

## Compondo a Acessibilidade: avaliação do MusiBraille, software de educação musical para estudantes com deficiência visual

Sara Elene Lobato dos Remedios<sup>1</sup>, Simone Bacellar Leal Ferreira<sup>1</sup>, José Antônio  
dos Santos Borges<sup>2</sup>, Sandro Luís Freire de Castro Siva<sup>3</sup>, Aline da Silva Alves<sup>4</sup>

<sup>1</sup>CCET – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)  
Av. Pasteur 456, Urca – Rio de Janeiro – RJ – Brazil

<sup>2</sup>NCE – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)  
Avenida Athos da Silveira Ramos, 274 Blocos C e E - Cidade Universitária – Rio de  
Janeiro – RJ – Brazil

<sup>3</sup>PPGE – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)  
Km 07, Zona Rural, BR-465, Seropédica - RJ – Brazil

<sup>4</sup>ICICT – Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)  
Av. Brasil, 4365 - Manguinhos – Rio de Janeiro – RJ – Brazil

sara.lobato@edu.unirio.br, simone@uniriotec.br, antonio2@nce.ufrj.br,  
sandro@ufrrj.br, alinedasilva@fiocruz.br

**Abstract.** In Brazil, visually impaired individuals face challenges in securing rights, including education. Advances in inclusive education are driven by assistive technologies, however, in music education, approaches may not be fully inclusive. This study evaluates the interaction of visually impaired individuals with music teaching software, identifying expectations and barriers faced by these individuals. The results led to suggestions for the development of music teaching systems better suited to these users' needs, thereby contributing to inclusion and accessibility in music education.

**Resumo.** No Brasil, pessoas com deficiência visual enfrentam desafios em garantir direitos, incluindo educação. Avanços na educação inclusiva são impulsionados por tecnologias assistivas, porém, no ensino musical, as abordagens podem não ser totalmente inclusivas. Este estudo avalia a interação de pessoas com deficiência visual com um software de ensino de música, identificando expectativas, barreiras enfrentadas por essas pessoas. Os resultados levaram a elaboração de sugestões para o desenvolvimento de sistemas de ensino musical mais adaptado às necessidades desses usuários, contribuindo para a inclusão e acessibilidade na educação musical.

### 1. Introdução

A Tecnologia da Informação (TI) é uma grande aliada em ambientes de ensino de qualquer natureza [Bertolletti, 2012]. Nas escolas de música, a TI proporciona o surgimento de Sistemas de Informação (SI) que auxiliam alunos e professores em suas aulas, tanto teóricas quanto práticas [Pinto, 2007].

No caso de alunos sem deficiência visual, essas tecnologias são fundamentais, proporcionando acesso amplo a partituras pela internet, possibilidade de escrita musical com simulação, apoio ao aprendizado de teoria musical e harmonia, suporte ao conhecimento da História da Música e muitas outras possibilidades.

A TI em ambientes de ensino de música também se apresenta como forma efetiva de promover a inclusão de alunos com deficiência visual [Borges & Tomé, 2014], e é comum que esse grupo de pessoas aprenda a tocar com excelência algum instrumento musical, pois são indivíduos que mais possuem o chamado “ouvido absoluto” se comparados às pessoasvidentes [Figueira, 2002] [Hamilton, 2004].

Há cerca de 50 anos, antes da TI surgir com a possibilidade de auxiliar o ensino-aprendizagem de música para pessoas com deficiência visual, o aprendizado pela audição era o único recurso que alunos com deficiência visual tinham para aprender música. As composições e arranjos eram escritos em Braille, havendo a necessidade de terceiros para transcrever esta forma de registro para a escrita convencional.

Hoje, porém existem SI que apoiam o ensino de música, e é possível que esse público possa ler e escrever partituras convencionais, com o uso intensivo de mecanismos acessíveis como computadores com síntese de voz e acoplados a linhas Braille (equipamentos que produzem a transcrição em tempo real de textos em tinta para Braille, incluindo os símbolos da musicografia Braille). Esse tipo de tecnologia possibilita que tanto o aluno com deficiência visual como o aluno vidente execute as mesmas atividades durante a aula de música simultaneamente, assegurando na prática a acessibilidade e inclusão [Borges and Tomé, 2014] [Rocha, 2017].

O MusiBraille é um exemplo de sistema (*desktop*) brasileiro direcionado para apoiar o ensino de música cujo objetivo é proporcionar ao aluno com deficiência visual uma experiência em ambientes de ensino de música equivalente à de um aluno vidente [Borges and Tomé, 2014]. O MusiBraille foi projetado com visando atender normas de acessibilidade para que pessoas com deficiência visual o utilizem com autonomia.

As diretrizes WCAG, do consórcio internacional *World Wide Web* (W3C) contribuem fortemente para uma *web* mais acessível, porém essas diretrizes podem ser adaptadas e usadas no desenvolvimento de *softwares* e aplicativos *mobile* acessíveis. Entretanto, apesar de existirem *softwares* voltados exclusivamente para pessoas com deficiência visual, estes ainda apresentam problemas quanto à acessibilidade [Payne et al, 2020]. Por isso, avaliações técnicas com a participação ativa do usuário, público alvo, são essenciais para garantir a eficiência do *software* que está sendo proposto.

