

Samuel Renato de Oliveira Silva, Ivana Márcia Oliveira Maia*

* **Samuel Renato de Oliveira Silva** Possui graduação em Design pela Universidade Federal do Maranhão (2015). É especialista em Ergonomia pela Universidade Federal do Maranhão. Foi aluno de iniciação científica no Núcleo de Ergonomia em Processos e Produtos (NEPP). Atualmente é aluno do Mestrado em Design pela UFMA. Tem experiência na área de Desenho Industrial, com ênfase em ergonomia, atuando principalmente nos seguintes temas: intervenção ergonômica, centro de controle operacional, condições de trabalho e sede administrativa e mais recente trabalhando em ergonomia cognitiva, experiência do usuário e design da informação.

samuel.silva@discente.ufma.br
ORCID 0000-0002-8529-599X

Ivana Márcia Oliveira Maia Professora titular do Instituto Federal do Maranhão (IFMA). É graduada em Desenho Industrial pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e em Formação Pedagógica para Docentes pelo CEFET Minas Gerais. cursou Mestrado em Engenharia de Produção na UTFPR e Doutorado em Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Uberlândia. Em 2018 realizou estágio de Pós-Doutorado na Universidade do Porto. Atua como professora permanente no Programa de Pós-Graduação em Design (PPGDg) da UFMA. É professora pesquisadora e suas áreas de atuação abrangem temas como design, ergonomia, biomecânica, tecnologias assistivas, design inclusivo, metodologias ativas e tecnologias digitais aplicadas à educação.

ivana.maia@ifma.edu.br
ORCID 0000-0003-1942-7795

Representações táteis: um olhar na perspectiva da inclusão cultural

Resumo Visando não apenas a acessibilidade, mas a evocação de memórias visuais e inclusão cultural de indivíduos privados da visão, este estudo apresenta uma análise qualitativa da interação de pessoas com deficiência visual e gráficos táteis de azulejos coloniais. Para a pesquisa, um padrão fitomórfico e um padrão geométrico foram selecionados, a fim de promover experiências táteis diversificadas. Os gráficos táteis com os padrões escolhidos foram prototipados em filamento de poliácido láctico (PLA) e em papel e foram submetidos a testes com quinze pessoas com deficiência visual, cujas interações demonstraram variadas abordagens e preferências. A análise dessas interações evidenciou a importância de experiências individuais prévias, como o conhecimento em leitura braile, na interpretação dos elementos gráficos. Destaca-se que a preferência majoritária recaiu sobre o protótipo com menor complexidade gráfica, enfatizando a textura e a perceptibilidade da informação tátil, instruções relevantes para o desenvolvimento de soluções inclusivas.

Palavras Chave Gráficos táteis; inclusão cultural; design inclusivo.

Tactile representations: a look from the perspective of cultural inclusion

Abstract *Aiming not only at accessibility, but at evoking visual memories and cultural inclusion of individuals deprived of sight, this study presents a qualitative analysis of the interaction of people with visual impairments and tactile graphics on colonial tiles. For the research, a phytomorphic pattern and a geometric pattern were selected, in order to promote diverse tactile experiences. The tactile graphics with the chosen patterns were prototyped on polylactic acid (PLA) filament and paper and were tested with fifteen visually impaired people, whose interactions demonstrated varied approaches and preferences. The analysis of these interactions highlighted the importance of previous individual experiences, such as knowledge of reading Braille, in interpreting graphic elements. It is noteworthy that the majority preference fell on the prototype with less graphic complexity, emphasizing the texture and perceptibility of tactile information, relevant instructions for the inclusive solutions development.*

Keywords *Tactile graphics; cultural inclusion; inclusive design.*

Representaciones táctiles: una mirada desde la perspectiva de la inclusión cultural

Resumen *Con el objetivo no sólo de la accesibilidad, sino también de evocar recuerdos visuales y la inclusión cultural de personas privadas de vista, este estudio presenta un análisis cualitativo de la interacción de personas con discapacidad visual y gráficos táctiles en azulejos coloniales. Para la investigación se seleccionó un patrón fitomorfo y un patrón geométrico, con el fin de promover diversas experiencias táctiles. Se crearon prototipos de gráficos táctiles con los patrones elegidos en filamento y papel de ácido poliláctico (PLA) y se probaron con quince personas con discapacidad visual, cuyas interacciones demostraron enfoques y preferencias variados. El análisis de estas interacciones destacó la importancia de las experiencias individuales previas, como el conocimiento de la lectura en Braille, en la interpretación de elementos gráficos. Es de destacar que la preferencia mayoritaria recayó en el prototipo de menor complejidad gráfica, destacando la textura y perceptibilidad de la información táctil, instrucciones relevantes para el desarrollo de soluciones inclusivas.*

Palabras clave *Gráficos táctiles; inclusión cultural; diseño inclusivo.*

Introdução

A importância do turismo cultural está relacionada à motivação objeto do turista, “especificamente a de vivenciar o patrimônio histórico e cultural e determinados eventos culturais, de modo a experienciá-los e preservar a sua integridade” (Brasil. Ministério do Turismo, 2010, p15).

A vivência turística engloba, sobretudo, duas modalidades distintas de interação entre o visitante e a cultura, ou algum de seus elementos. A primeira se refere ao viés cognitivo, concebido aqui como a intenção de adquirir conhecimento e compreender o objeto visitado e a segunda corresponde às experiências participativas, contemplativas e de entretenimento, que surgem em decorrência do objeto de visitação.

O elemento cultural foco deste estudo, o azulejo colonial (que compõe a fachada azulejar), tem características estruturais que favorecem a contemplação e interpretação fundamentalmente visual sem, portanto, possibilitar a interação de pessoas com deficiência visual. Esse elemento que figura como ícone da cultura identitária de uma cidade (São Luís, MA), sequer traduz qualquer informação ou sentimento àqueles que não conseguem, através da visão, (re)conhecer seus padrões gráficos e esse distanciamento faz referência tanto aos habitantes locais como turistas não visuais.

