

DESENVOLVIMENTO DE MODELO TÁTIL DA ILUSTRAÇÃO MAGÉ DE VICTOR MEIRELLES

DEVELOPMENT OF A TACTILE MODEL FOR VICTOR MEIRELLES' ILLUSTRATION MAGÉ

BLAYA, Mariana Deboni; Mestre; Instituto Federal de Santa Catarina

marianablay@gmail.com

PISTORELLO, Roberto Angelo; Mestre; Instituto Federal de Santa Catarina

roberto.pistorello@ifsc.edu.br

ORTIGA, Priscila Moura; Especialista; Instituto Federal de Santa Catarina

priscila.ortiga@ifsc.edu.br

Resumo

A representação artística é uma forma de expressão e de linguagem. Apesar de sua importância, muitos cidadãos não frequentam museus por falta de acessibilidade, especialmente o público cego. Assim, este trabalho objetiva apresentar o desenvolvimento de um modelo tátil da ilustração Magé de Victor Meirelles, utilizando tecnologias de fabricação digital, visando estimular a percepção sensorial das obras em museus. Após pesquisas bibliográfica, documental e de campo, a ilustração foi convertida em um modelo tridimensional e então fabricada utilizando o processo de Manufatura Aditiva (MA) de Fabricação por Filamento Fundido (FFF). Os resultados mostram que a acessibilidade em museus ocorre principalmente por audioguias e a utilização de modelos táteis pode ser necessária para a compressão tridimensional. A conversão da ilustração em modelo tridimensional não é trivial, mas foi possível criar um modelo tátil que pode estar adequado para auxiliar o público cego na melhor compreensão da obra.

Palavras Chave: acessibilidade; manufatura aditiva; modelo tátil.

Abstract

Artistic representation is a form of expression and language. Despite its significance, many citizens do not visit museums due to accessibility issues, particularly among the blind population. Therefore, this study aims to present the development of a tactile model of Victor Meirelles' illustration 'Magé' using digital fabrication technologies, with the goal of enhancing sensory perception of artworks in museums. Through bibliographic, documentary, and field research, the illustration was transformed into a three-dimensional model and then manufactured using Additive Manufacturing (AM) via Fused Filament Fabrication (FFF). The results indicate that museum accessibility primarily relies on audio guides, and the use of tactile models may be necessary for three-dimensional comprehension. Although converting the illustration into a three-dimensional model is not straightforward, it was feasible to create a tactile model that could assist blind audiences in better understanding the artwork.

Keywords: accessibility; additive manufacturing; tactile model.

1 Introdução

Quando uma obra de arte é contemplada, um repertório visual é acionado o que permite decifrar e aprender a mensagem a ser compreendida. A representação artística tem sido utilizada pelo homem desde os mais remotos tempos como forma de expressão, sendo utilizada também como uma forma de linguagem, um saber cultural. A educação voltada à cultura, estimula o pensamento artístico, através do qual se amplia a sensibilidade, a percepção, a reflexão e a linguagem (RODRIGUES et al. 2016). Neste sentido, a qualidade memorial do patrimônio histórico e cultural é proporcional ao seu compartilhamento ao público e a apropriação da informação em benefício do conhecimento (FERREIRA, 2013 apud VEIGA, 2013). Em outras palavras, seu conteúdo deve ser compartilhado e estar acessível à população.

De acordo com Sarraf (2015), muitos cidadãos não frequentam espaços museológicos espontaneamente, por causa da falta de acessibilidade, que não se restringe apenas ao direito de ir e vir. O benefício das práticas e linguagens acessíveis deve colaborar para que os indivíduos se sintam acolhidos, tenham o desejo de permanecer, participar e considerar os espaços culturais como opções de lazer e cultura indispensáveis em sua agenda.

Mas a realidade, de acordo com Mesquita (2011) é que “a falta de acessibilidade no usufruto das infraestruturas públicas e privadas, aparece assim como uma barreira ao bem-estar de todos os cidadãos, impedindo a inclusão social da população com deficiência”.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), 23,9% da população brasileira possui algum tipo de deficiência, sendo a deficiência visual com maior incidência entre a população. São 35.324.392 habitantes deficientes visuais entre os 45.606.048 que declararam possuir pelo menos uma das deficiências investigadas pelo censo demográfico de 2010 (deficiência visual, auditiva, motora e mental/intelectual). O IBGE (2010) segmenta a deficiência visual em três categorias: alguma dificuldade de enxergar, grande dificuldade de enxergar e não consegue enxergar de modo algum, sendo o primeiro grupo com maior incidência, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Número de habitantes com deficiência visual no Brasil em 2010.

