

Recomendações para o desenvolvimento de imagens audiotáteis para estudantes cegos: uma revisão da literatura

Recommendations for the development of audio-tactile images for blind students: a literature review

MUNIZ, Júlia Pereira Steffen; Mestranda; UFPR.

juliasteffenmuniz@hotmail.com

BRAGA, Rodrigo Antônio Marques; Doutor; UFSC.

rodrigo.braga.ufsc@gmail.com

OKIMOTO, Maria Lucia Leite Ribeiro; Doutora; UFPR.

lucia.demec@ufpr.br

Atualmente a comunicação é baseada em um domínio da imagem visual, onde os estudantes cegos muitas vezes não possuem acesso informacional aos conteúdos. Justamente pela relevância da imagem como geradora de novos códigos e linguagens, deve-se utilizar outros sentidos para suprimir esta lacuna informacional. É neste contexto que as imagens audiotáteis, com estímulos tátteis e auditivos, permitem o acesso de estudantes cegos a imagens. Com base em uma Revisão Bibliográfica Sistemática realizada anteriormente (MUNIZ; OKIMOTO, 2021) foi possível identificar a falta de documentos que abordassem de forma sistematizada recomendações para o desenvolvimento deste artefato. Desta forma, o objetivo do artigo é apresentar o resultado das recomendações coletadas e sistematizadas resultantes dos arquivos encontrados em duas revisões bibliográficas feitas anteriormente, trazendo reflexões sobre o tema. Ao final, foram elaboradas 39 recomendações, direcionadas a profissionais que desenvolvem este tipo de materiais didáticos.

Palavras-chave: Imagens audiotáteis; Acessibilidade; Cegueira.

Currently, communication is based on a domain of visual image, where blind students often do not have informational access to content. Precisely because the relevance of the image as a generator of new codes and languages, other senses must be used to suppress this information gap. It's in this context that audio-tactile graphics, with tactile and auditory stimulation, allow visually impaired students to access images. Based on a previous Systematic Literature Review (MUNIZ; OKIMOTO, 2021) it was possible identify the lack of documents that systematically addressed recommendations for the development of this artifacts. In this way, the objective of the article is to present the results of the recommendations collected and systematizes resulting from the files found in two bibliographic reviews made previously, bringing reflections on the subject. At the end, 39 recommendations were made, aimed at professionals who develop this type of teaching materials.

Keywords: Audio-tactile graphics; Accessibility; Blindness.

1 Introdução

Estima-se que no mundo, aproximadamente 1 bilhão de pessoas possuem algum tipo de deficiência (ONU, 2016), em contrapartida com o contexto brasileiro, onde 23% da população afirmar ser deficiente (IBGE, 2010). A deficiência visual como um todo é a de maior incidência entre os brasileiros, compreendendo 77,45% das pessoas que declararam possuir alguma deficiência no censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE de 2010. Em idade escolar, considerando alunos de até 17 anos, existem 507 mil estudantes que apresentam deficiência visual, demonstrando a necessidade de materiais didáticos que sejam acessíveis dentro dos espaços de ensino (IBGE, 2013).

A expressiva parcela da população referenciada nos dados estatísticos destaca a necessidade de um avanço a um sistema educacional mais inclusivo. Ainda que nos últimos anos seja notável um crescimento na infraestrutura e mobilidade adequada para pessoas com deficiência, nem todos os direitos de um estudante cego são garantidos de forma prática. Entre as principais barreiras encontradas atualmente da perspectiva do design nas escolas, estão a falta e/ou mal estado de conservação de tecnologias assistivas e materiais didáticos adequados; a insuficiência de materiais inclusivos que propiciem uma interação durante as aulas entre pessoas sem e com deficiência visual e materiais que possuem informações imprecisas ou desenvolvidas de forma precária nos materiais didáticos (JACOB; CARDOSO, 2018; HEIDRICH; RADAI, 2018; MENDONÇA ET AL., 2008).

Como estratégia para transpassar estes obstáculos, é necessário atender a necessidade informacional dos estudantes cegos por canais diferentes do visual. Na atualidade, a comunicação é baseada em um domínio da imagem visual, trazendo um privilégio informacional para as pessoas videntes dentro da sociedade. Este fato pode transformar as pessoas não videntes em seres apenas contemplativos de seu entorno, diminuindo sua capacidade de ação sobre ele (SILVA, 2011). Justamente pela relevância da imagem como geradora de novos códigos e linguagens, deve-se utilizar outros sentidos para suprir esta lacuna informacional, como a audição e o tato.

É neste contexto que as imagens audiotáteis se caracterizam como um meio de permitir o acesso de estudantes com deficiência visual a imagens utilizadas durante o processo de ensino aprendizagem no contexto escolar (MUNIZ; OKIMOTO, 2021). Atuando por dois canais sensoriais simultaneamente - áudio e tato -, as imagens audiotáteis transmitem o conhecimento através da percepção tátil, com a utilização de linhas, áreas, pontos, volumes, textos em Braille, e da percepção auditiva, por meio de audiodescrições, sons e músicas. Desta forma, configura-se como um material interativo e áudio responsável, onde a superfície tátil possui pontos associados com explicações e/ou descrições em áudio (SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021).

