



A CONTRIBUIÇÃO DA TECNOLOGIA PARA A CARTOGRAFIA TÁTIL: AVANÇOS, DESAFIOS E PERSPECTIVAS

Karine Siqueira Camilo Silva ¹

Édipo Alves Lacerda Lavínia ²

Leandra Silva Carreiro ³

Marcos Vinicius Mendes da Silva ⁴

Ricardo Henrique Palhares ⁵

RESUMO

O artigo discute a contribuição das tecnologias digitais e das ferramentas de fabricação, como impressão 3D e corte a laser, na produção de materiais de cartografia tátil voltados para pessoas com deficiência visual. A pesquisa adota uma abordagem teórico-metodológica qualitativa, com base em análises bibliográficas e experiências de aplicação de recursos tecnológicos na confecção de mapas táteis acessíveis. Identificam-se avanços na precisão e durabilidade dos materiais e desafios relacionados ao custo e à formação técnica. Os resultados demonstram que o uso de tecnologias assistivas fortalece práticas pedagógicas inclusivas e amplia o acesso à informação espacial, consolidando a cartografia tátil como instrumento essencial para a educação geográfica acessível e inclusiva.

Palavras-chave: Acessibilidade; Cartografia Tátil; Deficiência Visual; Inclusão; Tecnologia Assistiva.

ABSTRACT

The article discusses the contribution of digital technologies and manufacturing tools, such as 3D printing and laser cutting, in the production of tactile cartography materials for visually impaired people. The research adopts a qualitative theoretical-methodological approach, based on bibliographic analysis and experiences with technological resources applied to the creation of accessible maps. Advances were identified in the precision and durability of materials, as well as challenges related to cost and technical training. The results demonstrate that the use of assistive technologies strengthens inclusive pedagogical practices and expands access to spatial information, consolidating tactile cartography as an essential tool for accessible geographic education.

Keywords: Accessibility; Tactile Cartography; Visual Impairment; Inclusion; Assistive Technology.

¹ Mestre em Geografia, Pesquisadora em Cartografia Tátil, pela Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES – MG, karine.camilo@educacao.mg.gov.br;

²Engenheiro Agrônomo e graduando de Geografia Licenciatura da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES – MG, edipo.lacerda@edu.unimontes.br;

³ Graduanda de Geografia Licenciatura da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES – MG, laviniialeandra2402@gmail.com;

⁴ Graduando em Engenharia Elétrica do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – IFNMG – MG, mvms3@aluno.ifnmg.edu.br;

⁵ Coautor, Doutor em Geografia – Tratamento da Informação Espacial – TIE/PUC Minas, Professor da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES – MG, ricardo.palhares@unimontes.br.

INTRODUÇÃO

As Pessoas com Deficiência Visual (PcDV) enfrentam desafios diários na leitura espacial, e no ambiente educacional, devido as abstrações inerentes aos estudos geográficos e as representações e conceitos que são na sua maioria visuais.

A cartografia tátil é um segmento da cartografia voltado à produção adaptada de representações gráficas do espaço geográfico. Essa representação usa diferentes técnicas, como mapas e maquetes bidimensionais (2D) e tridimensionais (3D), diferentes texturas, em alto e baixo relevo, tradução dos principais elementos do mapa (título, legenda, escala) em escrita braille, visando facilitar a leitura espacial por Pessoas com Deficiência Visual (PcDV).

Entende-se desta maneira, que a cartografia tátil desempenha um papel crucial na organização espacial do mundo e no acesso à informação geográfica. Para pessoas com deficiência visual, os mapas táteis são ferramentas essenciais para a percepção espacial, permitindo a exploração de ambientes e a compreensão de fenômenos geográficos. Como é confirmado por Vasconcellos (1993):

No caso do aluno deficiente visual, a importância dos mapas é ainda maior. Diagramas, ilustrações, modelos e mapas, apesar de abstrações da realidade, conseguem concretizar o espaço, sintetizando a informação a ser percebida pelo tato. Os mapas podem ser usados para localização, orientação e locomoção, juntamente com a bússola, na escala da edificação. Estes recursos, para pessoas portadoras de deficiência visual, podem ser usados para auxiliar nos seus deslocamentos da vida cotidiana, na escola ou no bairro. Dessa forma, o mapa é fundamental na percepção e construção do espaço pelo usuário, principalmente porque ele não pode captar informações espaciais através da visão. (VASCONCELLOS, 1993 p. 50)

No entanto, a produção dessas maquetes e mapas sempre enfrentaram alguns desafios como durabilidade, custos, acessibilidade e qualidade tátil.

