como uma experiência auditiva, o que não é uma realidade para pessoas com deficiência auditiva. A dificuldade de integrar a música na vida de pessoas surdas está além dos fatores tecnológicos; ela engloba aspectos culturais, educacionais e familiares (CHENG; MCGREGOR, 2024). O envolvimento musical acontece por meio de um familiar ou amigo recomendando, uma experiência cultural na cidade e/ou pura curiosidade da pessoa. Para os surdos, a música é interpretada através da vibração, do ritmo ou por intermédio da língua de sinais (HOLMES, 2017). Músicas criadas especificamente para essas pessoas, utilizando língua de sinais e instrumentos percussivos, como a "*Bison Song*" da Universidade de Gallaudet, evocam diversas emoções, incluindo sentimentos como pertencimento (BUCHHOLZ, 2018).

Acreditava-se anteriormente que seria impossível ensinar música para pessoas surdas devido à sua condição; entretanto, a falta de estudos e de uma ferramenta que universalize o acesso à música para essa população desacelerava o progresso (SUTELA; AHONEN, 2025). A música traz benefícios além do lazer e inclusão, é uma forma dessas pessoas se expressarem emocionalmente; aprendê-la afeta diretamente o desenvolvimento cognitivo e pessoal do surdo (SILVA et al., 2020).

Os surdos buscam interpretar a música e compreender sua textura, o ritmo, o timbre e seus respectivos aspectos percussivos (DARROW, 2006; GOOD; REED; RUSSO, 2014). Dentre os benefícios de se integrar a música na realidade dessa população está a melhoria na análise de cenas auditivas, na memória de trabalho auditiva e na discriminação fonética (ROCHETTE; MOUSSARD; BIGAND, 2014). Conforme elas forem tendo maior familiaridade com a música, maior será sua facilidade em interpretar situações cotidianas que envolvem sons; por isso, estudos e ferramentas que tragam essa inclusão e universalização do som são necessárias, objetivando a melhoria na qualidade de vida dessas pessoas. É com isso em mente que este estudo tem como objetivo elucidar as tecnologias assistivas previamente estudadas com surdos e apresentar a Timbrasom, uma nova tecnologia que poderá servir como guia para futuras pesquisas.

2 Trabalhos Relacionados

Para compreender o estado da arte da pesquisa acadêmica na área de acessibilidade musical para pessoas surdas, é necessário identificar os estudos relacionados a essa temática, seus principais desafios e quais resultados eles apontaram. Nesse contexto, várias ferramentas foram desenvolvidas ao longo do tempo para proporcionar uma melhor experiência musical para pessoas surdas; a Tabela 1 demonstra alguns desses estudos, além de suas principais características, que foram cruciais para o desenvolvimento da Timbrasom.

Para a construção da tabela, foram consideradas apenas a referência mais antiga e a mais recente de cada tecnologia. Analisando os resultados dos estudos selecionados, observou-se que os autores citados na tabela 1 relataram como principal resultado a melhora substancial da percepção da música pelas pessoas surdas através do feedback vibrotátil. Os desafios mais recorrentes entre os trabalhos incluem a escalabilidade da solução, limitações na interface do usuário, precisão da vibração, custos de desenvolvimento, necessidade de testes em comunidades de diferentes regiões e exploração do feedback emocional.

As limitações técnicas e de usabilidade são evidentes. A Cadeira Vibracional teve problemas com a aplicação de questionários, usabilidade, conforto, variedade de vibrações e escalabilidade. A Luva Vibracional apresenta baixa ergonomia, vibrações fracas e imprecisas, além de alto consumo de energia.

Tabela 1 – Ferramentas e seus Principais Desafios

Ferramenta	Tipo	Parâmetros Usados	Intensidade da Vibração	Ergonomia	Usabilidade	Referências
Cadeira Vibracional	Software Hardware	Pitch, Ritmo, Timbre e Intensidade	Alto	Pesado e Desconfortável	Músicas	Merchel e Altinsoy (2009), Trivedi, Alqasemi e Dubey (2019)
Luva Vibracional	Software Hardware	Ritmo, Timbre, Amplitude, Frequência, Intensidade e Tempo	Média	Pesado e Desconfortável	Composição Própria	Mazzoni e Bryan-Kinns (2016), Wexler et al. (2023)
Bracelete ou Manga	Software Hardware	Ritmo e Intensidade	Média	Leve e Confortável	Instrumento específicos	Versa et al. (2014), Petry et al. (2018)