Deficiência visual	População
Alguma dificuldade de enxergar	29.211.428
Grande dificuldade de enxergar	6.056.533
Não consegue enxergar	506.377
Total	35.324.392

Fonte: adaptado de SANCHES (2018).

As duas primeiras classificações da Tabela 1 são enquadradas como “baixa visão”, e englobam o grupo de pessoas que possuem perda visual severa, mas que ainda mantém resíduos visuais. A última classificação é chamada de cegueira, pois apresenta desde a perda total da visão até a ausência de percepção luminosa (QUEVEDO e ULBRICHT, 2011).

A cegueira, portanto, pode ser definida como a incapacidade de enxergar, causada por fatores fisiológicos ou neurológicos. O termo reúne indivíduos com diferentes graus de visão residual e não significa, necessariamente, total incapacidade para ver, mas o prejuízo dessa aptidão em níveis incapacitantes para o exercício de tarefas rotineiras (OTTAIANO et al, 2019).

No que diz respeito a inclusão em espaços culturais, de acordo com Mazzaro (2014), menos de 40% dos 192 museus cadastrados no Sistema Estadual de Museus (SEM) de Santa Catarina tem algum tipo de acessibilidade. E esta acessibilidade nem sempre é universal, sendo somente direcionada a algumas classificações de deficiências. Assim, a acessibilidade a espaços culturais pode ser um grande desafio para as instituições culturais, principalmente no que concerne aos deficientes visuais. A forma como são dispostas as exposições de artes visuais ainda são uma barreira para os cegos ou pessoas com baixa visão, visto que muitas obras se constituem de elementos bidimensionais.

De acordo com Sarraf (2015),

As populações que representam os beneficiários diretos da aplicação de comunicação sensorial e das estratégias de mediações acessíveis necessitam de recursos que proponham percepções por meio dos sentidos que não se limitem à visão e audição; adequações espaciais que proporcionem acesso aos indivíduos que se locomovem de maneiras diferentes e com equipamentos; estratégias de comunicação alternativas que privilegiem diversos níveis de cognição e outros aspectos que respeitem as diferentes disposições dos indivíduos que formam nossa sociedade diversa.

Assim, uma alternativa visando reduzir este problema de acesso a obras bidimensionais é a utilização de réplicas em relevo, priorizando o tato como sentido de interpretação desta experiência cultural e artística.

O tato é o modo sensorial que integra nossa experiência de mundo com nossa individualidade. Até mesmo as percepções visuais se mesclam e interam no continuum tátil da individualidade; meu corpo é o verdadeiro umbigo de meu mundo, não no sentido do ponto de vista central, mas como o próprio local de referência, memória, imaginação e integração (PALLASMAA, 2011).

Desta forma, réplicas táteis podem ser uma alternativa para estimular a percepção sensorial, com potencial comunicativo e didático, utilizadas como intensificador dos sentidos. Baitello Junior (2012) explica que “Experimentos e estudos médicos já comprovaram que nossas primeiras imagens são interiores, endógenas, produzidas ainda na vida intrauterina. Não são de natureza visual, mas de natureza tátil [...] Os outros sentidos também geram suas próprias imagens”.

De acordo com Sanches (2018) as estatísticas sobre a deficiência visual refletem a necessidade de inclusão e acessibilidade em diversas áreas, dentre elas a educação. Uma das formas de promover oportunidades de acessibilidade na educação é por meios dos objetos de aprendizagem, devido à sua valorização como recurso didático. Assim, modelos didáticos táteis podem ser uma ferramenta importante para tornar museus mais acessíveis aos deficientes visuais.