Com os avanços tecnológicos, novas possibilidades emergiram, transformando a maneira como os mapas táteis são elaborados e utilizados. Materiais inovadores, técnicas de fabricação como impressão 3D e corte a laser, além da incorporação de tecnologia digital, têm ampliado a eficiência e a aplicabilidade desses mapas. De acordo com Silva (2024), a cartografia tátil é uma metodologia inclusiva que “permite ao estudante com deficiência visual perceber, explorar e compreender os espaços públicos de forma ativa e cidadã”. O uso desse recurso no ensino da Geografia amplia a autonomia e possibilita a apropriação simbólica do espaço. Nesse contexto, este trabalho busca analisar a contribuição da tecnologia para a cartografia tátil, investigando os desafios, os avanços tecnológicos e as perspectivas futuras para essa área.

REFERENCIAL TEÓRICO

A inclusão educacional representa uma mudança de paradigmas nas políticas e práticas escolares. Segundo Mantoan (2003), a escola inclusiva é aquela que reconhece a diferença como valor e não como obstáculo, reorganizando seu funcionamento pedagógico e institucional para garantir a aprendizagem de todos.

Mantoan e Prieto (2006) aprofundam esse debate ao ressaltarem que a efetivação da inclusão depende da formação de professores e da articulação entre teoria e prática pedagógica. “Não há inclusão sem reflexão sobre o fazer docente e sem o compromisso com a transformação social”, destacam (MANTOAN; PRIETO, 2006, p. 42).

A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (BRASIL, 2015) assegura o direito ao acesso à educação em todos os níveis, com oferta de recursos de acessibilidade e tecnologia assistiva, reconhecendo a autonomia e a participação plena das pessoas com deficiência no meio educacional.

Bersch (2006) descreve a tecnologia assistiva como o conjunto de serviços e dispositivos que ampliam a funcionalidade e a participação das pessoas com deficiência na sociedade. Para a autora, o uso de tais tecnologias não deve se restringir à adaptação física, mas envolver a mediação do conhecimento e a valorização da autonomia do sujeito.

Galvão Filho e Damasceno (2006) reforçam essa visão ao enfatizar que as tecnologias assistivas proporcionam “novas formas de comunicação e interação” que ampliam as possibilidades de ensino-aprendizagem.

Assim, o uso de ferramentas tecnológicas associadas à formação docente e ao desenvolvimento de práticas acessíveis contribui para a construção de ambientes educacionais equitativos e participativos.

A cartografia tátil é uma vertente da cartografia voltada à representação tátil dos elementos espaciais. Vasconcellos (1993, p. 50) destaca que “os mapas, apesar de abstrações da realidade, concretizam o espaço, sintetizando a informação a ser percebida pelo tato”.

Silva (2024) complementa que os mapas e maquetes táteis, elaborados com materiais como MDF, EVA, PLA e acrílico, possibilitam representar o relevo, a hidrografia e as áreas urbanas de forma acessível, tornando o aprendizado mais inclusivo.

A aplicação das tecnologias digitais — como corte a laser e impressão 3D — ampliou a precisão, durabilidade e reprodutibilidade dos materiais, tornando a cartografia tátil uma ferramenta didática moderna e eficaz.

METODOLOGIA

Este trabalho é alicerçado na pesquisa qualitativa e descritiva, estruturada em duas etapas principais: levantamento e análise de referencial bibliográfico sobre inclusão, cartografia tátil, ensino da geografia, modelagem 2D e 3D, prototipagem, tecnologias assistivas, além de relatos de experiências com a cartografia tátil, observação de práticas educacionais e experimentos com uso de recursos tecnológicos como impressão 3D em ácido polilático (PLA) e corte a laser em 2D em materiais como fibra de madeira de média densidade (MDF), acrílico, etileno acetato de vinila (EVA).

O levantamento teórico baseou-se em autores de referência sobre inclusão e tecnologia assistiva, como Mantoan (2003, 2006), Bersch (2006), Galvão Filho e Damasceno (2006) e Freitas (2021), além das contribuições de Silva (2024) sobre o uso da cartografia tátil.