Porém, sua disseminação não é tão extensa, como demonstrado em uma Revisão Bibliográfica Sistemática – RBS realizada anteriormente (MUNIZ; OKIMOTO, 2021). Como resultado desta mesma RBS, foi possível concluir que dentre os documentos selecionados, uma pequena minoria de pesquisas abordavam recomendações de forma sistematizada. Deste modo, foi iniciada uma pesquisa com o objetivo de propor diretrizes de tradução de imagens bidimensionais para imagens audiotáteis, para a acessibilidade de estudantes cegos de forma inclusiva. Portanto, a fase inicial da pesquisa resumiu-se a uma leitura extensa de todos os arquivos para encontrar recomendações feitas de forma dispersa pelos textos para posteriormente serem compiladas e sistematizadas, proporcionando assim uma fonte

referencial para atuantes no tema, sejam estudantes, professores ou desenvolvedores de materiais didáticos acessíveis.

Sendo assim, o objetivo deste artigo é apresentar o resultado das recomendações coletadas e sistematizadas resultantes dos arquivos encontrados em uma prévia RBS e também de uma Revisão Bibliográfica Assistemática - RBA realizada, trazendo reflexões sobre o tema.

2 Referencial Teórico

A deficiência visual é dividida entre a perda total da visão, configurada como cegueira, ou a perda parcial da visão, denominada baixa visão, onde não é possível a correção por meio de lentes (IBGE, 2010). Desta forma, a nomenclatura correta para denominar uma pessoa que possui a perda parcial ou total da visão é pessoa com deficiência visual, visto que o Brasil ratificou o termo presente na Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência na emenda constitucional de 2008 (PMC, 2013).

Para que a educação de pessoas com deficiência visual seja realizada de forma apropriada, é imprescindível que o processo de ensino-aprendizagem seja realizado pelo viés inclusivo. A falta de um ensino de qualidade pode ocasionar atrasos motores e cognitivos, desenvolvidos principalmente pela falta de experiências do indivíduo com o seu entorno e contexto (QUEVEDO; ULBRICHT, 2011; MUNIZ; OKIMOTO, 2021). Além disso, como afirma Silva (2011), a falta de acesso às informações transmitidas por meio de imagens, pode acarretar um afastamento do indivíduo de seu entorno, perdendo assim sua visão crítica sobre o mundo ao seu redor.

A inclusão social e a acessibilidade são um direito garantido pela Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), no qual pessoas com deficiência possuem seus direitos sociais assegurados no Artigo 6º, onde entre as garantias citadas, se encontra o direito à educação. Possivelmente em nenhuma outra forma de educação os recursos didáticos possuam tanta importância como na educação de pessoas cegas e a falta deste material pode acabar gerando uma aprendizagem baseada apenas na forma verbalizada de ensino (CERQUEIRA; FERREIRA, 2000).

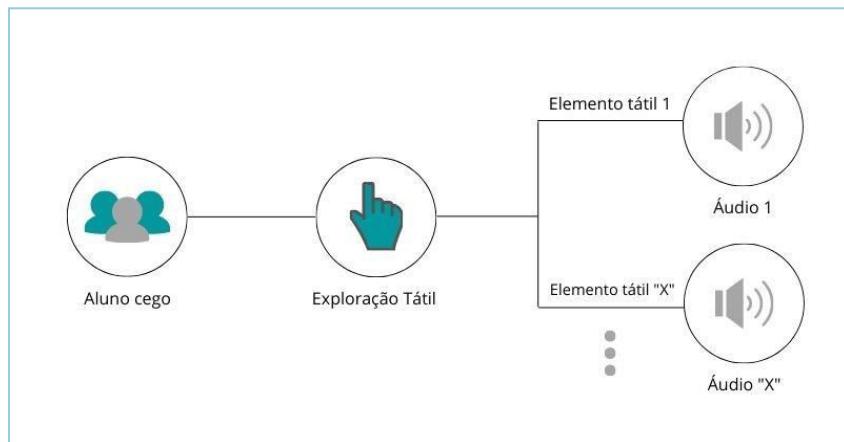
Assim sendo, se demonstra necessário que Tecnologias Assistivas sejam desenvolvidas através do Design Universal, para que a inclusão no ambiente escolar seja alcançada pelo maior número de estudantes possível (MUNIZ; OKIMOTO, 2021). Na esfera educacional, a TA é definida como um conjunto de recursos que possui como finalidade promover o acesso e a participação de estudantes deficientes visuais no ensino-aprendizagem (BRENDLER ET AL., 2014). Através da utilização do Design Universal no processo de desenvolvimento das Tecnologias Assistivas, proporciona-se o acesso à informação de diferentes públicos, à medida que o Design Universal se trata da concepção de artefatos que possam ser utilizados pelo maior número de pessoas possível, sem a necessidade de adaptação (GABRILLI, 2016).