Continua na próxima página

Ferramenta	Tipo	Parâmetros Usados	Intensidade da Vibração	Ergonomia	Usabilidade	Referências
Cinto	Software Hardware	Amplitude, Frequência, Ritmo, Pitch e Duração	Média	Leve e Confortável	Músicas de Frequência Média	Branje et al. (2010), Yamazaki et al. (2018)
Sistema Vestível	Software Hardware	Nenhum	Alta	Pesado e Desconfortável	Composição Própria	Gunther e O'Modhrain (2003), Turchet, West e Wanderley (2021)
Celular	Software	Frequência, Intensidade, Beat, Duração, Ritmo, Amplitude, Timbre e Pitch	Baixa	Leve e Confortável	Voz, Músicas, Vídeos e Jogos	Timbrasom e TimVibes

O Bracelete (ou Manga) tem atraso de 30 ms e potencial de melhoria; destaca-se a importância da personalização das vibrações e a necessidade de mais estudos para contextos musicais e terapêuticos. O Cinto tem dificuldade em traduzir frequências baixas, atrasos e baixa portabilidade. A experiência varia com idade, intensidade, localização e duração da vibração. O Sistema Vestível (calça, colete, jaqueta) enfrenta problemas de peso, baixa resolução e rejeição a múltiplas vibrações simultâneas. O Celular, embora mais recente, tem vibração fraca, apenas um atuador e não permite vibrações simultâneas, dificultando a padronização. Além dos pontos citados acima, nenhum estudo resultou em patente ou produto disponível comercialmente.

A escalabilidade de soluções de hardware é limitada devido aos custos de produção. Não há aplicativos móveis citados na literatura; em contrapartida, há dois aplicativos disponíveis na loja da Play Store: a Timbrasom e o TimVibe. O TimVibe é um aplicativo muito similar à Timbrasom, ele se encontra dentro do aplicativo Meu Tim, porém ele não consegue distinguir graves de agudos e apenas pode ser usado com música ao vivo.

3 **Aplicativo Timbrasom**

A Timbrasom está disponível gratuitamente na *Play Store* e permite a tradução de sons provenientes de ambientes presenciais e de aplicativos de terceiros, oferecendo ainda a possibilidade de personalização da experiência musical por meio da variação dos parâmetros sonoros dentro da ferramenta.

A solução foi desenvolvida com os seguintes objetivos:

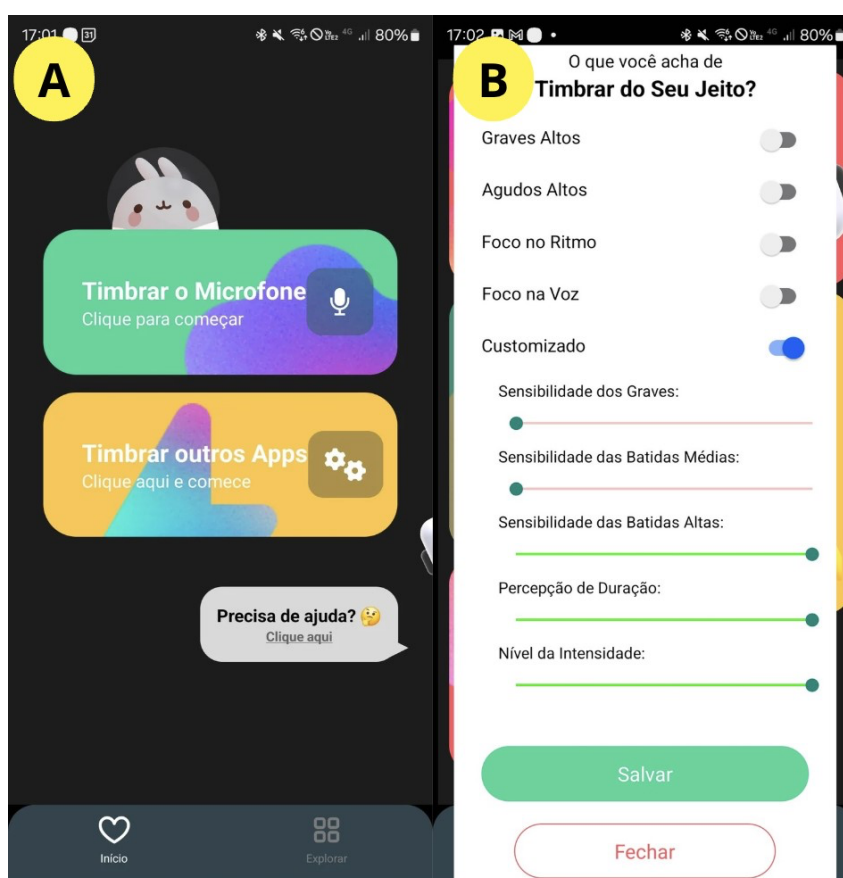
1. Traduzir o som em uma experiência vibrotátil rítmica no smartphone para aproveitamento de atividades musicais;
2. Ofertar tecnologia assistiva de baixo custo, com compatibilidade com ecossistemas de mídia com o menor *delay* possível;
3. Estimular usos educacionais e de lazer.