Para Camargo e Souza, (2023), a linguagem é um componente fundamental da cultura, uma vez que através dela o indivíduo se relaciona com os outros e busca sua inserção na sociedade. Assim, conhecer a linguagem é essencial para participar plenamente da cultura em que se deseja integrar e esse fator vai além da comunicação, envolve poder pertencer a um grupo, seja ele de residentes, nativos ou turistas.

A interação cultural induzida pelo turismo demonstra sua capacidade de gerar efeitos positivos não apenas para os visitantes, mas também para a comunidade receptora, ao promover o aumento do conhecimento sobre a cultura local por meio da atividade turística, além de incitar sentimentos de pertencimento e esses fatores não devem ser peculiares apenas a pessoas que fazem uso de todos os sentidos. Nesse contexto, o design pode desempenhar um papel significativo na promoção da inclusão, considerando sua natureza multifacetada e seu potencial para conduzir a experiências dos que buscam vivenciar a cultura local.

O design de espaços turísticos como estratégia inclusiva, tem sido concebido prioritariamente com atenção à acessibilidade para pessoas com mobilidade comprometida, o que implica na implementação de rampas, elevadores, corrimãos e outras estruturas que facilitam o acesso a todas as áreas do local, garantindo uma experiência ao maior número de visitantes possível. Este estudo considera que, além de favorecer a mobilidade, contemplar diferentes experiências sensoriais na concepção dos espaços turísticos pode enriquecer a experiência dos visitantes e torná-la mais inclusiva.

Incluir o uso de linguagem simples, elementos táteis, sonoros, símbolos universais e recursos visuais que facilitem a compreensão das informações apresentadas podem contribuir com a compreensão das infor-

mações contidas nos elementos culturais. Assim, o estudo das formas de representação tátil de padrões azulejares em escala natural e suas interpretações, objetivo principal deste trabalho, pode trazer significantes mudanças à inclusão cultural de pessoas com deficiência visual.

Referencial Teórico

Segundo Zucherato e Freitas (2011), a discussão sobre a aprendizagem de estudantes com deficiência visual remete a uma análise bastante crítica com relação aos meios disponibilizados para o ensino. Da mesma forma, a inserção de pessoas nos aspectos que envolvem cultura e patrimônio, além de um direito, deve ser conduzida utilizando-se recursos apropriados, desenvolvidos com a participação de pessoas com deficiências visuais, considerando suas necessidades e sugestões, como sugerido por Nascimento et al (2016) que descreve a participação da pessoa com deficiência na visão como fundamental na construção de gráficos, pois ao expressar suas preferências de textura, tamanho e outros aspectos relevantes, atribuirá aos gráficos qualidades às vezes imperceptíveis às pessoas que fazem uso da visão.

Gráficos Táteis

Os gráficos táteis emergem como um canal significativo para a transmissão de informações não verbais a indivíduos com deficiências visuais e esses recursos abarcam representações táteis que abrangem imagens, mapas, gráficos, diagramas e outras representações visuais. Por meio da sensibilidade tátil, as pessoas podem discernir as linhas e superfícies em relevo, facultando-lhes acesso às mesmas informações disponíveis visualmente. Entretanto, a elaboração desses recursos não pode ser realizada de maneira arbitrária, pois tal procedimento acarretaria em potencial diminuição de sua eficiência.

No sentido de recomendar a confecção e uso dos gráficos táteis, a Braille Authority of North America (2022), indica algumas situações:

- No caso da não disponibilidade do objeto;
- Se as dimensões do objeto forem pequenas impossibilitando o reconhecimento dos detalhes pelo toque;
- Se o objeto apresentar grandes dimensões;
- Se o objeto oferecer perigo ao toque;
- Quando for necessário mostrar a relação de escalas entre diferentes objetos;
- Em caso de necessidade de informações de um mapa, figura ou gráfico para participar de discussões, responder a perguntas, etc.

Maia (2019) corrobora com a Fundação Americana para Cegos (2005) ao sugerir uma lista de verificação como estratégia para tomar decisões sobre um gráfico tátil:

- Qual a importância da figura, para necessitar de um gráfico tátil?
- Quais são os elementos mais importantes que a figura apresenta?
- Quais as características das pessoas vão usar o material desenvolvido?
- Qual a idade dos usuários?
- Quais as condições intelectuais e físicas dos usuários?
- Qual a experiência dos usuários com a leitura de gráficos táteis?
- Como o gráfico tátil será usado?
- Com ou sem ajuda de um orientador com visão?
- Em conjunto com outras pessoas com deficiência visual?
- Com objetos concretos reais?
- Onde o gráfico tátil será usado?
- Em um ambiente controlado, como sala de aula?
- Em casa ou local para leitura de lazer ou jogos?
- Como parte de um instrumento de teste (laboratório)?
- Como um mapa de orientação?
- Em ambiente aberto, sujeito a intempéries?
- Como o gráfico tátil será produzido?
- Para ser usado uma única vez?
- Como um protótipo, para gerar novos gráficos?

Na avaliação pode-se, também, optar pelo fluxograma sugerido no Gráfico 1.

A Braille Authority of North America (2022) sugere que os aspectos físicos do gráfico tátil devem atender a um conjunto de regras fundamentais (aqui adaptadas), sem as quais não é possível a compreensão da mensagem do gráfico explorado.