Desta forma, a imagem audiotátil se conforma como uma Tecnologia Assistiva dentro do ambiente escolar, propiciando assim a transmissão de informações, principalmente para estudantes cegos. Além disso, por serem desenvolvidas com o intuito de dividir as informações de imagens bidimensionais entre tato e audição, as imagens audiotáteis auxiliam na diminuição da complexidade tátil (SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021), já que na maioria das vezes é utilizada apenas a exploração do tato no ensino de pessoas cegas (MUNIZ; OKIMOTO, 2021).

Seu funcionamento é feito através de três passos principais, como demonstra a Figura 1. A partir da exploração tátil feita por um aluno cego em ambiente escolar – passo 1 -, é acionado um elemento tátil – passo 2 -, e é através desse acionamento que o aluno recebe explicações

em áudio sobre os elementos táteis explorados – passo 3 - (SANCHES, 2018). Uma imagem audiotátil não contém um número exato de elementos táteis que podem ser aplicados, o que foi exemplificado na imagem através dos três pontos. Porém, é sempre importante não sobrecarregar cognitivamente o aluno, distribuindo adequadamente pela imagem.

Figura 1 – Funcionamento básico de uma imagem audiotátil



Fonte: adaptado de Sanches, 2018 (2022)

Percebe-se então a importância da visualização e compreensão do aluno sobre os conteúdos passados em sala de aula, e mais especificamente no que se trata da imagem e sobre os estímulos visuais de uma forma geral, o que reforça a necessidade do uso de imagens audiotáteis que permitam que pessoas com deficiência visual também tenham acesso garantido ao conteúdo e ao aprendizado proporcionado no âmbito escolar.

Por outro lado, encontra-se na literatura uma ausência de diretrizes que sistematizem de forma mais objetiva a criação destas imagens audiotáteis. Alguns autores como Gual, Puyuelo e Lloveras (2011), Sanches (2018) e Sanches, Bueno e Okimoto (2021) relatam esta carência, mencionando a necessidade da criação e definição de diretrizes direcionadas à área em que a imagem audiotátil deverá ser aplicada, já que não existem critérios estabelecidos ou normas oficiais para sua criação, onde os requisitos utilizados dependem muito da experiência particular de cada designer ou educador que projeta as imagens audiotáteis (GUAL; PUYUELO; LLOVERAS, 2011).

A partir destes pressupostos, buscou-se encontrar e sistematizar por meio de uma quadro dividida em categorias, recomendações para a criação de imagens audiotáteis.

3 Método

Para realizar esta pesquisa, foi realizada inicialmente uma RBS e uma RBA, publicadas anteriormente em Muniz e Okimoto (2021). A Revisão Bibliográfica Sistemática trata-se de um método de revisão em que é possível fazer sua replicabilidade, permitindo a rastreabilidade dos critérios adotados ao longo de sua realização (SANTOS, 2018). Já a Revisão Bibliográfica Assistemática é uma forma revisão onde o processo de busca e seleção do conteúdo é executado de forma investigativa, não é transparente e não permite continuidade. Nesta pesquisa o método da RBA foi utilizado com o propósito de encontrar recomendações adicionais, não sendo o principal método de revisão bibliográfica realizado.

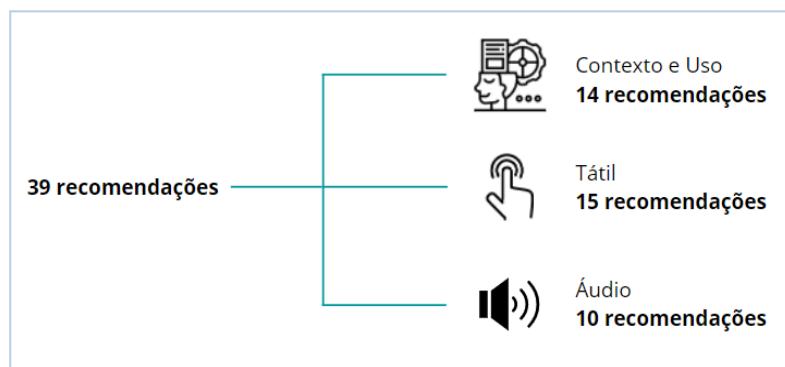
Assim, os 41 documentos selecionados anteriormente através dos procedimentos descritos em Muniz e Okimoto (2021), foram lidos em sua totalidade, onde suas informações teóricas

foram fichadas de forma individual, para posteriormente serem tabuladas individualmente. Após a tabulação, as recomendações foram sistematizadas e divididas por categorias em um mesmo quadro.

4 Recomendações para o desenvolvimento de imagens audiotáteis

Após o cumprimento dos procedimentos da pesquisa, as recomendações foram selecionadas dos documentos resultantes da RBS e RBA e sistematizadas em um só quadro, tornando-se assim um conjunto de recomendações, divididas por três categorias: Contexto e uso, Tátil e Áudio. (Figura 2).

Figura 2 – Categorias das Recomendações para o desenvolvimento de imagens audiotáteis



Fonte: os autores (2022)

Cada recomendação foi feita a partir da sintetização de fontes similares, totalizando assim como demonstrado na imagem acima, 39 recomendações. Em seguida, são apresentadas as recomendações numeradas de acordo com sua categoria e a bibliografia de onde foram retiradas (Quadro 1).