A arquitetura do *software* realiza a análise de batidas (*beats*), intensidade, duração, frequência, timbre e *pitch*. A primeira versão, feita com a biblioteca Librosa (Python), identificava batidas apenas em músicas gravadas. Para superar essa

limitação, passou-se a capturar o áudio interno do celular em trechos de 1 segundo, que eram traduzidos e integrados à faixa principal, permitindo prever batidas futuras e garantir tradução contínua e precisa, cobrindo frequências graves e agudas.

A principal vantagem da Timbrasom é ser 100% digital, garantindo escalabilidade. Usuários de países como EUA e Alemanha já acessam o app pela *Play Store* com a mesma experiência. Diferencia-se por apresentar *delay* inferior a 25 ms. No entanto, a intensidade da vibração ainda depende do motor vibratório do celular. Essa restrição impacta a experiência do usuário, que também é influenciada por fatores individuais, como idade, sensibilidade da pele e expectativas pessoais.

Figura 1 – (A) Tela inicial do aplicativo Timbrasom com os dois botões de tradução. (B) Tela de customização da vibração.



Fonte: Própria autoria.

O aplicativo conta com dois botões na tela principal: um que traduz sons ambientes e outro que traduz aplicativos de mídia, como o YouTube e Deezer,

enquanto estes funcionam em segundo plano. A Figura 1 (A) demonstra a tela principal do aplicativo. A customização da vibração na Timbrasom permite ao usuário escolher quais parâmetros sonoros utilizar para traduzir a música, indo além das limitações das pesquisas da tabela 1. A tradução da Timbrasom abrange todos os parâmetros abordados nos trabalhos citados, além da possibilidade de diferentes traduções baseadas na escolha da pessoa, tanto para traduzir usando apenas um parâmetro quanto uma combinação de até cinco.

Figura 2 – (i) Total de instalações versus o crescimento em julho e agosto. (ii) Número de dispositivos que acessaram o aplicativo pelo menos uma vez nos últimos 30 dias.



Fonte: Própria autoria.

A Figura 1 (B) ilustra a possibilidade de customização da experiência, seja focando na variação de intensidade em frequências específicas, no ritmo ou na

transformação da voz em vibração. O grande diferencial da Timbrasom é a capacidade de combinar os resultados das análises por meio de barras interativas, oferecendo uma experiência única para cada configuração escolhida. A eficácia do aplicativo Timbrasom é evidenciada pelos dados do *Google Play Store Analytics* apresentados na Figura 2. Desde seu lançamento em fevereiro de 2024, o app tem crescido organicamente, com cerca de 600 *downloads* e aumento de dispositivos ativos mensalmente. Diferente de tecnologias vestíveis, que exigem *hardwares*, a Timbrasom oferece uma experiência acessível e semelhante, mas trazendo um impacto 100% digital e customizável.

4 Conclusão

O desenvolvimento de tecnologias assistivas representa um grande desafio para superar as barreiras da surdez. Embora sistemas vestíveis ofereçam possibilidades, aplicativos apresentam vantagens significativas, como facilidade de atualização e ampla disponibilidade em dispositivos móveis. A Timbrasom surge como um sistema inovador e simples, capaz de impulsionar pesquisas com seres humanos tanto para neurociência e ensino musical, quanto para entender como surdos interpretam diferentes aplicativos de mídia quando a vibração está atrelada a ele, além de *feedbacks* para melhorar a experiência do usuário. Apesar de limitações, como o uso de apenas um motor de vibração e intensidade reduzida, o aplicativo recebe novos *downloads* diariamente e apresenta crescimento contínuo de usuários ativos. Trabalhos futuros incluem investigar o ensino de música por meio de vibrações e compreender a neurociência por trás da interpretação da música vibrotátil.