Nas áreas de Arquitetura, Engenharia e Design, modelos táteis são amplamente empregados na prática projetual. Há alguns anos diversas tecnologias de Manufatura Aditiva (MA), popularmente conhecida como impressão 3D, vêm sendo adotadas para agilizar o desenvolvimento de projetos, facilitando a compreensão física e tátil dos produtos, componentes e edificações. Estas tecnologias evoluem a cada ano, sendo empregadas em diversas áreas do conhecimento e avançam rapidamente em outras áreas como tecnologias assistivas, saúde, arqueologia, paleontologia, entre outros (VOLPATO et al, 2017).

Desta forma, este artigo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um modelo tátil da ilustração “Magé”, de Victor Meirelles, utilizando as tecnologias digitais e de manufatura aditiva para sua elaboração. Inicialmente o artigo irá abordar uma revisão da literatura a temas correlatos ao trabalho, o resultado de uma pesquisa de campo em museus de Santa Catarina e exemplos de utilização de modelos táteis visando a acessibilidade. Na sequência é apresentado o método utilizado no desenvolvimento do trabalho. Por fim, os resultados obtidos são descritos e analisados.

Este trabalho apresenta a pesquisa referente ao acesso a obras de arte em estabelecimentos de cunho museológico, por deficientes visuais. Tendo em vista a real necessidade de integração ao ensino de artes e a apreciação da cultura e da arte pela sociedade, de forma igualitária, este trabalho se torna relevante tanto do ponto de vista acadêmico, como social. Contribui também para a difusão de um pensamento de uma sociedade igualitária, para que exista uma conscientização sobre o tema, demonstrando a importância da inclusão de deficientes visuais em ambientes culturais não acessíveis.

2 Revisão da literatura

2.1 Museus - ambientes culturais - e acessibilidade

De acordo com Cardoso (2016) as instituições museológicas são comprometidas com a preservação e o testemunho da cultura material, exercendo inicialmente um papel de guardiões de documentos e obras artísticas. Atualmente, porém, são ambientes de patrimônio, de coleções de objetos e artefatos tecnológicos, mas também local de lazer, de prazer, de encantamento, de reflexão e de conhecimento. Assume uma função social de oferta do conhecimento de forma atrativa, interagindo com o passado, presente e futuro.

Na reciprocidade na relação museal entre o homem e o objeto, em um determinado contexto, a diversidade do público desafia estas intuições e seus profissionais a corresponderem às suas expectativas e, principalmente, às suas necessidades. Os museus, visando ser um ambiente aberto a todos, tem como indispensável o emprego de recursos para a acessibilidade na comunicação, informação e um uso pleno de seus espaços e peças nele contidos (CARDOSO, 2016).

Assim, a acessibilidade pode ser definida como a eliminação de barreiras com adaptações que possibilitam o acesso de pessoas com diferenças funcionais a locais, produtos e serviços. Acessibilidade e Design Inclusivo são conceitos diferentes, sendo que um se destina exclusivamente à busca de soluções com adaptações em ambientes, em produtos ou em serviços para atender às diferenças funcionais; já o outro busca soluções onde o olhar para diversidade seja a essência do projeto. A palavra “inclusão” significa fazer parte de alguma coisa, é a ação ou o efeito de incluir, ou seja, ela insere, introduz. Design inclusivo gera projetos que possibilitam às pessoas que se encontram excluídas, permanente ou temporariamente, pertencerem ao grupo em atividade, sem segregação (GOMES e QUARESMA, 2018).

O termo acessibilidade pode ser dividido em três dimensões principais: acesso físico, sensorial e comunicacional. O primeiro, acesso físico, está associado a todos os que necessitam de cadeira de rodas ou qualquer outra ajuda na locomoção. Para estes, são necessárias indicações claras, rampas, elevadores, portas com dimensões específicas, entre outros aspectos. O acesso sensorial está associado às pessoas com deficiências auditivas e visuais, que necessitam de etiquetas e painéis táteis, experiências de áudio, iluminação, indicações nos espaços, entre outros aspectos. O acesso comunicacional está associado às pessoas com deficiências visuais, auditivas, de compreensão escrita e/ou oral ou apenas de

culturas diferentes. Nestas situações, as pessoas podem necessitar de aceder à informação através de diferentes meios de comunicação: linguagem gestual e audioguias, entre outros (DARCY, 1998 apud MESQUITA, 2011).