Quadro 1 – Definição e critérios de avaliação do artigo completo.

Nº	Categoria	Recomendações	Bibliografia
01	Contexto e uso	As imagens devem ser confeccionadas com materiais resistentes , considerando o manuseio frequente pelos alunos.	<ul style="list-style-type: none"> - BERBETZ, 2019; - POHLMANN ET AL., 2016; - CERQUEIRA; FERREIRA, 2000; - ARICCHIO ET AL., 2017; - ECCHIARELLI, 2019; - BRENDLER ET AL., 2014; - SILVA ET AL., 2010.
02	Contexto e uso	Levar em consideração que a hierarquia de interação da imagem audiotátil segue: (1) Exploração Tátil; (2) Gestos táteis para ouvir áudios; (3) Comandos de voz para ouvir informações adicionais.	<ul style="list-style-type: none"> - SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
03	Contexto e uso	Sempre que possível, envolver os usuários no processo de criação das imagens áudio-táteis, além dos educadores.	<ul style="list-style-type: none"> - SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021; - POSCA, 2017; - POHLMANN ET AL., 2016; - MATATLA ET AL., 2015; - PAGANO; MARTINS, 2014;

- ROSSETTI ET AL., 2019.

04	Contexto e uso	Instruir aos novos usuários em como ler uma imagem audiotátil, pois a dinâmica é diferente de imagens tátteis comuns. Se necessário, ter um tutorial disponível a todo momento.	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
05	Contexto e uso	Busque desenvolver a imagem audiotátil com o menor custo possível , para que possa ser mais disseminada.	- SANCHES, 2018; - ROSSETTI ET AL., 2019; - MICHALIK; FRYAZINOV, 2016; - KARASTOYANOV; STOIMENOV; GYOSHEV, 2019; - JO ET AL., 2016.
06	Contexto e uso	Ao planejar o conteúdo, priorizar o desenvolvimento de materiais que não são facilmente encontrados em 3D, inacessíveis (por exemplo, arquitetura ou objetos grandes), ou que são pouco abordados no currículo.	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
07	Contexto e uso	É importante criar algum detalhe que auxilie o usuário a direcionar a imagem audiotátil na frente do corpo de maneira independente.	- SILVA, 2011; - SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
08	Contexto e uso	Utilizar-se de mais de uma exploração aos sentidos , além do tato e do áudio, sempre que possível, tornando a atividade multissensorial.	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021; - POSCA, 2017; - MATATLA ET AL., 2015; - JAIN ET AL., 2018; - BRAIER ET AL., 2014; - BALLETTI; VERNIER, 2018; - ROSSETTI ET AL., 2019.
09	Contexto e uso	A imagem audiotátil pode ser reutilizada por outras pessoas, em outros contextos, ou de acordo com os objetivos pedagógicos, bastando trocar os áudios em cada ponto de interação tátil.	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
10	Contexto e uso	É importante que a imagem audiotátil tenha cores de alto contraste , para que auxilie o entendimento para pessoas com baixa visão, incluindo assim outros estudantes.	- DIAS; SANTOS, 2016; - ECCHIARELLI, 2019; - ARAÚJO, 2018; - CERQUEIRA; FERREIRA, 2000; - SILVA, 2012; - SILVA ET AL., 2010; - SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021; - AURICCHIO ET AL., 2017; - ARCAND ET AL., 2019; - HOLLOWAY ET AL., 2019; - BRAIER ET AL., 2014; - ARCAND ET AL., 2019; - GUAL; PUYUELO; LLOVERAS, 2011.

11	Contexto e uso	As imagens audiotáteis precisam ser portáteis .	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
12	Contexto e uso	Em caso de um conjunto de imagens audiotáteis sobre o mesmo assunto, criar também uma única, simplificada, que representa o todo.	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021; - SANCHES, 2018; - ROSSETTI ET AL., 2019.
13	Contexto e uso	Caso seja um conjunto de imagens audiotáteis, é recomendado que sigam um nível de dificuldade crescente .	SILVA, 2012.
14	Contexto e uso	Manter a consistência entre diferentes imagens , evitando fazer mudanças de estética, nas formas e posições dos elementos táteis, principalmente se forem parte de um mesmo conjunto;	- SANCHES, 2018; - SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
01	Tátil	É necessário capturar apenas o essencial da imagem estática para ser traduzido, não causando assim confusões de leitura.	- SANCHES, 2018; - ARAÚJO; SANTOS, 2015; - NEVES, 2011; - JO ET AL., 2016; - SILVA, 2011; - ARAÚJO, 2018; - VITA E KATAOKA, 2016; - SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
02	Tátil	As superfícies devem ser sensíveis ao toque , priorizando formas sem reentrâncias, não provocando rejeição ao manuseio.	- AURICCHIO ET AL., 2017; - ECCHIARELLI, 2019; - POHLMANN ET AL., 2016; - SILVA ET AL., 2010; - ÁLVAREZ, 2003; - JO ET AL., 2016; - BRAIER ET AL., 2014; - BERBETZ, 2019; - ARCAND ET AL., 2019; - BALLARIN; BALLETTI; VERNIER, 2018.
03	Tátil	As formas gráficas devem ser facilmente identificáveis , simples e esquemáticas para facilitar a leitura tátil do aluno.	- ECCHIARELLI, 2019; - SANCHES, 2018; - SILVA, 2011; - ARAÚJO, 2018; - URBAS; PIVAR; ELESINI, 2016; - AURICCHIO ET AL., 2017;
04	Tátil	As dimensões devem ser adequadas e deve apresentar um tamanho em que seja possível sua leitura através das duas mãos sem cansar o usuário.	- ECCHIARELLI, 2009; - SILVA ET AL., 2010; - CERQUEIRA; FERREIRA, 2000; - BRAIER ET AL., 2014; - ARAÚJO, 2018; - NOGUEIRA, 2007; - FERNANDES ET AL., 2016; - VITA; KATAOKA, 2016; - VENTORINI, 2007; - SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021; - GUAL; PUYUELO; LLOVERAS, 2011;