1. A percepção tátil resulta do movimento das mãos ao tocar a textura da superfície.

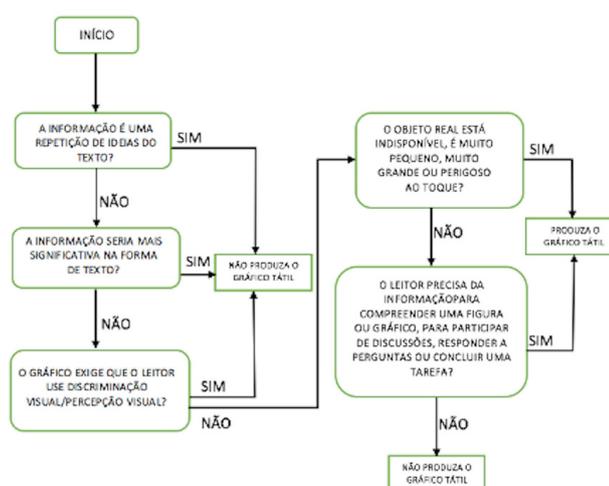
Ao projetar um gráfico tátil, é fundamental considerar não apenas a disposição dos elementos visuais, mas também o espaço entre eles. Essa consideração vai além da mera estética, tendo um impacto direto na experiência do usuário. Imagine-se como um leitor que explora o gráfico, buscando informações relevantes. Para facilitar essa jornada, é essencial que os componentes individuais estejam espaçados de maneira adequada, pois esse espaço permite que o leitor mova os dedos livremente pela área do gráfico.

Para Zucherato e Freitas (2012) o tamanho dos materiais táteis devem permitir a manipulação com as duas mãos durante a exploração tátil. Dessa forma, a dimensão dos componentes desempenha um papel importante. Devem possuir uma dimensão mínima de 1/4" (6,35 mm) para que sejam facilmente identificados como entidades distintas e quando os elementos são grandes, podem se destacar como texturas isoladas, facilitando a interpretação do gráfico e melhorando a experiência do usuário.

Gráfico 1 – É apropriado

criar um gráfico tátil?

Fonte Adaptado de Techniques for Creating and Instructing with Tactile Graphics. American Foundation for the Blinds (2005).



Portanto, ao criar um gráfico, é essencial não negligenciar tais aspectos. O espaçamento adequado e o tamanho apropriado dos componentes não apenas promovem uma estética visual agradável, mas também tornam a informação mais acessível e compreensível para o público-alvo. É através desses detalhes cuidadosamente considerados, que um gráfico pode verdadeiramente cumprir seu propósito de transmitir informações de forma eficaz e envolvente.

2. Regra de 1/8".

Para garantir a percepção das informações contidas em um gráfico tátil, é imprescindível considerar o espaçamento entre seus elementos. Segundo a American Foundation for the Blinds (2005), o espaço de 1/8" ou 3,17 mm é estabelecido como um mínimo absoluto para que cada elemento seja devidamente discernido pelo leitor. Essa medida é essencial para evitar a sobreposição visual e garantir que cada componente seja percebido de forma individual. No entanto, é importante ressaltar que, em determinadas situações, o espaçamento deve ser ainda maior.

Dependendo do método de produção utilizado, bem como da experiência e capacidade de leitura do público-alvo, pode ser necessário um espaço de até 1/4 de polegada entre os componentes. Esse espaçamento adicional não apenas facilita a identificação de cada elemento, mas também melhora a legibilidade e a compreensão geral do gráfico.

Dependendo do método de produção utilizado, bem como da experiência e capacidade de leitura do público-alvo, pode ser necessário um espaço de até $\frac{1}{4}$ " entre os componentes. Esse espaçamento adicional não apenas facilita a identificação de cada elemento, mas também melhora a legibilidade e a compreensão geral do gráfico. Assim, é essencial considerar não apenas o espaçamento mínimo necessário ao projetar um gráfico tátil, mas também as possíveis variações e necessidades específicas do público-alvo. Um cuidado meticuloso com o espaçamento entre os elementos não apenas contribui para a estética visual, mas também desempenha um papel fundamental na eficácia da comunicação extra visual.

Segundo Ferreira (2021), o quadrado, o círculo e o triângulo são os símbolos mais fáceis de serem identificados e os de mais difícil reconhecimento são a cruz e a estrela. O mesmo estudo recomenda também que o tamanho dos símbolos (lados/diâmetros) precisa ser maior do que 7 mm.

3. Texturas representam informações.

Estudos como o de Van Leeuwen (2011) e Carvalho (2013) destacam a importância da cor como veículo de expressão e comunicação, visando a transmissão visual de sentimentos, ideias e a promoção da interação social. Ao explorar a representatividade das cores, segundo Dondis (2003), é fundamental reconhecer que cores são portadoras de carga informacional significativa, podendo também representar a cultura de uma sociedade. Como elemento visual, a cor pode atribuir significados às texturas (elementos táteis) nos textos imagéticos e multimodais, assim, diferentes texturas podem ser usadas para representar diferentes cores. As texturas, para Dondis (2003), corroborado por Silva e Rodrigues (2022), não apenas estimulam sentidos táteis, mas também os óticos, sendo utilizadas com fins comunicativos. Desse modo, enquanto elemento visual e extra visual, as texturas se tornam passíveis de manipulação pelas técnicas de comunicação, contribuindo de maneira significativa para a construção do sentido e a transmissão de mensagens táteis.

A American Foundation for the Blinds (2005), sugere que texturas adjacentes devem ser significativamente diferentes umas das outras para serem melhor discriminadas. O vigor da textura ajudará o leitor a priorizar informações. A informação mais importante pode ser representada por texturas mais proeminentes, em comparação com outras texturas presentes. O espaço em branco (também chamado de zona morta) entre as áreas, em torno de rótulos dentro de texturas, poderá aumentar o contraste entre as texturas.

4. Alturas variadas indicam diferentes componentes

Além das mudanças na textura, as mudanças na altura dos componentes do gráfico dão ao leitor um indício de que a informação é diferente.

5. Orientação para o gráfico para melhor compreensão do leitor.

Se a imagem for apresentada em uma visão tridimensional ou angular, é necessário reorientar o gráfico tátil para uma visualização lateral e/ou frontal, podendo ser necessário apresentar ambos os modos para maior perceptibilidade do conteúdo.