Desta forma, o objetivo da presente pesquisa é propor sugestões para o desenvolvimento de um ambiente digital de ensino de música mais adaptado para pessoas cegas, a partir da análise da interação de pessoas desse perfil com um *software* de ensino de música, identificando as principais barreiras enfrentadas por elas.

Para alcançar o objetivo desta pesquisa, foram aplicados questionários a professores de música, realizados testes com usuários cegos e conduzidas entrevistas com eles, a fim de avaliar a interação destes com o MusiBraille. Os resultados foram analisados de forma interpretativa [Ferreira et al., 2012], e geraram uma série de recomendações para apoiar o desenvolvimento de *softwares* de ensino musical mais acessíveis a pessoas com deficiência visual.

Além desta seção de introdução, a Seção 2 traz uma breve revisão da literatura com alguns conceitos fundamentais para o entendimento deste trabalho. Na Seção 3 é apresentada a metodologia desta pesquisa, a Seção 4 apresenta execução dos testes com usuários. A Seção 5 traz os resultados obtidos, na seção 6 por fim, apresenta as considerações finais.

## 2. Revisão da Literatura

### 2.1 O desenvolvimento de softwares acessíveis

Para criar uma *Web* mais acessível para pessoas com deficiência o W3C, comitê internacional que regulamenta os assuntos relacionados à internet, criou o WAI (*Web Accessibility Initiative*) no ano de 1997. Em 1999 foram criadas diretrizes de acessibilidade para conteúdo Web: o *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG 1.0), por um grupo do WAI. Essas recomendações têm como objetivo orientar desenvolvedores de conteúdo Web sobre como criar páginas na Web acessível para pessoas com limitações [W3C, 2021].

As recomendações WCAG 2.1 são organizadas por quatro princípios, de que o conteúdo deve ser: perceptível, operável, comprehensível e robusto, sendo aplicadas também para dispositivos móveis e softwares [Acessibilidade.net, 2020]. O princípio “Perceptível” reúne diretrizes cujo objetivo é assegurar que as informações e os elementos da interface sejam apresentados de forma perceptiva para os usuários.

O “Operável” apresenta diretrizes que visam garantir que as partes que compõem a interface de usuário e a navegação sejam operáveis. O princípio “Comprehensível” agrupa diretrizes que garantem que a informação e a operação da interface de usuário sejam comprehensíveis e o princípio “Robusto” busca garantir que o conteúdo seja robusto o suficiente para ser decifrado de forma confiável pelos usuários [W3C, 2021].

### 2.2 MusiBraille

O MusiBraille é um *software* livre, brasileiro, voltado para o ensino e aprendizagem de música para o público de pessoas com deficiência visual, sendo um dos mais utilizados no Brasil. O principal objetivo deste *software* é proporcionar à pessoa com deficiência visual condições de aprendizagem musical equivalentes à pessoa vidente e também proporcionar um treinamento para educadores de modo a introduzi-los ao *software* e prepará-los para usá-lo em sala de aula [Borges and Tomé, 2012].

Deste modo foi desenvolvida uma metodologia de ensino de música para crianças cegas, baseada no uso do *software* MusiBraille [Borges and Tomé , 2014]. Uma característica desse sistema importante para se ressaltar é que saber o Braille não é pré-requisito para o professor de música que pretende fazer uso do *software* para atender um aluno com deficiência visual.

### 2.3 Trabalhos correlatos

O presente artigo precedeu-se de dois outros estudos publicados anteriormente. Um mapeamento sistemático da literatura (MSL) [Kitchenham and Charters, 2007] publicado no Simpósio Brasileiro de Computação Musical (SBCM) de 2021 na

categoria de artigos curtos, e um trabalho publicado no *Workshop* sobre Aspectos da Interação Humano-Computador para Web Social (WAIHCWS) de 2022 no Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, ambos disponíveis nos anais dos respectivos eventos.

O primeiro MSL investigou os *softwares* mais utilizados no processo de ensino e aprendizagem de música para pessoas com deficiência visual. Os *softwares* encontrados no levantamento foram: o *Braille Music Editor*, *Toccata*, *Goodfeel*, *RS Braille*, *MusiBraille*, *InvisibleSound*, *Musica Parlata* e *Zero-Vision*.

O MusiBraille foi indicado como um dos mais utilizados no Brasil, sendo o *software* escolhido para uma avaliação de acessibilidade. Já o trabalho publicado trouxe reflexões no que diz respeito à inserção de *softwares* em ambientes de ensino de música com pessoas com deficiência visual, destacando que existem aspectos que precisam ser levados em consideração para a escolha de um *software* para apoiar o aluno com deficiência visual em suas atividades, aspectos como método pedagógico empregado e características individuais do perfil de cada aluno [Remedios et al., 2022].

Além dos trabalhos selecionados no MSL, foi realizada uma revisão *ad hoc* da literatura a fim de conhecer trabalhos relacionados à temática em questão. A quantidade de pesquisas relacionadas encontradas foi baixa, porém pertinentes para discussões sobre a educação musical de alunos com deficiência visual.

O primeiro trabalho, desenvolvido por Bertoletti [Bertoletti, 2012], reflete o uso da tecnologia no âmbito do ensino das artes e afirma que assim como a tecnologia influencia no comportamento do ser humano, os processos de ensino e aprendizagem da arte também estão sendo alterados quando imersos na linguagem da cultura digital.