- ROSSETTI ET AL., 2019.

05	Tátil	Os elementos táteis devem ser feitos em escala , preferencialmente indicadas na imagem, existindo assim um respeito às proporções dos elementos gráficos.	- ARCANDE ET AL., 2019; - ECCHIARELLI, 2019; - AURICCHIO ET AL., 2017; - JAIN ET AL., 2018; - ROSSETTI ET AL., 2019.
06	Tátil	Colocar mais de um elemento na imagem audiotátil, para que facilite o reconhecimento das proporções (ex: mão e bola, árvore e ser humano).	- SILVA, 2011.
07	Tátil	Utilizar texturas de forma que sejam facilmente diferenciadas entre si, com um máximo de cinco texturas por imagem.	- SANCHES, 2018; - SILVA ET AL., 2010; - DIAS; SANTOS, 2016; - FERNANDES ET AL., 2016; - FERREIRA; SILVA, 2014; - PAGANO; MARTINS, 2014; - AURICCHIO ET AL., 2017; - HOLLOWAY ET AL., 2019.
08	Tátil	É necessário que apareça na apresentação gráfica todas as partes que constituem um objeto ou um animal (ex: as quatro patas de um animal, mesmo que esteja de perfil).	- SILVA, 2011.
09	Tátil	Não utilize imagens que estejam em posição de escorço (na qual um objeto ou uma distância parecem mais curtas do que são na realidade), em perspectiva ou em sobreposição, porque se torna de difícil identificação. Nesse caso, busque representar em vista frontal e/ou lateral.	- SILVA, 2011; - SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
10	Tátil	Ter preferência por elementos 3D ao invés de 2D, com altura mínima igual a do Braille. Elas são melhores percebidas quanto mais contraste existir entre as diferenças de nível que as compõe.	- SANCHES, 2018; - BERBETZ, 2019; - AURICCHIO ET AL., 2017; - SILVA, 2011.
11	Tátil	Caso sejam utilizados símbolos táteis , é necessário que a forma e o significado filosófico dos símbolos sejam previamente conhecidos pelo usuário.	- ARAÚJO, 2018; - POSCA, 2017; - SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021; - BERBETZ, 2019; - POHLMANN ET AL., 2016.
12	Tátil	Os símbolos mais simples podem ter um tamanho menor, enquanto os mais complexos precisam de um tamanho maior para que as diferenças sejam percebidas de maneira eficaz pelo tato.	- FERNANDES ET AL., 2016.

13	Tátil	Sempre deve ser indicado por um marcador tátil o local onde possui uma interação de áudio. O marcador deve ser projetado para que não prejudique o entendimento completo da imagem.	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
14	Tátil	Quando for utilizado o Braille , é necessário respeitar suas dimensões . O diâmetro do ponto é de 2 mm e possui altura de 0,65 mm. A célula Braille possui largura de 4,7 mm e altura de 7,4 mm.	- SANCHES, 2018; - POHLMANN ET AL., 2016.
15	Tátil	Quando a área for muito pequena para ser utilizada uma textura, deve-se substituir pelo Braille , sendo recomendável colocar o mais próximo possível da forma a qual é referida, caso seja possível.	- SANCHES, 2018; - SILVA, 2011.
01	Áudio	Devem-se selecionar as informações mais relevantes sobre o elemento que se descreve, para evitar a fadiga do usuário.	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021
02	Áudio	A interação deve permitir que o estudante cego tenha controle sobre a interação da imagem audiotátil, permitindo que possa, por exemplo, ligar e desligar, ajustar o volume do áudio, etc.	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021; - ROSSETTI ET AL., 2019.
03	Áudio	Ter preferência pela utilização de palavras do cotidiano , quando possível.	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021
04	Áudio	Substituir sempre que possível toda ou a maior parte das informações em Braille por gravações em áudio. O Braille deve ser priorizado para pequenas marcações ou como recurso extra.	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021 - MATATLA ET AL., 2015
05	Áudio	Considerar que não existe linguagem neutra, nem tradução sem intermediação. Cuidar para que o direito à interpretação do conteúdo seja dos estudantes.	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021
06	Áudio	Descrever uma imagem que contenha apelo emocional, provocando o mesmo impacto à pessoa cega que a imagem provoca aos videntes. Para isso, utilizar emoções diferentes , através do tom da voz ou por edições.	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021 - HOLLAND, 2009.
07	Áudio	Deve-se fazer uso de recursos sonoros não verbais , como por exemplo, músicas e sons de animais.	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021