Spence e Osterhaus (1997) oferece recomendações específicas para o desenvolvimento de gráficos, enfatizando a importância de torná-los o mais inequívoco possível, apresentando as informações de maneira concisa para pessoas com deficiência visual. Destaca também a importância de conhecer os fatos relevantes ao criar um gráfico, assim como atribuir-lhe um título simples, essencial para direcionar o leitor sobre o tema do gráfico.

É categórico avaliar se as formas e texturas originais são necessárias para transmitir o conceito ou se formas geométricas simples ou sinais em Braille podem ser utilizados para ilustrar o conceito trabalhado. Spence e Osterhaus (1997) também menciona a possibilidade de omitir partes menos relevantes do diagrama para que as formas e texturas originais possam ser apresentadas de forma mais evidente e em uma escala maior. Os autores ressaltam a importância de considerar o nível de conhecimento, habilidades e idade do usuário ao desenvolver gráficos acessíveis recomendando o uso da linguagem apropriada para a idade do público-alvo.

É importante revisar o gráfico com os dedos, não com os olhos, antes de mostrá-lo a uma pessoa com deficiência visual. Nessa ferramenta, a estética é insignificante. O primordial é ser compreensível ao tato.

Metodologia

Na busca por realizar uma análise qualitativa precisa e abrangente, a metodologia tem início com a seleção do padrão de azulejo, que priorizou não apenas critérios validados para a construção de gráficos táteis, mas a composição gráfica dos azulejos e sua popularidade, visando também evocar memórias visuais em indivíduos que perderam a visão.

Para este estudo, optou-se por explorar dois grupos de padrões gráficos de azulejos para provocar experiências táteis diversificadas: um grupo com padrão gráfico fitomórfico e um grupo com padrão geométrico.

Grupo 1 de padrões azulejares – Padrões gráficos com elementos fitomórficos (Figura 1). Foram selecionados quatro padrões azulejares de fachada para este grupo.

Figura 1: Azulejos selecionados com elementos fitomórficos.

Fonte Adaptado de Lima (2012).



A escolha de azulejos com elementos fitomórficos teve por objetivo provocar a experiência da identificação e interpretação de padrões com maior diversidade de componentes.

Grupo 2 de padrões azulejares – Padrões geométricos.

Para o segundo grupo (Figura 2), foram selecionados quatro azulejos com representações geométricas que não apresentam referências botânicas, nem mesmo representações estilizadas de elementos naturais, contrastando com o grupo anterior para explorar a estética voltada para formas abstratas e simétricas.

Figura 2: Azulejos selecionados com padrões geométricos.

Fonte Adaptado de Lima (2012).



Para o experimento, foram elegidos apenas um padrão de cada grupo, a fim de iniciar a pesquisa com apenas dois padrões gráficos para não exaurir os entrevistados e comprometer suas interpretações. Com base nos estudos bibliográficos citados, os azulejos foram selecionados priorizando a acessibilidade para o público com deficiência visual, foram selecionados padrões que, além de possuírem apelo popular e gráfico, também apresentam características que permitem uma experiência tátil enriquecedora.

O azulejo escolhido para prototipação no primeiro grupo (fitomórfico) foi o PE01, denominado pela fábrica de origem como “Ferradura” (Figura 3).

Figura 3: Azulejo Colonial PE01.

Fonte Adaptado de Lima (2012).



O padrão azulejar PE01 tem sua imagem relacionada à cidade de São Luís no aspecto turístico e popular, além de apresentar formas orgânicas.

No segundo grupo (elementos geométricos) o azulejo PE43 (Figura 4), foi selecionado devido a quantidade e a forma dos componentes, o que poderia propiciar uma exploração mais desafiadora e por ser também um dos padrões mais aplicados em material gráfico referente à cidade.

Figura 4: Azulejo Colonial PE43
Fonte Adaptado de Lima (2012).



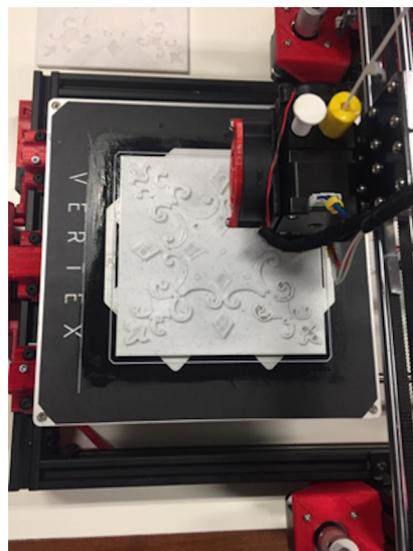
Após a seleção dos azulejos, os protótipos foram reproduzidos em formato tridimensional em dois processos distintos, impressão e recorte. A impressão foi realizada por modelagem em software 3DSMax e impressora 3D PRUSA utilizando filamento de poliacido láctico (PLA), polímero constituído por moléculas de ácido orgânico obtido a partir de recursos renováveis. Os protótipos desenvolvidos por recorte foram elaborados em software Silhouette, recortados em plotter de corte Cameo 3, utilizando papel liso (não texturizado), colorido (sem brilho) de gramatura 220g/m2.

A variação de recursos visou provocar uma experiência sensorial completa e variada, possibilitando às pessoas com deficiência visual acesso aos detalhes a partir de materiais e modelos diferentes.

Prototipação do gráfico tátil em PLA

Para a prototipação dos gráficos táteis na impressora 3D (Figura 5), a operação preliminar foi baseada no processamento da imagem digital dos padrões escolhidos, seguido da etapa de modelagem tridimensional, corrigindo eventuais distorções na imagem e segmentando os elementos gráficos conforme especificado no projeto.

Figura 5: Processo de produção dos protótipos em PLA.
Fonte Arquivo dos autores.