Já o trabalho de Tudissaki afirma que a leitura e escrita do sistema Braille é fundamental no ensino de música para pessoas com deficiência visual, corroborando com o ensino da musicografia Braille em ambientes de ensino de música para cegos [Tudissaki, 2010]. Pode-se inferir que a educação musical para alunos com deficiência visual exige ferramentas pedagógicas modernas ajustadas às demandas que possam surgir, na interação com esses alunos, somando com o conhecimento da musicografia Braille, assim é possível que o aluno tenha uma boa aprendizagem musical.

Por fim, o trabalho de Rocha, apresentam reflexões sobre o ensino de música para pessoas com deficiência visual. Um afirma que a educação musical para alunos com deficiência visual não é diferente da de alunos videntes, ambas abrangem a percepção auditiva e a prática musical [Rocha, 2017]. Apesar dos trabalhos citados referenciarem a presente pesquisa, ela se difere dos mesmos, pois seu foco é propor sugestões para o desenvolvimento de *softwares* de ensino de música mais acessíveis para pessoas com deficiência visual, a partir da avaliação da interação entre pessoas cegas e o *software* MusiBraille.

### **3. Método de Pesquisa**

A presente pesquisa é de natureza qualitativa, caracterizada por possibilitar uma proximidade entre o pesquisador e os fenômenos estudados, enfatizando a interpretação do objeto e do contexto daquilo que se pretende pesquisar [Gil, 2010]. Para alcançar o objetivo desta pesquisa, foi necessário a execução das etapas descritas a seguir.

### **3.1. Definição do Perfil de Usuários com Deficiência Visual**

As tecnologias assistivas também estão presentes no ensino de música, entretanto os diferentes métodos de abordagens podem não abranger o grupo de pessoas com deficiência visual em sua totalidade [Borges and Tomé , 2012]. Como muitas pessoas com deficiência visual tendem a estudar música e ter sucesso [Figueira, 2002] esse foi o perfil escolhido para a realização desta pesquisa.

Foi selecionado um grupo de pessoas com deficiência visual, maiores de idade (a partir de 18 anos) que tivessem experiência como alunos de música. Os usuários escolhidos deveriam possuir computador próprio e smartphones e ter experiência de no mínimo seis meses com estes dispositivos.

### **3.2. Submissão ao Comitê de Ética em Pesquisas**

Toda pesquisa envolvendo seres humanos, direta ou indiretamente, como é o caso da maioria das pesquisas na área de Interação Humano Computador (IHC), deve ser submetida à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa, antes de se iniciar qualquer etapa [Freitas, 2000] [CNS, 2012]. Portanto, foi necessário submeter o projeto de pesquisa para avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNIRIO, através da plataforma Brasil, base nacional que registra todas as pesquisas que envolvem seres humanos. Após a apreciação do CEP-UNIRIO, o processo CAAE 2214921.2.0000.5285 foi aprovado após aproximadamente três meses.

### **3.3. Definição do Software a ser utilizado**

Para escolher o *software* foi aplicado um questionário a professores de música, videntes, com experiência em lecionar para alunos com deficiência visual, para que apontassem quais requisitos consideram essenciais para um sistema específico para o ensino-aprendizagem de música para pessoas com deficiência visual.

Os principais requisitos apontados pelos professores foram: “Indicações sonoras e *feedback* de áudio, funções úteis à teoria e prática musical e que o sistema deve ajudar o professor que não sabe a musicografia Braille”. As características apresentadas se encaixam nas descritas no manual do *software* MusiBraille.

Os detalhes desta etapa não foram incluídos neste trabalho, mas podem ser abordados em pesquisas futuras.

### **3.4. Definição do Método para Avaliação**

Para realizar a avaliação da interação entre os participantes e o *software* escolhido foi utilizado o método de avaliação empírico por meio de testes com usuários (Prates & Barbosa, 2003). Os testes foram realizados por meio de tarefas pré-definidas em roteiro e foram aplicados no contexto dos usuários, de forma remota, utilizando seus próprios computadores.

A avaliação da interação através de observação é primordial para entender as necessidades reais dos usuários, pois nem sempre o usuário consegue expressar o que realmente precisa (Ferreira, 2020). Foi coletada a opinião dos participantes sobre os testes que foram realizados através de entrevistas após os testes realizados utilizando a técnica de verbalização consecutiva, para que o usuário relembrasse as atividades que realizou e faça seus comentários (Ferreira et al., 2012).

### 3.5. Seleção dos Participantes

Pesquisas na área de Interação Humano-Computador normalmente são feitas com pessoas, e para testes geralmente são usadas as recomendações do cientista Jakob Nielsen [Nielsen, 2012] que afirma que cinco participantes são suficientes para detectar 85% de problemas de usabilidade, contanto que esses usuários pertençam a um mesmo grupo de pessoas e façam uso de um determinado site/programa em condições semelhantes.

Dessa forma, os testes foram realizados com seis participantes cegos (sendo um deles o que executou o teste piloto), maiores de idade, com idade entre 18 e 40 anos, todos músicos ou alunos de música que possuem conhecimento em teoria musical (Tabela 1). Quatro nasceram cegos e um ficou cego há mais de dez anos e possui memória visual. Todos relataram usar internet com frequência, e autoavaliaram seu nível de conhecimento em computadores como “bom” ou “ótimo” e, todos já haviam, em algum momento de suas vidas, utilizado o *software* MusiBraille.