08	Áudio	Ao invés de utilizar um áudio longo, é recomendado gravar várias faixas de áudios curtas , sem passar de dois minutos cada.	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021
09	Áudio	Prover informação sonora em caso de erros , quando se demonstre necessário.	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021
10	Áudio	Os botões podem ser usados como componentes auxiliares para obter informações de áudio, onde se recomenda que sejam utilizados botões iguais para os mesmos temas.	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021; - ROSSETTI ET AL., 2019

Fonte: os autores, com base nos documentos citados (2022)

Considera-se que as recomendações apresentadas acima ainda não são consideradas como finalizadas, já que também foram realizadas entrevistas e questionários com especialistas, onde podem surgir mais recomendações ainda não tabeladas. Além disso, entende-se que é necessário passar por etapas de avaliação do conteúdo ao final de sua elaboração, para garantir uma maior objetividade da escrita.

Apesar disso, a pesquisa se demonstrou importante por poder gerar algumas conclusões sobre os documentos produzidos com o tema de imagens audiotáteis. A seguir, são descritas algumas delas:

- São poucos os documentos que abordam requisitos especificamente para imagens audiotáteis (destaque para Sanches, Bueno e Okimoto, 2021), sendo mais comum encontrar recomendações para o tato e para o áudio de forma separada;
- Há um grande consenso em 8 das 39 das recomendações, sendo elas: (1) a imagem audiotátil deve ser feita com materiais resistentes; (2) os usuários devem ser envolvidos no processo de desenvolvimento das imagens audiotáteis; (3) se possível, devem-se utilizar mais de uma exploração dos sentidos além do tato e do áudio; (4) a necessidade da imagem audiotátil apresentar cores contrastantes para auxiliar a compreensão de pessoas com baixa visão; (5) é necessário capturar apenas o essencial da imagem estática para ser traduzido; (6) as superfícies devem ser sensíveis ao toque; (7) as dimensões devem ser adequadas para a leitura com as duas mãos simultaneamente; (8) as texturas devem ser facilmente diferenciadas entre si;
- A bibliografia direcionada às recomendações de áudio é muito reduzida, em comparação com a bibliografia sobre a percepção tátil;
- Apesar de que é amplamente recomendado que o usuário cego participe do desenvolvimento da imagem audiotátil, são poucas as bibliografias que tratam sobre o controle dos estudantes sobre a interação com o objeto, o que ajuda a promover uma maior independência no uso da imagem audiotátil;
- Existem recomendações conflitantes no que condiz ao uso do Braille em imagens audiotáteis. Nesta pesquisa, considera-se que o Braille deve ser utilizado como forma de apoio, onde a maioria das informações deve ser transmitida pelo áudio. Desta forma, outras pessoas também podem utilizar da imagem audiotátil, como por exemplo, uma pessoa idosa, seguindo assim os princípios do Design Universal;

- Existem muitas recomendações que buscam definir medidas exatas para colocar os elementos constitutivos da imagem audiotátil, porém quase todas são conflitantes entre si e por isso não foram incluídas no quadro de recomendações;
- Apenas uma bibliografia selecionada cita que os novos usuários devem ser instruídos sobre a utilização da imagem audiotátil (Sanches, Bueno, Okimoto, 2021), recomendação essa considerada muito importante ao ponto que muitos estudantes cegos não possuem uma alfabetização tátil.

Desta forma, os resultados obtidos até o momento servem de contribuição para a discussão acadêmica sobre as imagens audiotáteis e educação inclusiva, tal como para pesquisas que visem produzir materiais didáticos acessíveis à estudantes – Tecnologia Assistiva -, por meio do Design Universal.

5 Considerações Finais

É notável a necessidade de desenvolvimento de materiais acessíveis para estudantes com deficiência visual, já que é possível que o aluno não demonstre interesse na disciplina ou não tenha um bom rendimento por não compreender de maneira adequada o conteúdo tratado em sala de aula (MUNIZ; OKIMOTO, 2021).

Através da extensa leitura realizada para poder sistematizar as recomendações, nota-se que a imagem audiotátil ainda não é um material didático amplamente utilizado em instituições escolares e por isso, este documento torna-se tão necessário. As recomendações apresentadas durante o artigo são consideradas subsídios importantes que além de contribuir na discussão acadêmica, tornam-se um ponto de partida principalmente para profissionais que trabalham na área de acessibilidade de materiais didáticos e inclusão no contexto escolar.

Portanto, os próximos passos da pesquisa serão a tabulação das recomendações adquiridas por meio de entrevistas e questionários com especialistas, além da posterior avaliação das diretrizes por meio da fabricação de um conjunto de imagens audiotáteis e consecutivo teste com os usuários.