Para elaboração do mapa tátil é utilizado como base o mapa selecionado, com a imagem recebida, são realizados os contornos no software AutoCAD para facilitar a criação dos esboços dos mapas. O processo base para a criação das texturas se dá por uma combinação de pontos e linhas, que através da organização da sequência, profundidade, espaçamentos, direção, movimento permite uma variedade rica de texturas. Porém, a escolha destas características para a definição das texturas ideais que realmente sejam perceptíveis e agradáveis ao tato ideal, demanda várias tentativas, testes e ajustes, até alcançar um resultado satisfatório no layout final. O passo a passo a seguir, Quadro 1, mostra de forma sintetizada, o uso das tecnologias na elaboração e confecção de mapas táteis.

Quadro 1 – Etapas para a produção de mapas táteis

Etapas	Descrição das atividades
1. Seleção	Consiste na escolha dos mapas convencionais que servirão de base para a versão tátil. Os arquivos geralmente são extraídos em formato PDF, selecionados conforme o tema, escala e relevância para o público-alvo.
2. Layout	Refere-se ao esboço da estrutura e à organização dos principais elementos do mapa, definindo a localização das legendas, títulos, símbolos e áreas de relevo. Nessa etapa, busca-se adaptar a disposição dos elementos para facilitar a leitura tátil.
3. Construção dos mapas	Envolve o tratamento e a vetorização das imagens dos mapas, utilizando softwares especializados como <i>AutoCAD</i> , <i>Autolaser</i> e <i>Autodesk Inventor</i> . Essa etapa é responsável pela conversão dos

	elementos gráficos em formatos compatíveis com corte a laser ou impressão 3D.
4. Definição de texturas	Criação das texturas através da combinação de pontos e linhas, testes, ajustes e definição das texturas perceptíveis e agradáveis ao tato.
5. Tradução para Braille	Corresponde à escrita dos principais elementos textuais — como título, legendas e nomes geográficos — no sistema Braille. Utiliza-se o software <i>Braille Fácil</i> , para converter os textos convencionais para a escrita braille, garantindo a acessibilidade do material.
6. Reprodução	Etapa final de produção, na qual o mapa é reproduzido fisicamente em materiais como <i>MDF</i> , <i>PLA</i> , <i>acrílico</i> ou <i>EVA</i> , conforme o tipo de tecnologia empregada (impressão 3D ou corte a laser). Essa fase garante a materialização do produto final e sua durabilidade.
7. Validação dos mapas	Validações por professores e alunos do Centro de Apoio Pedagógico às Pessoas com Deficiência Visual (PcDV).

Fonte: adaptado pelos autores (2025).

O Quadro 2 apresenta os principais softwares utilizados na confecção de mapas táteis, com suas funções e aplicações técnicas

Quadro 2 – Softwares utilizados na confecção de mapas táteis

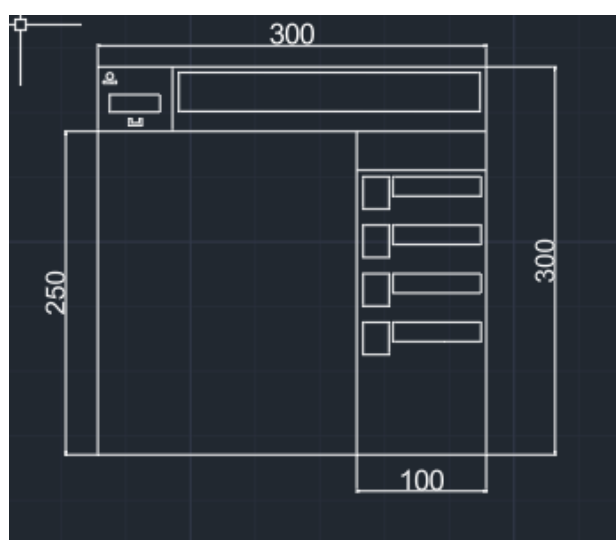
Software	Descrição técnica e aplicações
AutoCAD	Software de design assistido por computador (CAD) da Autodesk. Permite criar e editar desenhos técnicos em 2D e 3D, inserir cotas, anotações e hachuras, além de configurar layouts de impressão. É amplamente utilizado para elaborar plantas cartográficas com precisão e garantir a conformidade com normas técnicas, servindo de base para a modelagem de mapas táteis tridimensionais.
Autolaser	Programa destinado à operação de máquinas de corte e gravação a laser. Possibilita criar, editar e configurar parâmetros de corte — potência, velocidade e precisão — para diferentes materiais (MDF, acrílico, EVA, entre outros). Gerencia o fluxo de automação desde a criação do desenho até o envio do arquivo para a máquina, sendo essencial para a confecção de peças táteis com alta precisão e acabamento.