Os participantes souberam da pesquisa através de divulgação na rede social *WhatsApp* e procuraram a pesquisadora se voluntariando a participar dos testes. Dos seis voluntários, um executou o teste piloto. Para manter sigilo quanto à identidade dos participantes, os nomes foram codificados em Teste piloto, U1, U2, U3, U4 e U5.

**Tabela 1 – Perfil dos Participantes**

Participante	Idade	Sexo	Ocupação	Conhecimento do Braille
Teste piloto	40	Masculino	Professor	Sim
U1	27	Masculino	Professor	Sim
U2	21	Masculino	Analista de Qualidade	Sim
U3	34	Feminino	Bancária	Sim
U4	36	Masculino	Servidor Público	Sim
U5	19	Feminino	Estudante	Sim

### 3.6. Aplicação dos testes

Os testes foram realizados de forma remota, através da plataforma *Google Meet*, onde os participantes usaram seus computadores pessoais. Foi feita a captura de voz, da interação dos participantes, por meio de um *iPhone 7 Plus*, sobre a mesa do computador, a fim de captar cada fala de forma comprehensível para ser escutado para análise posterior dos resultados.

Antes encontro virtual, uma pesquisadora enviou um e-mail, com a carta convite para o teste, encaminhando os documentos com a apresentação da pesquisa e o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para que o participante pudesse realizar a leitura. Foi solicitado ao voluntário que respondesse o convite, declarando estar de acordo ou não em participar da pesquisa.

No dia do encontro, a pesquisadora fez a leitura do TCLE e o participante pode concordar em participar dos testes. Foi reforçada a informação de que haveria gravação de voz e que o objetivo dos testes não era avaliar o participante, mas avaliar sua

interação com o MusiBraille, para saber se o *software* atenderia as necessidades do usuário ao ser utilizado em suas atividades musicais.

### **3.7. Método de Análise dos Resultados**

Os dados coletados nas observações da interação dos usuários com o *software* e nas entrevistas pós-testes foram analisados de maneira interpretativa [Ferreira et al., 2012], tendo em vista saber se o *software* atende às expectativas dos usuários quanto a apoiá-lo em suas atividades musicais. Os aspectos de acessibilidade foram avaliados com base nas diretrizes WCAG 2.1, uma vez que a maioria dessas diretrizes, voltadas para acessibilidade em conteúdo *web*, podem ser aplicadas para *softwares* [Acessibilidade.net, 2020].

### **3.8. Delimitação da Pesquisa e Limitação do Método**

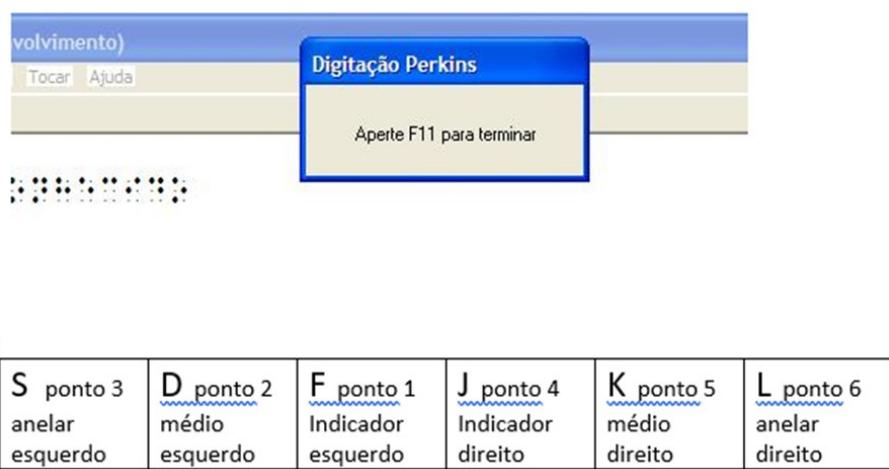
Somente as funcionalidades do software que se relacionavam com as tarefas pré-definidas para o teste com usuários foram avaliadas. Também não foi levado em consideração o tempo que cada um levou para concluir os testes.

A imersão do pesquisador no contexto do grupo pesquisado, e ao mesmo tempo, estar envolvido em todas as etapas da metodologia, desde o planejamento até as análises de resultados, pode trazer uma perspectiva subjetiva na interpretação dos resultados da pesquisa [Recker, 2013] e a presença de apenas uma pesquisadora para conduzir as avaliações de interação dos usuários com o software podem ser vistas como limitações.

O fato de os voluntários já terem tido algum contato, ainda que superficial, com o MusiBraille pode representar uma limitação, pois isso pode introduzir algum tipo de viés em suas avaliações.

## **4. Testes com Usuários**

Inicialmente, o teste piloto foi executado de forma remota utilizando *Windows 11* e o leitor de tela NVDA. O participante conseguiu realizar todas as tarefas, porém relatou algumas dificuldades quanto à acessibilidade de alguns botões do software que não estavam etiquetados, por isso optou por escrever a partitura (uma das tarefas) através do simulador do teclado Perkins (máquina de escrever em Braille), que o próprio *software* disponibiliza através da tecla “F11”, conforme apresenta a Figura 1. O participante declarou que as tarefas estavam bem explicadas, porém fez uma recomendação para que, a pesquisadora já fornecesse o *link* de instalação do *software*, para que os usuários não clicassem em algum site não confiável.