6 Agradecimentos

Agradecimentos a CAPES pela bolsa de mestrado concedida, possibilitando assim a viabilização da pesquisa.

7 Referências

- ÁLVAREZ, José Alfonso Ballester. **Multissensorialidade no ensino de desenho a cegos** . São Paulo, 2003.
- ARAÚJO, Manoel Deisson Xenofonte; SANTOS, Deborah Macedo dos. **Fotografia Tátil: desenvolvimento de modelos táteis a partir de fotografias com a utilização de impressora 3D**. Revista Brasileira de Design da Informação – Infodesign, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 62-76, 2015.
- ARAÚJO, Niédja Sodré. **Desenvolvimento de Símbolos para Mapa Tátil Indoor a partir de Impressora 3D**. 146 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.
- ARCAND, Kimberly Kowal et al. **Touching the stars: improving NASA 3D printed data sets with blind and visually impaired audiences**. Journal of Science Communication, v. 18, n. 4. 2019.

AURICCHIO, Ferdinando et al. **3D Printing Techinology for Building's Acessibility:** The Tactile Map for MTE Museum in Pavia. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 2017.

BALLETI, C. et al. **New tecnologies applied to the history of the Venice Lagoon.** In E. Liveratos (ed.), *Digital Approaches to Cartographic Heritage, Proceedings of the 11th ICA Conference*, 2016.

BERBETZ, Márcia Regina Silva. **Educação Matemática Inclusiva:** o material didático na perspectiva do desenho universal para área visual. 150 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programação de Pós-Graduação em Educação: Teoria e Prática do Ensino, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

BRAIER, Jonas et al. **Haptic 3D Surface Representation of Table-Based Data for People With Visual Impairments.** 2014.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRENDLER, Clariana Fischer et al. **Recursos didáticos táteis para auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais.** Educação Gráfica, v. 18. 2014.

CERQUEIRA, Jonir Bechara; FERREIRA, Elise de Melo Borba. **Recursos didáticos na educação especial.** Publicação técnico-científica do Centro de Pesquisa, Documentação e Informação do Instituto Benjamim Constant – INCENTRO, n. 15, Abril, 2000.

DIAS, Gláucia Soldati; SANTOS, Ivan Mota. **Criação de um mapa tátil através da tecnologia assistiva:** mais acessibilidade aos deficientes visuais com a utilização da Impressão 3D. *12º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design*. Belo Horizonte, 2016.

ECCHIARELLI, P. **Il Libro Tattile Illustrato: Tecniche e Materiali.** Roma: Federazione Nazionale delle Instituzioni Pro Ciechi. 2009.

FERNANDES, Vivian de Oliveira et al. **Produção de símbolos táteis construídos com impressora 3D para mapas de orientação ao visitante.** *Revista Brasileira de Cartografia*, 2016.

FERREIRA, Maria Engracinda dos Santos; SILVA, Luiz Felipe Coutinho Ferreira da. **A aplicação das tecnologias de prototipagem rápida na confecção de matrizes táteis.** *Boletim de Ciências Geodésicas*, v. 20, nº 2. Curitiba, 2014.

GABRILLI, M. **Guia sobre a Lei Brasileira de Inclusão (LBI).** 2016. Disponível em: <<http://maragabrilli.com.br/wp-content/uploads/2016/03/Guiasobre-a-LBI-digital.pdf>>. Acesso 27/04/2021.

GUAL, Jaume; PUYUELO, Marina; LLOVERAS, Joaquim. **Universal design and visual impairment:** tactile products for heritage access. In: ICED11 – Internacional Conference on Engineering Design, 18º, 2011, Copenhagen, Dinamarca. *Anais do ICED11*. Copenhagen, 2011.

HEIDRICH, Regina de Oliveira; RADAI, Ketlin da Silva. **Tabuleiro da geografia:** protótipo de jogo para crianças deficientes visuais. *13º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design*. Joinville, 2018.

HOOLAND, A. **Audio description in the theatre and the visual arts:** images into words. In: CINTAS, J.; ANDERMAN, G. *Audiovisual translation: language transfer on screen*. New York, 2009.

HOLLOWAY, Leona et al. **3D printed mapas and icons for inclusion:** testing in the wild by people who are blind or have low vision. Pittsburgh, EUA, 2019.

JACOB, Elizabeth Motta; CARDOSO, Fernanda de Abreu. **Vamos brincar? Material lúdico-pedagógico voltado para crianças cegas e de baixa visão em fase de escolarização.** 13º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Joinville, 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010:** características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. 2010. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/peperiodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf>. Acesso em 14/06/2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saúde:** acesso e utilização dos serviços de saúde, acidentes e violências. IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento – Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

JAIN, Tania et al. **Fittle:** a novel Braille toy. 2018.

JO, Wonjin et al. **Practice Report.** Journal of Visual Impairment & Blindness, 2016.

KARASTOYANOV, Dimitar; STOIMENOV, Nikolay; GYOSHEV, Stanislav. **Innovative Approach for 3D Presentation of Plane Culturally Historical Objects by Tactile Plates for Disadvantaged Users (lowsighted or visually impaired).** 2019.