Optou-se por utilizar PLA, termoplástico biodegradável derivado de fontes naturais como amido de milho, mandioca ou cana-de-açúcar, devido a sua rigidez e resistência, o que o torna pouco suscetível a deformações ou flexões. Entretanto, sua alta dureza também significa que é menos resistente a impactos. Sua excelente fluidez durante a extrusão e a baixa contração durante a solidificação resultam em peças com alta precisão dimensional, fidelidade nos detalhes e um acabamento superficial superior em relação a outros termoplásticos.

Prototipação do gráfico tátil em papel

Os protótipos foram confeccionados utilizando papel liso com gramatura de 220g/m² como matéria prima e papel Holler 2,3 mm como base. Foi definido por replicar o modelo PE43 (Figura 4) em diferentes propostas táteis, devido à riqueza em elementos a serem explorados e sua complexidade na elaboração.

Desse padrão, foram elaboradas quatro versões, cada uma com forma diferente de apresentação. Essa abordagem permitiu comparar e analisar as diferentes características táteis resultantes das variações nos modelos dos elementos gráficos. Os gráficos táteis manufaturados em papel oferecem uma alternativa de custo mais acessível, comparados aos gráficos táteis de impressão tridimensional, o que pode ser positivo na reprodução mais efetiva de experiências táteis como a apresentada nesta pesquisa.

Caracterização dos Participantes

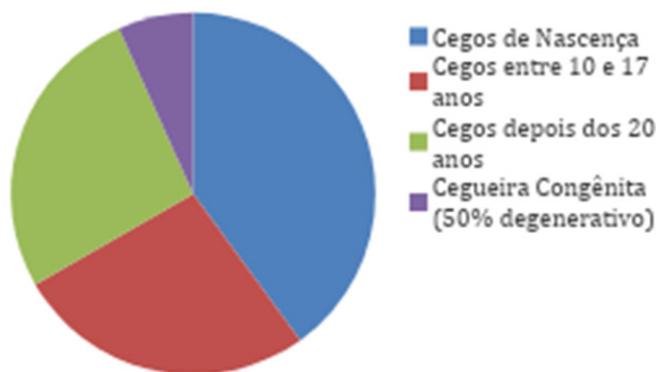
O experimento foi realizado em 4 (quatro) encontros presenciais, na sede de uma associação local de pessoas com deficiência visual, com o total de 15 pessoas com deficiência visual, sendo 11 (onze) de identificaram do gênero masculino e 4 (quatro) do gênero feminino.

Durante as conversas foi levantado o dado sobre o tempo de cegueira (Gráfico 2), o que é essencial para a interpretação e reconhecimento de figuras.

Gráfico 2: Tempo de cegueira dos entrevistados.

Fonte Arquivo dos autores.

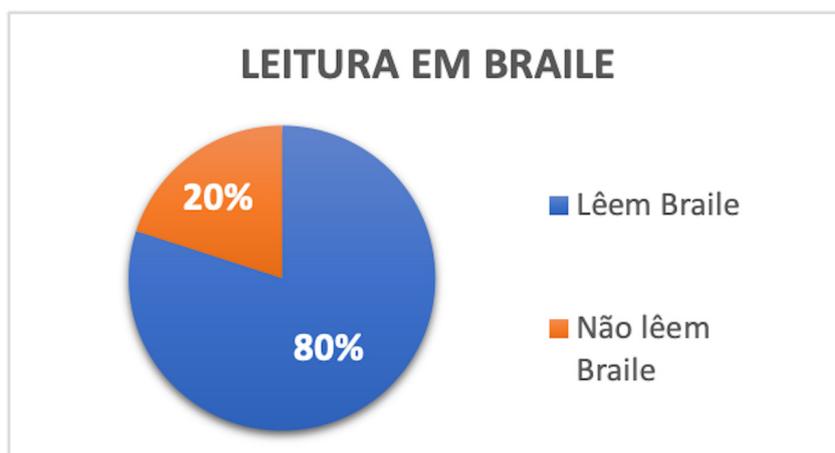
distribuição por tempo de cegueira



Também foram levantados dados sobre conhecimento da simbologia braile (Gráfico 3) e a familiaridade com leituras táteis.

Gráfico 3: Relação dos entrevistados com a leitura em braile.

Fonte Arquivo dos autores.



A exploração tátil dos gráficos táteis em PLA

Os protótipos de gráficos táteis produzidos em PLA utilizados na pesquisa apresentam diferentes propriedades. O gráfico PPLA01 (Figura 6), apresenta como características, o padrão gráfico geométrico; dimensões 13,5cm x 13,5cm; altura da base 4mm, com relevos que variam entre 3mm e 5mm.

Figura 6: Protótipo do Gráfico PPLA01 – Vistas frontal e lateral
Fonte Arquivo dos autores.



O gráfico deste padrão azulejar apresenta as dimensões reais do azulejo colonial português. Nesta peça, os componentes do padrão são representados com relevo em alturas diversas.

O gráfico tátil PPLA02 (Figura 7) apresenta padrão fitomórfico, com dimensões 13,5cm x 13,5cm e altura da base 3mm. As alturas dos relevos variam entre 1,5mm e 3mm.

Durante o experimento, os participantes examinaram os dois modelos de gráficos táteis e expressaram suas percepções e interpretações de forma espontânea e sem limitação de tempo (o tempo médio usado nas leituras táteis variou entre 12min a 36min).

Figura 7: Protótipo do Gráfico Tátil PPLA02 – Vistas lateral e frontal.
Fonte Arquivo dos autores.



Observou-se que onze das quinze pessoas exploraram os gráficos táteis utilizando mais de um dedo (sem um padrão específico de movimento). Essa abordagem variada demonstra a diversidade na forma como as pessoas com deficiência visual interagem e interpretam os elementos táteis. Entender as diferentes necessidades e preferências dos usuários, pode conduzir ao desenvolvimento de soluções mais inclusivas e eficazes.