Autodesk Inventor	Software de modelagem 3D também desenvolvido pela Autodesk. Permite a criação de protótipos virtuais e modelagem paramétrica, sendo utilizado no desenvolvimento de modelos tridimensionais personalizados. Na cartografia tátil, auxilia na prototipagem e visualização virtual de relevos e estruturas antes da impressão 3D.
Braille Fácil	Ferramenta de transcrição de textos convencionais para o sistema Braille. Facilita a produção de materiais acessíveis, permitindo digitar ou importar textos, visualizar a transcrição e enviá-la para impressoras Braille ou exportar para outros programas. É fundamental para incluir legendas e informações táteis em mapas voltados a pessoas com deficiência visual.

Fonte: adaptado pelos autores (2025).

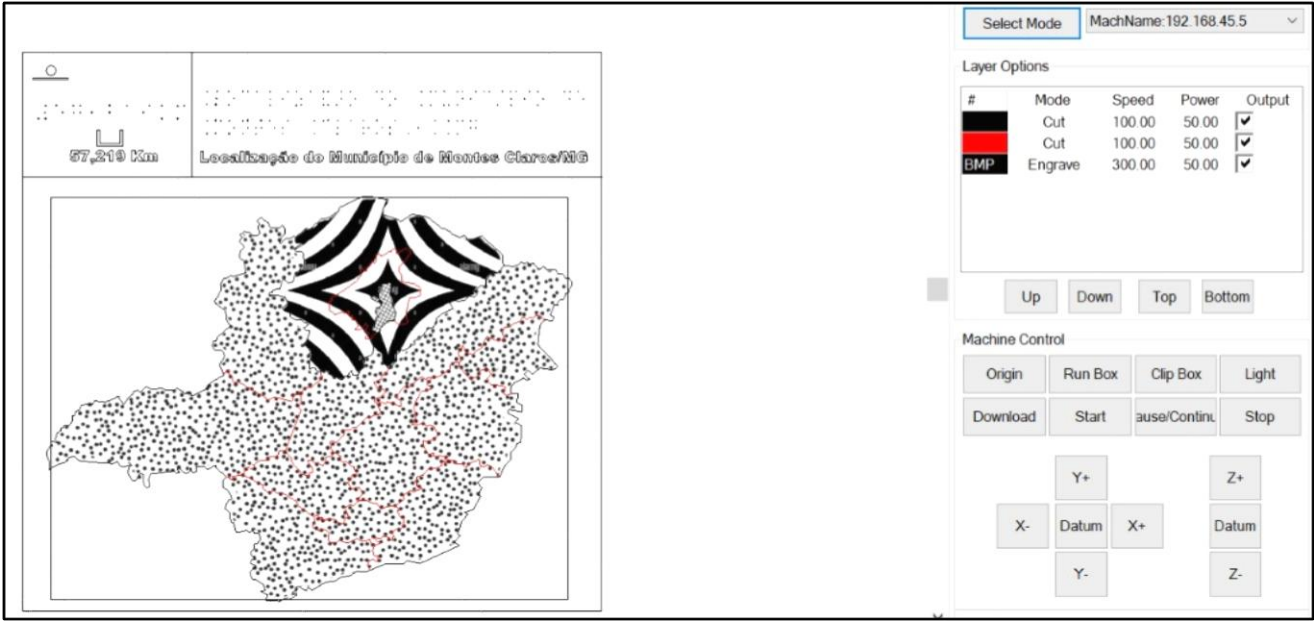
Após a finalização dos contornos, é definido o layout ideal para a disposição dos mapas. Como referência, são utilizadas texturas previamente elaboradas e validadas por professores e alunos do Centro de Apoio Pedagógico às Pessoas com Deficiência Visual (PcDV). Pensando em favorecer a leitura e interpretação dos mapas táteis e uma experiência mais autônoma para o público-alvo: pessoas com deficiência visual foi pensado na disposição dos principais elementos do mapa (título, orientação, escala e legenda). No canto superior esquerdo, é inserida a orientação e a escala do mapa; na parte superior centralizado é inserido o título e no corpo da legenda são dispostas as texturas e descrição das áreas representadas por cada uma. Cada um dos elementos são descritos em braille e no alfabeto rtaducional. A figura 1, 2 e 3 apresentam a organização do layout da legenda e dos mapas táteis.