Portanto, um ambiente acessível deve atender a todo tipo de usuário e a estas dimensões, compreendendo e adaptando-se à realidade das pessoas com deficiência. Profissionais das áreas de conhecimento mencionadas têm a oportunidade de analisar as necessidades de diversos tipos de usuários, enfrentando desafios significativos ao projetar considerando os condicionantes legais, a compreensão do espaço e o público-alvo. Pessoas com algum tipo de deficiência sensorial, cognitiva, físico-motora ou múltipla, enfrentam diariamente dificuldades para obter informações, comunicar-se, deslocar-se e utilizar equipamentos públicos, ainda que tenha direito a igualdade, sem nenhuma forma de discriminação (BINS ELY et al 2005 apud CARDOSO, 2016).

Por outro lado, o processo de adequação à acessibilidade das instituições museológicas não é trivial, tanto em relação ao espaço arquitetônico que as abriga, quanto em relação à maneira que se disponibilizam os arquivos propriamente ditos. Este fato fica mais evidente quando são incluídos os deficientes visuais, considerando como os acervos dos museus podem ser apresentados de maneira adequada a este público (VEIGA et al, 2013).

Existem estratégias que podem ser exploradas para adaptação e criação de conteúdos acessíveis em museus e tais recursos podem compor uma linguagem para que essa instituição acolha a todos os seus visitantes, o que é fundamental para a promoção da democratização da cultura e para a efetiva inclusão social.

Segundo Tojal (2010) a acessibilidade em Museus no Brasil teve início há menos de duas décadas, tendo como primeiro enfoque o acesso físico a essas instituições. A partir disto, estes ambientes passaram, paulatinamente, a preocuparem-se com a acessibilidade, fator esse que tem exigido mudanças e transformações, não somente nas exposições, mas principalmente em relação às mudanças conceituais na política cultural dessas instituições.

Porém, a acessibilidade não se resume ao aspecto físico, pois ultrapassa a eliminação de barreiras arquitetônicas, acrescentando-se outros aspectos de caráter atitudinal, cognitivo e social. Tojal (2010 apud BAMBERG, 2014) afirma que “as barreiras sensoriais dizem respeito às questões comunicacionais, isto é, ao acesso à informação, a qual deve iniciar-se já na entrada do museu, com orientações e indicações sobre os espaços existentes”. Adicionalmente, Nascimento (2005) atenta que os sentidos e as emoções devem ser considerados, respondendo às necessidades da diversidade de públicos para garantir que a relação homem e objeto.

Lindstrom (2012) explica que nossa memória grava registros obtidos por meio dos sentidos separadamente. No entanto, os seres humanos possuem cinco faixas de registros separadas: imagem, som, cheiro, gosto e toque. Essas memórias registradas têm ligação direta com o nosso sistema emocional e, portanto, a depender das faixas em que gravamos uma experiência, melhor será a lembrança que teremos dela. Portanto, conclui-se que quanto maior a quantidade de estímulos sensoriais diferentes, melhor será a experiência do público.

Enfim, vislumbra-se a necessidade de um projeto para a comunicação multimodal, com o uso de vários modos semióticos e suas combinações, para que a estimulação multissensorial seja promotora de uma dinâmica lúdico-educativa para interação ativa com o museu e a apropriação cultural por seus visitantes. Assim, devem ser empregadas diferentes estratégias de comunicação para atender diferentes públicos, explorando os sentidos para o enriquecimento de sua experiência, para se obter um serviço inclusivo.

2.1.1 *Panorama de acessibilidade em museus de Santa Catarina*

Os museus e espaços culturais buscam continuamente a melhoria da acessibilidade em seus espaços. A exemplo disso, o Museu Histórico de Santa Catarina - Palácio Cruz e Souza, em Florianópolis, disponibiliza audioguias para os deficientes visuais, cada um contando com cerca de trinta segundos. Contudo, contemplam apenas a dez itens do museu e acaba não abrangendo todo o esplendor que o museu resguarda. Os audioguias são recursos bem-vindos e que vêm sendo utilizados cada vez mais em ambientes culturais, porém se limita apenas ao sentido da audição.