O envolvimento ativo dos participantes foi fundamental para obter insights sobre como a exploração tátil é realizada. Notou-se que, especialmente aqueles com conhecimento em leitura braile, têm uma abordagem diferenciada ao explorar os gráficos táteis, buscando detalhes minuciosos das formas.

Essa observação é significativa, uma vez que evidencia que a experiência prévia em leitura braile pode influenciar a forma como as pessoas com deficiência visual exploram e interpretam os elementos táteis. O conhecimento da simbologia braile pode capacitar os leitores a identificar padrões específicos e detalhes sutis nas superfícies táteis, contribuindo para uma compreensão mais profunda e precisa das imagens representadas.

Onze dos quinze entrevistados demonstraram preferência pelo protótipo PPLA02 (Figura 8) por sua estética, praticidade e facilidade de compreensão, especialmente por apresentar menos componentes. Estes participantes da pesquisa destacaram a textura gerada pela impressão, observando que as áreas mais livres proporcionavam uma sensação tátil agradável e “clara” (qualidades citadas pelos entrevistados).

Quatro entrevistados perceberam a possibilidade de continuidade do desenho e questionaram se ele formaria um elemento fechado, como um círculo. Dois entrevistados reconheceram a forma semicircular como um “arco-íris”. Tais observações demonstram como a interpretação tátil dos padrões pode variar entre pessoas considerando seu repertório, uma vez que surgiram associações com formas conhecidas ou imagens simbólicas.

Essa diversidade de interpretações destaca a importância de considerar a experiência e as percepções individuais dos usuários ao projetar recursos acessíveis, garantindo que os elementos táteis sejam intuitivos e significativos para uma ampla gama de pessoas com deficiência visual.

Figura 8: Exploração tátil do protótipo PPLA02

Fonte Arquivo dos autores.



Exploração tátil dos gráficos em papel

Todos os protótipos produzidos em papel apresentam o mesmo padrão gráfico, desenvolvidos em quatro relevações diferentes.

O protótipo PPAP01 (Figura 9), apresenta padrão gráfico geométrico; gramatura do papel das camadas: 220g com espessura aproximada da camada de relevo: 0,7mm (considerando a camada de adesivo). Dimensões da base: 13,5cm x 13,5cm x 2,3mm. O relevo deste gráfico foi gerado a partir de uma camada de papel 0,52mm e uma camada de adesivo, com aproximadamente 0,7mm.

Figura 9: Protótipo PPAP01.

Fonte Arquivo dos autores.



O protótipo PPAP02 (Figura10), é caracterizado pelo mesmo padrão geométrico; gramatura do papel das camadas de 220g; espessura aproximada da camada de relevo de 1,5mm (considerando a camada de adesivo), com dimensões da base 13,5cm x 13,5cm x 2,3mm (papel Holler mais uma camada de papel e adesivo).

Figura 10: protótipo PPAP02.

Fonte Arquivo dos autores.

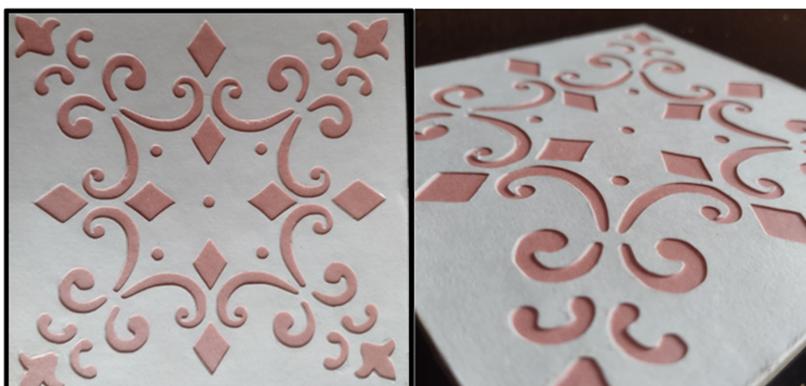


O relevo é composto por duas camadas de papel 0,52mm + camada de adesivo \approx 1,5mm.

O gráfico tátil PPAP03 (Figura 11), tem processo de relevação inverso.

Figura 11: Protótipo PPAP03.

Fonte Arquivo dos autores.



Os detalhes gráficos estão em forma de sulcos, neste protótipo que tem como características o padrão gráfico geométrico, elaborado com técnica de relevação por sulcos (a base é relevada e os detalhes são sulcados) em papel de gramatura 220g; espessura aproximada da camada sulcada: 0,7mm e base com dimensões de 13,5cm x 13,5cm x 3mm (papel Holler + papel 220g).

Figura 12: Protótipo PPAP04

Fonte Arquivo dos autores.



O gráfico tátil PPAP04 (Figura 12), apresenta padrão gráfico geométrico com técnica de recorte vazado. O relevo é dado na base e os detalhes

são recortados e extraídos. Apresenta dimensões da base: 13,5cm x 13,5cm x 3mm (papel Holler + papel 220g).

Resultados e discussões

A interpretação de uma informação manifesta-se como um construto subjetivo multidimensional, composto a partir de avaliações específicas de parâmetros de desempenho e de interações. Assim, a tradução ou interpretação pode ser concebida como satisfatória por uma pessoa considerando a precisão da informação, mas outro indivíduo pode emitir uma avaliação distinta desse mesmo componente de qualidade, mesmo em desempenho em iguais condições ao primeiro (GILE, 2019).

O protótipo PPAP01 (Figura 9), que apresenta gráficos em relevo mais baixo, com somente uma camada de papel acima da base, foi considerado difícil de ser interpretado por 12 (doze), dos 15 (quinze) entrevistados, que relataram dificuldades em explorar os elementos gráficos devido à baixa altura dos componentes táteis.