5 Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

6 Referências Bibliográficas

BRANJE, Carmen et al. Vibrotactile display of music on the human back. In: *2010 Third International Conference on Advances in*

Computer-Human Interactions. [S.l.]: IEEE, 2010. p. 154–159. ISBN 978-1-4244-5693-2. [6](#)

BUCHHOLZ, Noah. Seeing music? an inquiry into the place of music in deaf culture. *Journal of American Sign Languages and Literatures*, 2018. [3](#)

CHENG, Lee; MCGREGOR, Iain. Pedagogical approaches in music and audio education for deaf and hard-of-hearing students. *Organised Sound*, v. 29, p. 188–196, 8 2024. ISSN 1355-7718. [2](#)

DARROW, A.-A. The role of music in deaf culture: Deaf students' perception of emotion in music. *Journal of Music Therapy*, v. 43, p. 2–15, 3 2006. ISSN 0022-2917. [3](#)

GOOD, Arla; REED, Maureen; RUSSO, Frank. Compensatory plasticity in the deaf brain: Effects on perception of music. *Brain Sciences*, v. 4, p. 560–574, 10 2014. ISSN 2076-3425. [3](#)

GUNTHER, Eric; O'MODHRAIN, Sile. Cutaneous grooves: Composing for the sense of touch. *Journal of New Music Research*, v. 32, p. 369–381, 12 2003. ISSN 0929-8215. [6](#)

HOLMES, Jessica A. Expert listening beyond the limits of hearing: Music and deafness. *Journal of the American Musicological Society*, v. 70, p. 171–220, 4 2017. ISSN 0003-0139. [3](#)

MAZZONI, Antonella; BRYAN-KINNS, Nick. Mood glove: A haptic wearable prototype system to enhance mood music in film. *Entertainment Computing*, v. 17, p. 9–17, 11 2016. ISSN 18759521. [5](#) MERCHEL, Sebastian; ALTINSOY, M. Ercan. Vibratory and acoustical factors in multimodal reproduction of concert dvds. In: ———. [S.l.: s.n.], 2009. p. 119–127. [5](#)

PETRY, Benjamin et al. Supporting rhythm activities of deaf children using music-sensory-substitution systems. In: *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.]: ACM, 2018. p. 1–10. ISBN 9781450356206. [5](#)

ROCHETTE, FranÃ§oise; MOUSSARD, Aline; BIGAND, Emmanuel. Music lessons improve auditory perceptual and cognitive performance in deaf children. *Frontiers in Human Neuroscience*, v. 8, 7 2014. ISSN 1662-5161. [3](#)

SILVA, Nedinaldo Manoel da et al. EducaÃ§Ã£o musical de surdos: caracterÃsticas, barreiras e prÃticas exitosas. *EducaÃ§Ã£o e Pesquisa*, v. 46, 2020. ISSN 1678-4634. [3](#)

SUTELA, Katja; AHONEN, Outi. "i can feel the rhythm, and it is somehow nice": Deafness challenging the hierarchy of senses in music education. *Research Studies in Music Education*, v. 47, p. 186–201, 7 2025. ISSN 1321-103X. [3](#)

TRIVEDI, Urvish; ALQASEMI, Redwan; DUBEY, Rajiv. Wearable musical haptic sleeves for people with hearing impairment. In: *Proceedings of the 12th ACM International Conference on PErvasive Technologies Related to Assistive Environments*. [S.l.]: ACM, 2019. p. 146–151. ISBN 9781450362320. [5](#)

TURCHET, Luca; WEST, Travis; WANDERLEY, Marcelo M. Touching the audience: musical haptic wearables for augmented and participatory live music performances. *Personal and Ubiquitous Computing*, v. 25, p. 749–769, 8 2021. ISSN 1617-4909. [6](#)

VERSA, Bruno La et al. Muvib: Music and vibration. In: *Proceedings of the 2014 ACM International Symposium on Wearable Computers: Adjunct Program*. [S.l.]: ACM, 2014. p. 65–70. ISBN 9781450330480. [5](#)

WEXLER, David et al. A touch on musical innovation: Exploring wearables and their impact on new interfaces for musical expression. *Sensors*, v. 24, p. 250, 12 2023. ISSN 1424-8220. [5](#)

YAMAZAKI, Yusuke et al. Hapbeat: Tension-based wearable vibroacoustic device. In: . [S.l.: s.n.], 2018. p. 387–392. [6](#)