No Museu de Arte de Santa Catarina, no Centro Integrado de Cultura, em Florianópolis, o núcleo de acervo organiza mostras didáticas, temporárias e permanentes com objetivo de levar ao público maiores informações sobre a obra e o artista. Havendo a possibilidade de agendamento, há um guia que acompanha o deficiente visual e faz a descrição e explanação sobre as obras. Porém, o mesmo não contém audioguia, ou obras acessíveis para que as pessoas cegas ou de baixa visão possam tocar.

Inaugurado em 1975 na cidade de Joinville, o Museu Casa Fritz Alt teve, em 2010 em parceria com a Univille, a catalogação digital de seu acervo atendendo as especificações das diversidades dos objetos museais (ROSSI, 2011). Com a atualização, foram feitas réplicas em resina de algumas obras (Figura 1), que estão disponíveis para que o público interaja não apenas visualmente, mas também através do toque.

Figura 1 - Réplicas em resina das obras de Fritz Alt.



Fonte: elaborado pelos autores.

As réplicas encontram-se dispostas de forma a facilitar o toque em tais objetos. O intuito original é o alcance às crianças, através de ações educativas onde elas possam interagir e se familiarizar com as obras. Todavia, tal ação também cumpre a finalidade de comunicação sensorial e acessibilidade, promovendo a inclusão das pessoas cegas e de baixa visão no meio cultural.

Como afirma Sarraf (2015), “a acessibilidade nos espaços culturais pressupõe o desenvolvimento de novas estratégias de medição, nas quais todos os sentidos inerentes à percepção estejam envolvidos”. Assim, é importante que os museus adotem estratégias

diversificadas para estimular os sentidos, não somente audição como nos audioguias, mas também possibilitar o toque e, talvez, os demais sentidos.

2.2 Museu Victor Meirelles

O Museu Victor Meirelles é um museu instalado na casa onde o artista nasceu, no centro de Florianópolis. Victor Meirelles de Lima (Figura 2) foi um catarinense natural da Ilha do Desterro, atual Florianópolis. Era de origem humilde, porém com o dom da pintura reconhecido precocemente foi admitido na Academia Imperial de Belas Artes, onde se especializou no gênero de pintura histórica. Foi pintor, desenhista e professor, realizando paisagens da cidade. Frequentou a Academia Imperial de Belas Artes, no Rio de Janeiro conquistando aos vinte anos o Prêmio Especial de Viagem à Europa. Viveu na Itália e na França. Foi professor da Academia Imperial de Belas Artes, lecionando pintura histórica. Também foi professor do Liceu de Artes e Ofícios, no Rio de Janeiro (MUSEU VICTOR MEIRELLES, 2022).

Figura 2 - Victor Meirelles.



Fonte: MUSEU VICTOR MEIRELLES (2022).

Ao viajar para Europa a fim de aprimorar sua pintura, elaborou a obra “A primeira Missa do Brasil”, uma de suas principais obras, tornando-se um dos pintores favoritos de Dom Pedro II. Pintou outras obras que ganharam notoriedade nacional como a Batalha dos Guararapes, Moema e o Combate Naval do Riachuelo e o Retrato de Dom Pedro II. Victor Meirelles recebeu condecorações imperiais e foi o primeiro brasileiro a expor no Salão de Paris. Com a chegada da República, caiu no esquecimento e acabou sua vida em condições financeiras precárias.

O Museu engloba não só o espaço das coleções e originalmente da casa do artista – patrimônio histórico de Florianópolis – mas um espaço cultural, com um acervo inicialmente formado por um núcleo de 27 obras de arte de Victor Meirelles provenientes do Museu Nacional de Belas Artes no ano de 1951.

Ao longo dos anos, o Museu passou a receber doação de outras obras de arte, que foram organizadas nessa coleção homônima do pintor. A coleção XX e XXI tem como base a doação dos artistas que realizaram exposições no Museu. Estas obras de arte modernas e de arte

contemporânea tornam possível perceber diferentes processos de estudo, de criação artística e uso de técnicas e materiais em relação à produção acadêmica do século XIX, parte majoritária do acervo.

O museu dispõe de códigos “QR Code” em uma considerável parte de seu acervo (Figura 3), este a fim de ser lido pelo aparelho de áudio guia. Porém, não existiam no momento da pesquisa, outros recursos inclusivos para o público cego ou de baixa visão.