Essa observação destaca a importância da altura e da nitidez das texturas táteis na facilidade de interpretação dos padrões na leitura tátil. O relevo mais pronunciado pode viabilizar a identificação e compreensão dos elementos gráficos, proporcionando uma experiência de leitura tátil mais satisfatória. Dessa forma, entende-se que é essencial considerar não apenas o design dos padrões, mas também a qualidade e a legibilidade das texturas táteis, garantindo uma experiência tátil eficaz para todos os leitores.

O protótipo PPAP02 (Figura 10) despertou comentários positivos de 13 (treze) dos 15 (quinze) participantes da pesquisa, que destacaram sua superioridade em termos de conforto e legibilidade durante a leitura tátil. Foram evidenciadas a qualidade do material utilizado (ao toque) e a altura das texturas táteis, considerando ideais para uma experiência de leitura tátil sensivelmente mais agradável. Durante a exploração, 6 (seis) participantes do experimento não perceberam que este padrão gráfico era o mesmo utilizado no protótipo feito na impressora 3D. Nove reconheceram imediatamente a semelhança entre os dois modelos.

A diferença de altura dos elementos relevados nos gráficos táteis atribuiu qualidade à interpretação tanto na leitura geral da imagem, como na exploração individual dos elementos. A versatilidade na apresentação e composição dos gráficos enriqueceu a experiência e contribuiu para evidenciar as qualidades dos gráficos confeccionados em papel, comparados aos produzidos em PLA. O gráfico PPLA01 recebeu críticas negativas devido a altura dos relevos em relação à proximidade dos detalhes, o que dificultou sua interpretação.

A experiência com gráfico PPAP02 (Figura 10) em papel, foi amplamente positiva, ressaltando a importância da altura das camadas de relevo na facilitação da interpretação e na promoção de uma experiência tátil satisfatória.

A mão, na exploração tátil

Durante a experiência de exploração tátil, observou-se que alguns participantes primeiramente utilizaram o dedo indicador (Figuras 13 e 14) para sentir os gráficos táteis ao primeiro contato.

Figura 13: Exploração tátil do protótipo PPAP02

Fonte Arquivo dos autores.



Em alguns casos, o dedo médio e o polegar também foram empregados.

Figura 14 : Exploração tátil do protótipo PPAP01

Fonte Arquivo dos autores.



Os protótipos PPAP03 e PPAP04 (Figura 15) não despertaram satisfação nos entrevistados, que na sua totalidade consideraram difícil interpretar os vazios, devido à inacessibilidade aos detalhes em pequenas dimensões.

Figura 15 – Exploração tátil do protótipo PPAP04.

Fonte Arquivo dos autores.



Três pessoas utilizaram a mão completa (Figura 16) para captar a impressão geral do desenho antes de se aprofundar nos detalhes.

Figura 16: Uso da mão na exploração tátil.

Fonte Arquivo dos autores.



Onze pessoas (da amostra de 15) exploraram utilizando mais de um dedo e quatro apoiaram o protótipo na mesa (Figura 17) para realizar a exploração utilizando o indicador buscando uma leitura similar ao Braille (explorando com a ponta dos dedos e tentando ler em um sentido).

Figura 17: Exploração tátil com duas mãos.

Fonte Arquivo dos autores.



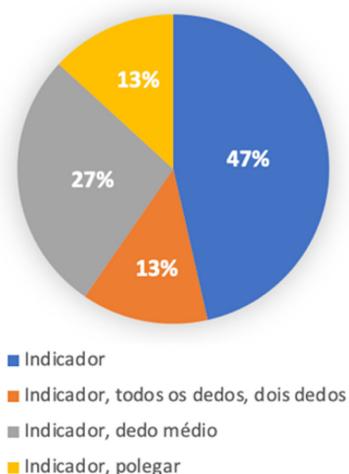
Treze dos quinze entrevistados afirmaram que preferem utilizar a ponta dos dedos nas explorações táteis, mas na observação apenas dez (desse treze) utilizaram a ponta dos dedos no reconhecimento. Dois entrevistados (que não lêem braille) falaram que preferem explorar usando a falange e dessa forma realizaram a exploração.

Durante a pesquisa, foi possível observar o comportamento tátil dos quinze participantes (Gráfico 4), onde verificou-se que 7 (sete) pessoas utilizaram somente o dedo indicador na exploração; 2 (duas) pessoas utilizaram o indicador no início da exploração, depois usaram todos os dedos, reconhecendo a peça de forma mais ampla e finalizaram a leitura usando o indicador e o dedo médio; 4 (quatro) pessoas exploraram toda a peça apenas com dois dedos (indicador e dedo médio) e 2 (duas) pessoas utilizaram somente o indicador e o polegar na exploração.

Gráfico 4 – Dedos mais utilizados na exploração tátil

Fonte Arquivo dos autores.

DEDOS USADOS NA EXPLORAÇÃO TÁTIL DOS GRÁFICOS

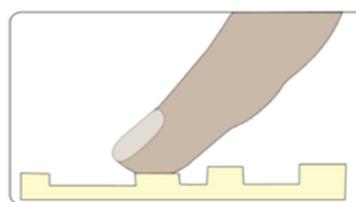


Sobre as áreas dos dedos (Figura 18) utilizadas para explorar e realizar a leitura dos gráficos táteis dez (10) dos 15 (quinze) participantes usaram a ponta dos dedos. Um entrevistado mencionou preferir usar a unha para explorar os detalhes entre as figuras, destacando sensibilidade tátil apurada nessa região da mão.

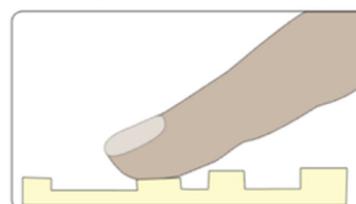
O polegar também desempenha um papel importante, sendo utilizado em movimentos de pinça e na exploração da forma, ao segurar a peça com ambas as mãos. Quando a peça não está fixa em uma superfície, os participantes destros tendem a usar a mão direita para explorar enquanto a esquerda é usada para guiar o movimento.