MENDONÇA, A. et al. **Alunos cegos e com baixa visão:** orientações curriculares. Lisboa: Ministério da Educação. 2008.

METATLA, Oussama et al. **Designing with and for people living with visual impairments:** audio-tactile mockups, audio diaries and participatory prototyping, 2015.

MICHALIK, Neena; FRYAZINOV, Oleg. **Low-budget 3D printed haptic navigation aids for the visually impaired.** The National Centre for Computer Animation, Bournemouth University, 2016.

MUNIZ, Júlia Pereira Steffen; OKIMOTO, Maria Lúcia Leite Ribeiro. **Imagens audiotáteis para estudantes com deficiência visual no ensino de artes:** uma revisão bibliográfica sistemática. In: CIDI 2021 – 10º Congresso Internacional de Design da Informação, 2021, Curitiba. Anais do CIDI 2021. Curitiba, 2021.

NEVES, Josélia. **Imagens que se ouvem:** Guia de Audiodescrição. Instituto Politécnico de Leiria e Instituto do Cinema e Audiovisuais. Leiria, 2011.

NOGUEIRA, R. E. **Mapas Táteis Padronizados e Acessíveis na Web.** Benjamin Constant. Rio de Janeiro, nº 43, p. 16-27, 2009.

Organização das Nações Unidas. **The invisibility of disability.** Disponível em <http://www.un.org/disabilities/documents/sdgs/infographic_statistics_2016.pdf>. Acesso em: 20/03/2022.

PAGANO, Shophia Mundim; MARTINS, Rosane Fonseca de Freitas. **Imagen tátil tridimensional para o acesso de crianças cegas congênitas ao potencial comunicativo de imagens gráficas.** Revista Benjamin Constant, Rio de Janeiro, ano 20, n. 57, v. 2, p. 127-137. 2014.

POHLMANN, Mariana et al. **Fabricação digital para auxiliar no ensino-aprendizado de alunos com deficiência visual:** estudo de caso dos sistemas nanoestruturados. 12º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Belo Horizonte, 2016.

POSCA, Luís Muller. **Criação de Material de Apoio para o Ensino Básico de Artes Visuais para Alunos Deficientes Visuais.** Uberlândia, 2017.

PMC – Prefeitura Municipal de Curitiba. **Terminologia sobre a pessoa que têm deficiência.**

Curitiba, 2013.

QUEVEDO, S. R. P.; ULBRICHT, V. R. **Como os cegos aprendem**. Florianópolis, 2011.

ROSSETI, V. et al. **Smart cultural site**: an interactive 3D model accessible to people with visual impairment. IOP Conf. Series: materials science an engineering, 2018.

SANCHES, Emilia Christie Picelli. **Modelo de Tradução para acessibilidade de imagens estáticas de objetos de aprendizagem através de impressão tridimensional**. 2018. 190 f. Dissertação (mestrado) – Curso de Design, Setor de Artes, Comunicação e Design, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

SANCHES, Emilia Christie Picelli; BUENO, Juliana; OKIMOTO, Maria Lucia Leite Ribeiro. **Recomendações para o design de imagens audiotáteis impressas em 3D com foco na educação inclusiva de cegos**. 10º Congresso Internacional de Design de Informação. Curitiba, 2021.

SANTOS, Aguinaldo dos. **Seleção do método de pesquisa**: guia para pós-graduando em design e áreas afins. Curitiba: Editora Insight, 2018.

SILVA, Kátia Cristina et al. **Auxiliando o ensino de química orgânica para alunos com deficiência visual**: materialização de compostos moleculares. PBL 2010 Congresso Internacional. São Paulo, 2010.

SILVA, María del Pilar Correa Silva. **Imágenes que podemos tocar**. Santiago: Ediciones Universidad Tecnológica Metropolitana, 2011.

SILVA, Mariane Bassfeld Maceno. **Material didático adaptado para o ensino de artes visuais aos alunos com baixa visão incluídos no primeiro ciclo do ensino fundamental**. 2012, 49 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Artes). Universidade Federal do Paraná, 2012.

BALLARIN, M.; BALLETTI, C.; VERNIER, P. **Replicas in cultural heritage**: 3D printing and the museum experience. Riva del Garda, 2018.

URBAS, R.; PIVAR, M.; ELESINI, U. S. **Development of tactile floor plan for the blind and the visually impaired by 3D printing technique**. Journal of Graphic Engineering and Design, v. 7, 2016.

VENTORINI, S. E. **A experiência como fator determinante na representação espacial do deficiente visual**. 2007. 59 f. Dissertação (Mestrado em geografia). Universidade Estadual Paulista Instituto de Geociências e Ciências Exatas. São Paulo, 2007.

VITA, Ainda Carvalho; KATAOKA, Verônica Yumi. **Construção de maquete tátil para a aprendizagem de probabilidade por alunos cegos baseada no Design Centrado no Usuário**. Revista Paranaense de Educação Matemática. Campo Mourão, 2016.