Figura 3 - Quadro no Museu Victor Meirelles, com etiquetas com código “QR Code”.



Fonte: elaborado pelos autores.

Assim, réplicas ou modelos táteis, aliados aos equipamentos de audioguia já existentes no local podem permitir a ampliação da experiência museal em uma imersão sensorial, cultural e mais satisfatória do que a atual. Existe atualmente uma grande quantidade de obras presentes no acervo que poderiam ser replicadas a fim de garantir a acessibilidade e novas tecnologias de fabricação digital, como a Manufatura Aditiva, podem contribuir para tornar mais célere a fabricação destes modelos táteis.

2.3 Manufatura aditiva

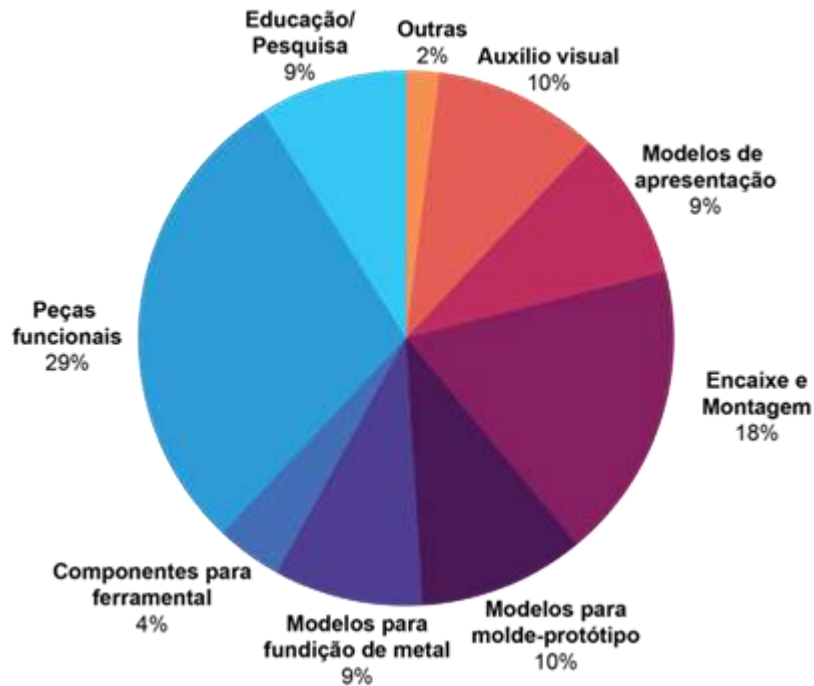
No final da década de 1980, um novo princípio de fabricação baseado na adição de material foi apresentado, sendo utilizado, à época, para a Prototipagem Rápida de produtos. Atualmente, com a evolução das tecnologias, novos processos de adição de material surgiram e com eles a melhoria das propriedades das peças, possibilitando a fabricação de peças funcionais. Essa evolução levou a adoção do termo Manufatura Aditiva (MA), popularmente conhecida como "Impressão 3D" (VOLPATO et al, 2017).

A Manufatura Aditiva pode ser definida como o processo de união de materiais para fabricar componentes a partir de modelos 3D, usualmente camada sobre camada, ao contrário das manufaturas subtrativa e formativa (ASTM, 2021). Normalmente o modelo 3D provém de um sistema CAD (*Computer-Aided Design*) e o processo de construção é totalmente automatizado e ocorre de maneira relativamente rápida (VOLPATO et al, 2017).

A AM está sendo adotada de modo a fabricar produtos melhores, com maior rapidez e otimizando as operações (SILVA et al, 2023). Sua utilização traz vantagens como a liberdade geométrica para construção de peças complexas, pouco desperdício de material, utilização eficiente da energia, possível produção de peças finais, entre outros (VOLPATO et al, 2017).

A utilização da MA para fabricação de peças finais funcionais já é uma realidade e representa 29% de toda a aplicação da MA (Figura 4), de acordo com Volpato et al (2017). Empresas do setor espacial, médico, automóvel e de bens industriais, estão entre as que tem adotado esta tecnologia de forma mais intensa (SILVA et al, 2023).