Figura 1 — *Layout da legenda dos mapas táteis*



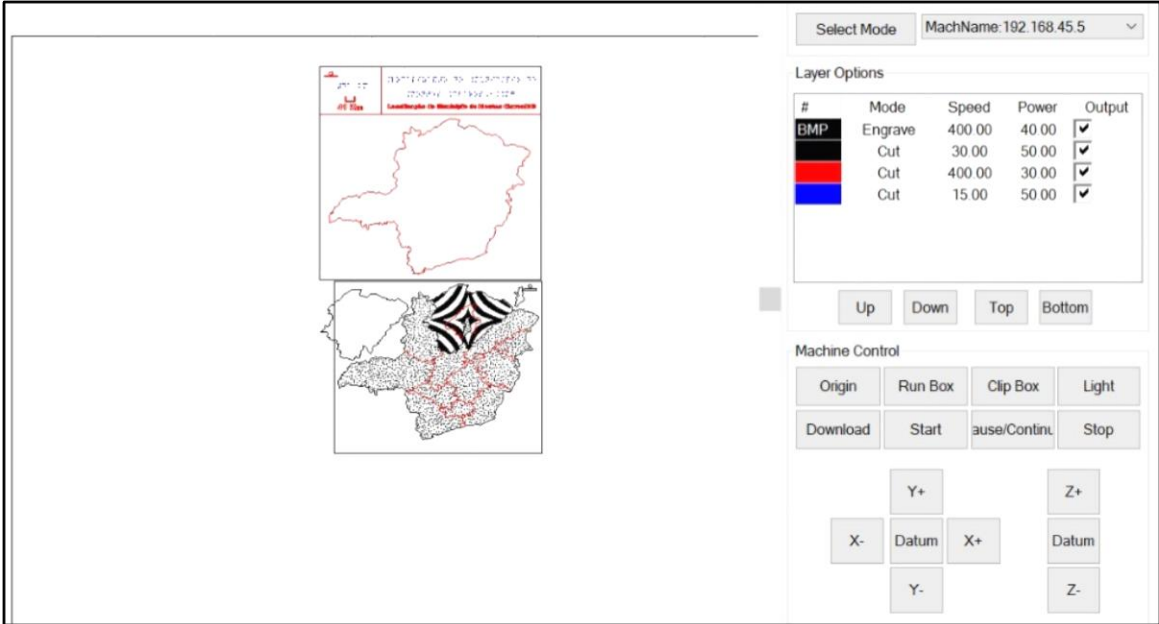
Fonte: Marcos Vinicius Mendes da Silva (2025).

Figura 2 — *Layout* do mapa com texturas da Localização do Município de Montes Claros –MG



Fonte: dados do IBGE 2017. Org. Juan Carlos de Carvalho, 2024 (IFNMG).

Figura 3 — *Layout* com destaque para cortar/gravar do mapa com texturas da Localização do Município de Montes Claros – MG