Figura 18: Áreas da falange usadas na exploração tátil – Dedo indicador.
Fonte Arquivo dos autores.

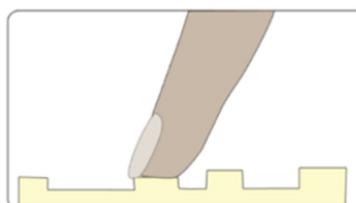
1. Região próxima à ponta do dedo.



2. Região central da falange.



3. Ponta do dedo e unha.



Essas diferentes técnicas e abordagens ilustram a diversidade na forma como as pessoas com deficiência visual exploram e interpretam informações táteis, demonstrando a necessidade de considerar essa variedade ao projetar recursos acessíveis.

Considerações Finais

Neste trabalho verificou-se a relação direta entre a acessibilidade às informações e a valorização cultural que gera o sentimento de pertencimento e valorização pessoal. Entretanto, para desenvolver soluções inclusivas é necessário o engajamento entre a equipe de projetistas e as pessoas

que vivenciam o problema, uma vez que estas conhecem barreiras e desafios que permitem identificar aspectos que podem ser imperceptíveis a quem não sofre seus impactos.

Ao identificar um problema é importante investigar sua origem. Ouvir sobre a importância do azulejo colonial enquanto elemento cultural sem a possibilidade de conhecer seus padrões gráficos, que (dentre outros aspectos) o diferencia de outros tipos de revestimentos cerâmicos, abreviou a inclusão cultural de pessoas com deficiência visual envolvidas no estudo. Quando se tratam de elementos tangíveis, é necessário apresentar possibilidades de acesso tátil para promover ou contribuir com a interpretação que leva a apropriação do conhecimento.

Conhecer as normas e recomendações para a produção de gráficos táteis foi fundamental para iniciar este estudo e as reações e sugestões das pessoas com deficiência visual que contribuíram nesta pesquisa permitiram ampliar o conhecimento em torno do desenvolvimento de soluções inclusivas.

Referências

American Foundation for the Blind. **Techniques for Creating and Instructing with Tactile Graphics**. New York: The American Foundation for the Blind from Ike PRESLEY and Lucia HASTY. 2005.

BRASIL, Ministério do Turismo. Turismo Acessível: **Introdução a uma viagem de inclusão**. Vol.1. Brasília: Ministério do Turismo, 2009, 48p.

BRASIL. Ministério do Turismo. **Turismo Cultural: orientações básicas**. / Ministério do Turismo, Secretaria Nacional de Políticas de Turismo, Departamento de Estruturação, Articulação e Ordenamento Turístico, Coordenação-Geral de Segmentação. – 3. ed.- Brasília: Ministério do Turismo, 2010. 96 p.

CAMARGO, Tatiana; SOUZA, Vera Lúcia Trevizan. **O Refúgio no Brasil: A Linguagem como Possibilidade de Inserção na Cultura**. REVISTA EDUCAÇÃO, CULTURA E SOCIEDADE-RECS, Vol. 13, No. 2, 28ª Edição, 2023.

CANADIAN BRAILLE AUTHORITY. **Report of tactile graphics sub-committee part 3, 2003**. Disponível em: <http://www.brailleliteracycanada.ca/CMFiles/Educators/Report_Tactile_Graphics_part3.pdf>. Acesso em: 10 abril 2024.

CARVALHO, Flaviane Faria. **Temas Contemporâneos em Semiótica Visual Brasília: CEPADIC**. 93 p. 2013.
Disponível em <https://www.afb.org/> Acessos em setembro 2021 e março 2024.

DONDIS, Dondis A. **Sintaxe da linguagem visual** Tradução de Jefherson Luiz Camargo. Martins Fontes, São Paulo: 2003.

FERREIRA, JOÃO ELIAS VIDUEIRA. **Manual de imagens para deficientes visuais [recurso eletrônico]** /João Elias Vidueira Ferreira...[et al.] São Paulo: 2021.
GILE, Daniel. Trad.: Marileide Dias Esqueda e Flávio de Sousa Freitas. Da Comunicação à Qualidade em Interpretação e Tradução: Uma Visão Didática. Letras & Letras, Uberlândia, v.35, n.2, jul a dez. ISSN 1981-5239. 2019.

Guidelines and Standards for Tactile Graphics. **Com autorização da Braille Authority of North America, 2022**. Disponível em https://www.brailleauthority.org/sites/default/files/tg/Tactile%20Graphics%20Standards%20and%20Guidelines%202022_a11y.pdf .
Acesso em outubro/2023.

NASCIMENTO, R. da S.; HOFFMAN, G. P.; MARCOLINO, D.; **Metodologia LabTATE: Recurso didático no ensino superior de geografia para apoio a alunos com deficiência visual**. In: NOGUEIRA, R. E. (Org.), Geografia e inclusão escolar: teoria e práticas. Florianópolis: Edições do Bosque/CFH/UFSC, 2016.

SILVA, M. G. A.; RODRIGUES, L. P. **Cores, Texturas e Tipografia: Desenvolvendo A Competência Leitora por meio de Recursos Multimodais.** Trabalhos em Linguística Aplicada. UNICAMP, 2022.

SPENCE D., OSTERHAUS, S. **Fundação Americana para Cegos Mentores de Alfabetização em Braille em Treinamento: A Próxima Geração - Ensino de Códigos Especiais: Nemeth, CBC e Gráficos Táteis** - Workshop em Fremont, Califórnia (7 a 9 de agosto de 1997).

VAN LEEUWEN, T.; **The Language of Colour** New York: Routledge. 2011.

ZUCHERATO, B.; FREITAS, M. I. **A construção de gráficos táteis para alunos deficientes visuais.** Revista Ciência e Extensão v.7, n.1, UNESP, 2011.

Recebido: 02 de maio de 2024.

Aprovado: 27 de novembro de 2024.