**Figura 1 – Digitização Perkins**

#### 4.1. Execução de Testes

As tarefas foram apresentadas aos participantes, sendo: 1- Baixar o *software*; 2- Instalar o *software*; 3- Iniciar programa; 4- Escrever a partitura da música Cai, cai balão; 5 - Salvar trabalho; 6 - Colocar a música para tocar. Uma pesquisadora orientou quanto aos dados da música que seria trabalhada nas atividades. O participante poderia escolher de que forma escreveria a partitura.

Para a Tarefa 1 (Baixar o *software*), foi enviado o endereço para encontrar MusiBraille e todos os participantes conseguiram acessar site e baixar o software sem dificuldades. Na Tarefa 2 (Instalar o *software*), foi observado que todos os participantes conseguiram executar sem intercorrências.

A Tarefa 3 (Iniciar programa) foi realizada com dificuldade por todos os participantes, devido ao leitor de tela não ler os campos do formulário que informam as propriedades da música necessárias para dar início a uma nova composição (conforme mostra a Figura 2), então a pesquisadora auxiliou quanto às informações requeridas.

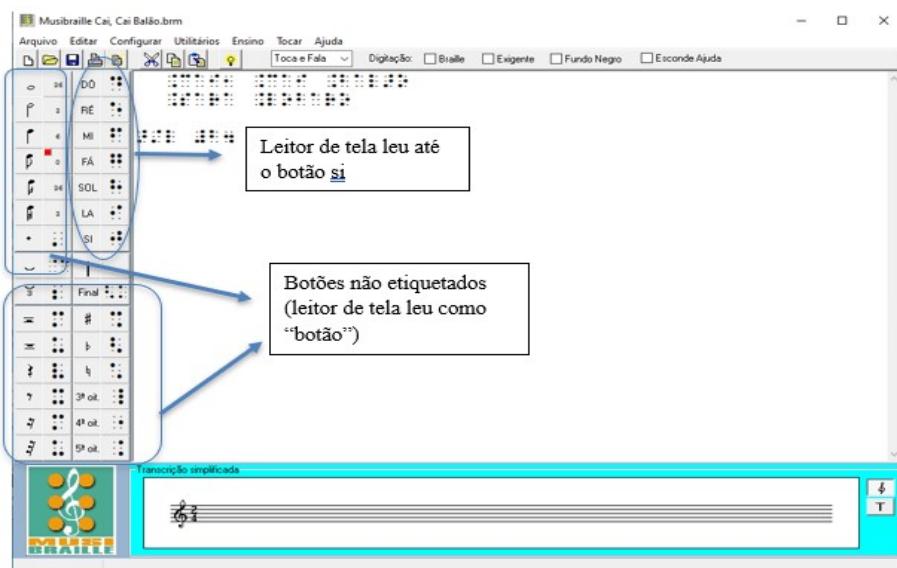
Outra dificuldade informada pelo participante U1 teve em relação à lista com itens que se encontravam em inglês na mesma tela (propriedades da música). Foi necessário que a pesquisadora esclarecesse que a lista com itens em inglês tratava de instrumentos que o programa poderia simular para tocar a música. Depois de preencher as propriedades da música e dar “OK” para prosseguir o programa abre a tela para escrever a partitura, próxima tarefa do teste.



**Figura 2 – Propriedades da música**

Na Tarefa 4 (Escrever partitura da música Cai, cai, balão), a tela abriu com a mensagem informando para inserir a oitava da música, o leitor de tela não leu a mensagem, apenas o botão “OK”. A usuária U3 clicou no botão “OK” sem saber do que se tratava e comentou: “Acabei de dar OK em algo que nem sei o que era. Pode me dizer o que era?”, a pesquisadora então lhe informou do que se tratava a mensagem.

A partitura inicia com a quarta oitava. O participante U1 percorreu pelo painel das notas (Figura 3), a esquerda da tela, e percebeu que o *feedback* de áudio referentes aos botões parava no botão com a nota “si”, os demais botões o leitor de tela apenas lia “botão” sem especificar.



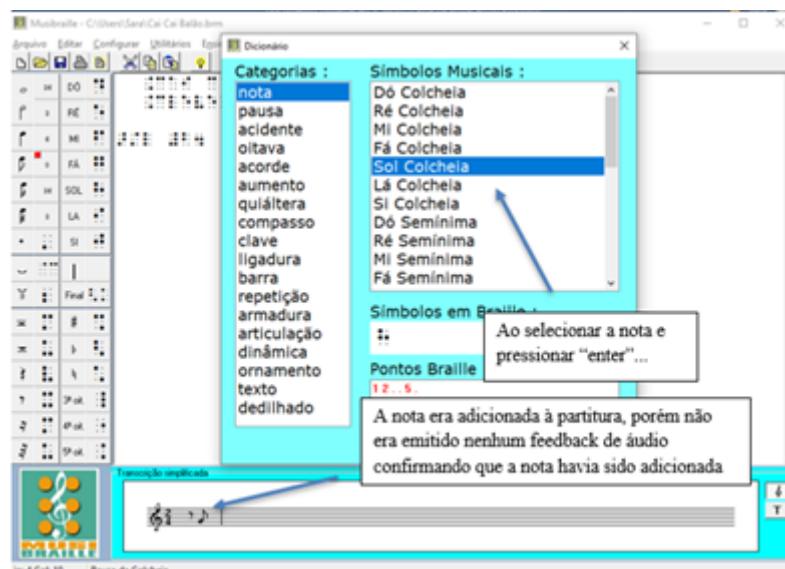
**Figura 3 – Painel de notas**

Frente a essa dificuldade, U1 teve a ideia de desativar o leitor de telas de seu computador e acionar o leitor de telas do próprio programa, porém os botões não estavam etiquetados, por isso não emitiam *feedback* de áudio. Ele então pressionou a

tecla F1 (buscando ajuda), mas uma mensagem foi emitida “Arquivo de ajuda *musiBraille.rtf* não encontrado” e o leitor de telas não leu a mensagem que foi lida pela pesquisadora.