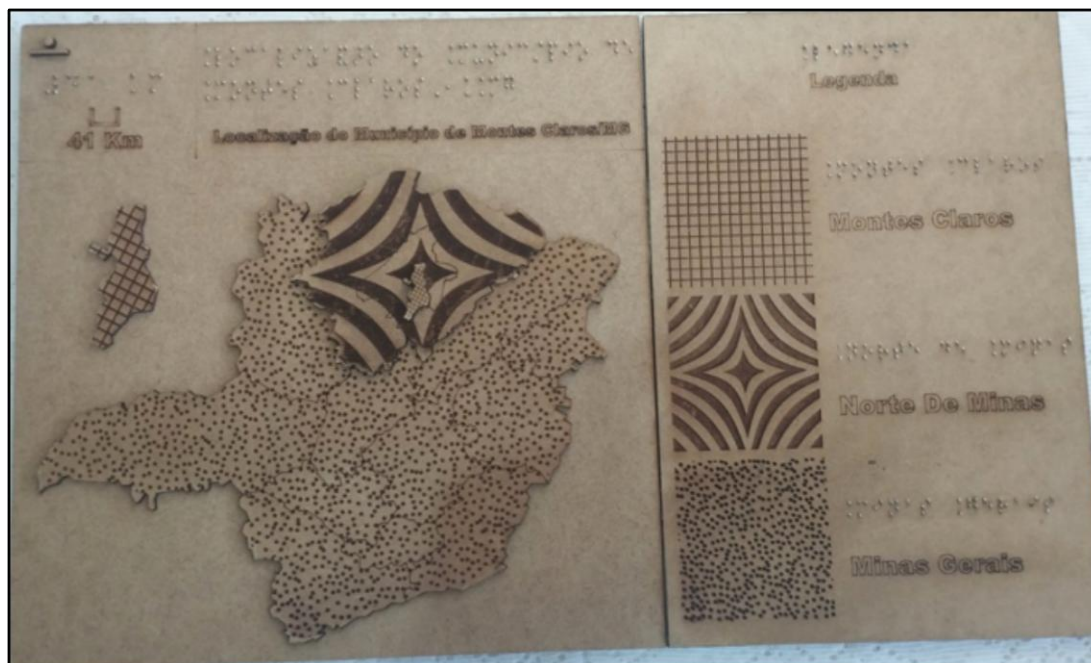


Fonte: dados do IBGE 2017. Org. Juan Carlos de Carvalho, 2024 (IFNMG).



A foto 1 apresenta o resultado final, o Mapa Tátil da Localização do Município de Montes Claros – MG.

Foto 1 -Mapa 3D e Legenda em MDF da Localização do Município de Montes Claros – MG já com texturas



Fonte: acervo da autora (2024).

O trabalho foi conduzido com base nos princípios de acessibilidade e usabilidade, observando critérios de textura, escala e contraste, conforme preconizam as diretrizes da Lei nº 13.146/2015 (BRASIL, 2015).

A relevância das tecnologias na elaboração de materiais didáticos e sociais é amplamente reconhecida, uma vez que estas possibilitam a produção com maior precisão e agilidade, além de viabilizar a reprodução em série. Essa capacidade tecnológica não apenas facilita a construção de uma variedade de materiais, mas também assegura que esses recursos atendam a critérios funcionais específicos, adequando-se às necessidades educacionais e sociais de cada pessoa, garantindo a equidade e assegurando a acessibilidade. Assim, a integração de tecnologias na criação de materiais se configura como um elemento crucial para a eficácia e a acessibilidade no contexto socioeducacional.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As bibliografias de autores e pesquisadores da cartografia tátil relatam e trazem a reflexão sobre as dificuldades enfrentadas no ensino da geografia e reconhecimento espacial pelas Pessoas com Deficiência Visual. Recomendam estratégias que levam a diversidade em



consideração, com a adaptação de materiais e metodologias (geralmente artesanais) de ensino adequados visando suprir as lacunas de inclusão no ensino aprendizagem e na orientação e mobilidade.

Sena e Carmo (2018) definem os materiais mais utilizados para a elaboração de mapas táteis, que vão desde tecnologias de baixa tecnologia, como a colagem de materiais artesanais, folhas de alumínio e serigrafia, até tecnologias mais avançadas, como o papel microcapsulado, cortadora a laser, termoforme e impressão 3D.

Durante muito tempo, os mapas táteis foram feitos de forma artesanal, com materiais como papel em alto-relevo ou plástico moldado. Embora essas soluções tenham sido importantes, tinham limitações em termos de resistência e detalhamento. Com a chegada de novas tecnologias, esse cenário começou a mudar.

A partir dos relatos, das observações e experiências na elaboração de materiais diversos a partir da modelagem 2D e 3D, corte a laser em MDF e acrílico, ficou claro as diversas possibilidades de utilização na criação recursos diáticos da cartografia tátil, como mapas, maquetes, com maior precisão, riqueza de detalhes e durabilidade. Baseado nestes fundamentos, acredita-se que através do corte a laser e da impressão tridimensional pode-se obter cortes mais detalhados, impressões mais precisas, com sobreposições em camadas, para representação de diversos espaços geográficos, clima, vegetação, relevo, hidrografia, áreas urbanas e dos principais elementos dos mapas. Ademais, essas tecnologias podem possibilitar a criação de mapas personalizados, com reprodutibilidade e menor custo quando produzidos em maior escala (Silva et al., 2022).