Devido às inúmeras dificuldades, o usuário U1 optou por parar com o teste, mas pediu que sua participação fosse considerada na pesquisa. É importante destacar que o participante U1 ficou cego com quatorze anos, logo, ele possui memória visual de uma pauta musical, conhece as figuras musicais e tem grande conhecimento em teoria musical, porém ele não sabe a musicografia Braille. Para ele a opção de escrever a partitura através do teclado Perkins não o atenderia, a melhor opção para escrever a partitura seria através do painel de notas, porém o painel apresentou problemas de acessibilidade.

Os participantes U2 e U4 optaram por usar o teclado Perkins para escrever a partitura, ambos demonstraram segurança e domínio ao utilizar o teclado Perkins. O participante U4 ao terminar de escrever a partitura conferiu (percorrendo a partitura com o cursor) para se certificar de que tinha digitado a partitura corretamente e percebeu que havia algumas notas erradas, logo corrigiu. As usuárias U3 e U5 utilizaram o dicionário de notas para escrever a partitura (Figura 4), através da tecla F7, pressionando a tecla “enter” na nota que deseja adicionar à partitura. A dificuldade que encontraram com esse método foi a falta de *feedback* de áudio indicando se a nota fora ou não adicionada na partitura. A pesquisadora então assegurou às usuárias que as notas eram adicionadas à partitura, a partir da tecla “enter”.



**Figura 4 – Dicionário de notas**

A Tarefa 5 (Salvar trabalho), foi realizada por todos os participantes com facilidade, percorrendo pelo menu principal do programa e clicando no botão “salvar como”, salvando no formato MusiBraille. Por fim, a Tarefa 6 (Colocar música para tocar) foi realizada com facilidade pelos U2, U3, U4 e U5.

## 5 Análise dos Resultados

Os testes mostraram dificuldades enfrentadas pelos usuários devido à falta de acessibilidade em funções do sistema. Apesar disso, as atividades foram bastante

proveitosas, pois fazer críticas a um *software* e serem ouvidos sem julgamentos foi relatado com um aspecto positivo pelos participantes.

Observou-se que participantes com conhecimento em musicografia Braille não tiveram tantas dificuldades na escrita da partitura, apenas em relação à ausência de acessibilidade nas mensagens informativas emitidas pelo programa. A principal queixa relatada foi relacionada à falta de acessibilidade em mensagens, botões, e ausência de *feedback* de áudios em algumas funções.

Outro ponto importante para ressaltar é que o participante do teste piloto usou seu computador com *Windows 11*, que não apresentou problemas de acessibilidade nas mensagens emitidas pelo programa. Portanto, presume-se que a falta de acessibilidade, em alguns casos, pode estar relacionada à versão do *Windows*.

Ao serem perguntados se o programa atendia suas expectativas, todos declararam que a iniciativa do *software* é muito boa, mas alguns questionaram como seria fazer uma partitura com acordes que sejam tocados simultaneamente em uma harmonia, como era o caso da participante que estuda violão. Três dos cinco participantes, declararam achar que o programa MusiBraille não é totalmente intuitivo, por isso acreditam que para utilizá-lo é necessário ler e estudar o manual de uso previamente. Todos os problemas identificados nos testes foram relacionados com os princípios: perceptível, operável, compreensível da WCAG 2.1, que fundamentam as recomendações de acessibilidade e são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2 –WCAG X Problema identificado**

Princípio WCAG	Diretriz	Critério de sucesso WCAG	Problema identificado
Perceptível	1.1 Alternativas de texto	1.1.1 Conteúdo não textual	Ausência de etiquetas em botões no painel de notas musicais
Operável	2.4 Navegável	2.4.2 Página intitulada	Ausência de <i>feedback</i> de áudio nas funções do dicionário das notas
Operável	2.4 Navegável	2.4.4 Finalidade do <i>link</i>	Impossibilidade de salvar o trabalho clicando em “salvar”. Ausência de retorno na ferramenta “ajuda”
Compreensível	3.1 Legível	3.1.1 Idioma	Termos em outro idioma
Compreensível	3.2 Previsível	3.2.4 Idendificação consistente	Falta de acessibilidade nas mensagens emitidas pelo programa
Compreensível	3.3 Assistência de entrada	3.3.1 Erro de identificação	Ausência de instruções adequadas na tela de início para entrar com os dados da música

Compreensível	3.3 Assistente de entrada	3.3.2 Etiquetas ou instruções	Ausência de etiquetas nos botões do painel de notas
---------------	---------------------------	-------------------------------	---

### 5.1. Proposta de Sugestões para o Desenvolvimento de Softwares de Ensino de Música mais Acessíveis

Foram elaboradas sugestões para apoiar o desenvolvimento de *softwares* de ensino de música mais acessíveis para pessoas com deficiência visual, considerando as análises dos resultados do presente trabalho e com base nas diretrizes de acessibilidade da WCAG.

- 1 - Informar ao usuário (através de indicações sonoras e mensagens de voz) que o programa foi iniciado: ao clicar no programa para abri-lo, é importante que o usuário receba uma informação, audível, de que a ação foi realizada.
- 2 - Solicitar informações da nova composição, bem como o instrumento para o qual a partitura será escrita, ao iniciar o programa.
- 3 - Possibilitar que usuário escolha a clave, antes de iniciar a escrita da partitura e adicione outra clave em uma outra linha da pauta musical que esteja sendo escrita, caso precise.
- 4- Possibilitar que o usuário escreva a partitura de mais de uma forma: é importante que seja apresentado ao usuário mais de uma maneira de escrever sua partitura.  
Outra alternativa é apresentar listas onde o usuário possa escolher a figura musical (ex: colcheia), depois a nota musical (ex: dó) e a nota ser adicionada na partitura.
- 5 - Possibilitar que o usuário escreva partituras harmônicas compostas por acordes com mais de uma nota: apresentar listas para que o usuário possa escolher a nota a ser adicionada.
- 6 - Possibilitar que o usuário altere alguma informação sobre a música que está escrevendo, (ex: compositor, nome da música, compasso, etc..) sem perder nenhum dado do trabalho já realizado.
- 7 - Possibilitar que o usuário acesse a função “Ajuda” do programa através da tecla de atalho F1 (tecla geralmente utilizada para função de “ajuda” no windows) ou através do menu principal do programa.
- 8 - Possibilitar que o usuário salve seu trabalho em diferentes formatos, para que ele acesse o quanto quiser e no formato que precisar (ex: formato xml.).
- 9 - Apresentar funções de exportar e importar a partitura, para que o usuário possa abrir uma partitura que receber e ainda possa editá-la.
- 10 – Emitir o som da nota musical que for adicionada na partitura, em seguida descrever o nome da nota que foi adicionada.
- 11 - Atentar-se para que o som da descrição da nota não sobreponha o som musical da nota.
- 12 - Apresentar a partitura musical na musicografia Braille e na musicografia comum. Conforme o usuário for escrevendo a partitura e adicionando as notas, o programa preenche a partitura na musicografia Braille e na pauta em tinta.

- 13 - Apresentar utilitários com funções úteis às atividades musicais
- 14 - Atentar-se para que a fase de testes do programa desenvolvido seja executada com a participação de usuários com deficiência visual, de diferentes perfis: cegos congênitos e adquiridos; e de diferentes níveis de conhecimento musical (iniciante, intermediário e avançado).
- 15 - Certificar-se de que todas as funções do programa estejam acessíveis aos leitores de tela.
- 16 - Possibilitar um retorno de áudio descrevendo a tela em que o usuário se encontra, para que ele possa se localizar em suas funções.
- 17 - Possibilitar que o usuário accesse todas as funções do programa através de seu teclado.
- 18 – Indicar as definições das palavras ou expressões, caso o programa apresente termos em outros idiomas.
- 19 - Aplicar tratamentos de erros com *feedback* de áudio, descrição do erro em mensagem de voz, e fornecer ao usuário alternativas de correção do erro, se houver.

## 6. Conclusões

Apesar da falta de acessibilidade em algumas funções, a maioria dos participantes conseguiu concluir todas as atividades. É possível afirmar que pessoas que estudam o manual do Musibraille previamente, para conhecer suas funções, utilizam esse *software* com mais facilidade, assim como pessoas que conhecem a musicografia Braille.

Como contribuição técnica deste trabalho, as sugestões elaboradas podem apoiar no desenvolvimento de sistemas de ensino de música mais acessível levando em consideração as perspectivas de pessoas com deficiência visual. Como contribuição científica acredita-se que este trabalho possa gerar conhecimento na área de acessibilidade em tecnologias de informação, fomentando discussões no que diz respeito às interfaces inclusivas que proporcione uma melhor interação entre pessoas, processos e tecnologia, assim como incentivar outros pesquisadores nesta temática. Os resultados obtidos nesta pesquisa foram encaminhados à equipe que mantém o programa Musibraille versão 1.12, visando que as falhas apontadas sejam corrigidas, com o intuito de aprimorar a versão 2.0 do *software*, atualmente em preparação.

Como pesquisa futura pretende-se fazer uma análise mais minuciosa levando em consideração o perfil mais individualizado dos alunos de música com deficiência visual: separar por nível de conhecimento musical, cego congênito ou adquirido etc. Deve ser feita também uma análise comparativa da interação de cada aluno com um *software*, para entender quais resultados a experiência que usuários com características distintas podem apresentar.

## References

ACESSIBILIDADE.NET GUIA DE ACESSIBILIDADE AO SOFTWARE (2020).  
<http://www.acessibilidade.net/software/#visual> Acesso em 26 de agosto de 2021.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1994). NBR9050: Acessibilidade de Pessoas Portadoras de Deficiência a Edificações, Espaço, Mobiliário e Equipamentos Urbanos. Technical Report. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

Bertoletti, A. (2012). Tecnologias Digitais no Ensino da Arte: Perspectivas Educacionais na Era da Conversão Digital. [Publisher]. 145 pages. il. 30 cm.

Borges, J.A.S & Tomé, D. (2014). Teaching Music to Blind Children: New Strategies for Teaching Through Interactive Use of Musibraille Software. Procedia Computer Science 27 (2014), 19–27.