As tecnologias assistivas criadas especificamente para estudantes com deficiência visual são fundamentais no processo educacional, pois não só ampliam as oportunidades de acesso ao conhecimento, mas também promovem maior engajamento e garantem uma inclusão efetiva no ambiente escolar (FREITAS, 2021). Pode-se pensar assim nas novas tecnologias aliadas a cartografi tátil como uma tecnologia assistiva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração entre tecnologia e Cartografia Tátil trazem uma proposta de ensino inclusivo, dinâmico, com possibilidade de maquetes e mapas táteis mais interativos, exclusivos. As inovações tecnológicas com impressoras de corte a laser e impressão 3D, são um ganho no quesito redução do tempo de produção, padronização da qualidade das texturas, contornos, reprodução em grande escala, com maior durabilidade, maior facilidade e rapidez na produção.

Os resultados demonstram que a adoção dessas tecnologias contribui para a democratização do ensino de Geografia, ao passo que fortalece a cidadania e o direito à

informação. Contudo, apesar dos avanços, existem desafios a serem superados. Estes estão no fato de ainda não haver nas normas técnicas da cartografia, orientações padronizadas para elaboração dos mapas e maquetes táteis, alto custo na aquisição dos equipamentos e materiais. Outro entrave está em pessoas qualificadas com conhecimento em cartografia tátil, inclusão, modelagem 3D, para que possa alcançar resultados realmente inclusivos.

Reforça-se, portanto, a importância de políticas públicas voltadas à implementação de práticas inclusivas e ao incentivo à pesquisa em tecnologias assistivas. Como defende Mantoan (2003), “a verdadeira inclusão não se faz apenas com boas intenções, mas com compromisso político, pedagógico e humano”.

Para superar estes obstáculos, é de suma importância investir em formações profissionais, cooperação no âmbito educacional, centros de pesquisa, universidade, iniciativa privada, poder público. Os financiamentos dos projetos de pesquisa que podem contribuir desde a formação à aquisição de recursos materiais, num modelo de proposta colaborativa.

REFERÊNCIAS

- BERSCH, Rita. **Tecnologia assistiva: fundamentos e prática**. Porto Alegre: Secretaria de Educação Especial, 2006.
- BORGES, M.; MAGALHÃES, T. **Cartografia tátil e acessibilidade: desafios e avanços**. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 72, n. 3, p. 215–230, 2020.
- BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 7 jul. 2015.
- FREITAS, Fabiano Batista de. **O leitor de telas NVDA no processo de inclusão de estudantes com deficiência visual do IFNMG**. Montes Claros: IFNMG, 2021.
- GALVÃO FILHO, Teófilo A.; DAMASCENO, Maria M. **Tecnologias assistivas e inclusão escolar**. Salvador: EDUFBA, 2006.
- MANTOAN, Maria Teresa Eglér. **Inclusão escolar: o que é? Por quê? Como fazer?** São Paulo: Moderna, 2003.
- MANTOAN, Maria Teresa Eglér; PRIETO, Rosângela Gavioli. **Inclusão escolar: pontos e contrapontos**. São Paulo: Summus, 2006.
- NASCIMENTO, L.; OLIVEIRA, R. **Tecnologias digitais na cartografia tátil: um novo horizonte para a acessibilidade**. *Geografia e Inclusão*, v. 5, n. 2, p. 98–112, 2021.
- SASSAKI, Romeu Kazumi. **Inclusão: construindo uma sociedade para todos**. Rio de Janeiro: WVA, 2010.
- SENA, Carla Cristina Reinaldo Gimenes de; CARMO, Waldirene Ribeiro do. **Cartografia tátil: o papel das tecnologias na educação inclusiva**. *Boletim Paulista de Geografia*, v. 99, p. 102–123, 2018.
- SILVA, Karine Siqueira Camilo. **O uso da cartografia tátil para reconhecimento dos espaços públicos de/em Montes Claros – MG**. Montes Claros: UNIMONTES, 2024.
- SILVA, P.; COSTA, F.; ALMEIDA, J. **Impressão 3D na cartografia tátil: possibilidades e desafios**. *Revista de Tecnologia Assistiva*, v. 10, n. 1, p. 45–63, 2022.

VASCONCELLOS, Regina. **A cartografia tátil e o deficiente visual: uma avaliação das etapas de produção e uso do mapa.** 1993. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.