Borges, J. A. S. & Tomé, D. (2009). MUSIBRAILLE- Manual de Operação. Nome da Editora, Local de Publicação.

Borges, J. A. & Tomé D. (2012). The Musibraille Project - Enabling the Inclusion of Blind Students in Music Courses. In ICCHP 2012, Part I, LNCS 7382, K. Miesenberger et al. (Eds.). 100–107.

Conselho Nacional de Saúde. 2012. Resolução Nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>, Acesso em: 8 ago. 2021.

REMEDIOS, Sara Elene Lobato dos; SILVA, Sandro Luís Freire de Castro; FERREIRA, Simone Bacellar Leal. Investigando Tecnologias Educacionais para o Ensino e Aprendizagem de Música para Deficientes Visuais Totais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO MUSICAL (SBCM), 18. , 2021, Recife. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021 . p. 201-204. DOI: <https://doi.org/10.5753/sbcm.2021.19447>.

DOS REMEDIOS, Sara Elene Lobato; FERREIRA, Simone Bacellar Leal. Aspectos Humanos e Sociais no Ambiente de Aprendizagem de Música para Cegos no Brasil. In: WORKSHOP SOBRE ASPECTOS DA INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR NA WEB SOCIAL (WAIHCWS), 13. , 2022, Diamantina. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022 . p. 16-23. ISSN 2596-0296. DOI: <https://doi.org/10.5753/waihews.2022.226630>.

Ferreira, S. B. L., & Nunes, R. (2008). e-Usabilidade (1 ed.). LTC, Rio de Janeiro.

Ferreira, S. B. L., Silveira, D. S., Capra, E. P. & Ferreira, A. O. (2012). Protocols for Evaluation of Site Accessibility with the Participation of Blind Users. In Proceedings of the 4th International Conference on Software Development for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion (DSAII 2012), Vol. 14. 47– 55.

Figueira, E. (2002). A Presença da Pessoa com Deficiência Visual nas Artes. <http://www.saci.org.br/index.php?modulo=akemi&parametro=4574> [Acesso em agosto de 2019].

Freitas, C. B. & Lobo, M. (2000). O Sistema CEP/CONEP. Caderno de Ética em Pesquisa – Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, Conselho Nacional de Saúde (2000). Disponível em: [http://conselho.saude.gov.br/web\\_comissoes/conep/aquivos/materialeducativo/cadernos/caderno07.pdf](http://conselho.saude.gov.br/web_comissoes/conep/aquivos/materialeducativo/cadernos/caderno07.pdf), Acesso em dezembro de 2022.

Gil, A. C.(2010). Como Elaborar Projetos de Pesquisa (5 ed.). Atlas, São Paulo.

- gov.br. 2021. Tecnologia Assistiva - Leitores de Tela. <http://emag.governoeletronico.gov.br/cursodesenvolvedor/introducao/tecnologia-assistiva-leitores-detela.html> Acesso em agosto de 2021.
- Hamilton, R.H., Pascual-Leone, A. & Schlaug, G. (2004). Absolute Pitch in Blind Musicians: Auditory and Vestibular Systems. *Neuroreport* 15, 5 (2004), 803– 806.
- Kitchenham, B. & Charters, S. (2007). Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Technical Report EBSE 2007-001. Keele University and Durham University Joint Report.
- Lazar, J.; Feng, J. H. & H. Hochheiser. (2010). Research Methods in Human- Computer Interaction. John Wiley & Sons.
- Legal. (2008). Acesso à Web e Tecnologias Assistivas. <http://www.acessibilidadelegal.com/33-acesso.php> Acesso em agosto de 2021.
- Nielsen, J. (2012). Usability 101: Introduction to Usability. <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/> Acesso em outubro de 2021.
- Payne, W. C., Xu, A. Y., Ahmed, F., Ye, L. & Hurst, A. (2020) How Blind and Visually Impaired Composers, Producers, and Songwriters Leverage and Adapt Music Technology. In ASSETS'20, October 26-28, 2020, Virtual Event, Greece
- Pinto, M. C. (2007). Tecnologia e Ensino-Aprendizagem Musical na Escola: uma abordagem construtivista interdisciplinar mediada pelo software Encore versão 4.5. Ph. D. Dissertation. [Institution Name], Belo Horizonte.
- Prates, R. O. & Barbosa, S. D. J. (2003). Avaliação de Interfaces de Usuário - Conceitos e Métodos. In Jornada de Atualização em Informática (JAI) do XXIII Conference of SBC.
- Recker, J. (2013). Scientific Research in Information Systems: A Beginner's Guide (1 ed.). Springer Berlin Heidelberg, New York.
- Rocha, A. B. O. (2017). O Ensino da Música para Deficientes Visuais. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento 05, 8 (novembro 2017), 105– 120.
- Silva, C. F., Ferreira, S. B. L. & Ramos, J. F. M. (2016). WhatsApp Accessibility from the Perspective of Visually Impaired People. In Proceedings of the 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems (IHC '16). São Paulo.
- Tudissaki, S. E. (2010). Processos de Ensino e Aprendizagem Musical para Deficientes Visuais. Revista Espaço Intermediário I, II (novembro 2010), 31–43.
- W3.ORG. <https://www.w3.org/> Acesso em abril de 2022.
- W3C. 2018. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. <https://www.w3c.br/> Acesso em dezembro de 2021.