Figura 4 - Áreas De aplicação da Manufatura Aditiva.



Fonte: adaptado de Volpato et al (2017).

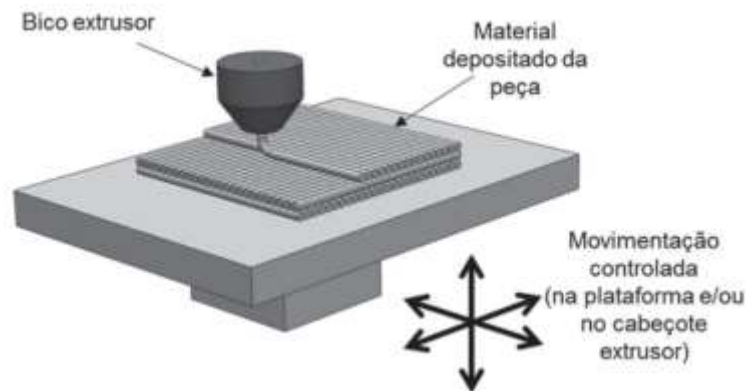
Diversos setores podem se beneficiar do uso das tecnologias de AM, sendo já bastante difundidas nas indústrias aeroespacial, automobilística, de bioengenharia, produtos eletrônicos em geral e nos setores de joalheria, artes, engenharia civil, arquitetura. Há um grande potencial em diversas áreas da ciência e já existem trabalhos em paleontologia, ciências forenses, arqueologia, medicina, arquitetura, tecnologias assistivas, entre outras (VOLPATO et al, 2017).

2.3.1 *Fabricação por filamento fundido*

A norma ISO/ASTM 52900:2021 classifica os processos de MA por categorias sendo que um dos mais difundidos é a Extrusão de Material (*Material Extrusion - MEX*), que consiste em depositar material seletivamente, por meio de um bico (Figura 5) (ASTM, 2021).

Um dos materiais possíveis de utilização nesses processos são os polímeros termoplásticos e, neste caso, a tecnologia empregada é conhecida como Modelagem por Fusão e Deposição (*Fused Deposition Modeling – FDM*) (VOLPATO et al, 2017; RELVAS, 2018). É popularmente conhecida como Fabricação por Filamento Fundido (FFF), quando são utilizados equipamentos não industriais (RELVAS, 2018; SILVA et al, 2023).

Figura 5 - Princípio da tecnologia AM de Extrusão de Material.



Fonte: VOLPATO et al (2017).

Os principais termoplásticos utilizados nesta tecnologia são os polímeros Poliácido lático (PLA), Politereftalato de Etileno Glicol (PETG) e Acrilonitrila-Butadieno-Estireno (ABS), respectivamente pela facilidade de processamento. São fornecidos em bobinas de filamento com diâmetro de 1,75 mm.

Estas tecnologias de MA apresentam aspectos positivos como utilização de vários termoplásticos diferentes e princípio de fabricação simples. Por outro lado, apresenta algumas limitações como baixa precisão dimensional e o processo é relativamente lento (VOLPATO et al, 2017).

2.3.2 *Manufatura aditiva aplicada a acessibilidade visual*

Para a educação de pessoas com deficiência visual, especialmente pessoas cegas, é pertinente entender como percebem e processam a informação, entender suas habilidades e capacidades cognitivas (CYBIS, 2003). De acordo com Sacks (2010), pessoas cegas possuem o córtex visual hipersensível a estímulos de outros sentidos, enaltecendo os sentidos táteis e auditivos para o entendimento do que é visual.

Quevedo e Ulbricht (2011) apontam a problemática dos atrasos motores e cognitivos das pessoas com deficiência visual, onde tais atrasos não ocorrem em consequência da deficiência, mas sim, pela falta de experiências do indivíduo ao seu entorno e seu contexto. Logo, em um ambiente cultural inclusivo, é preciso oferecer o mesmo conteúdo tanto para público vidente quanto para o público cego – por meio de materiais alternativos ou equivalentes.

Macedo (2010) aponta que os objetos de aprendizagem devem apresentar conteúdos ou mídias alternativas quando formas equivalentes não são suficientes para a compreensão do objetivo de aprendizagem. Além disso, no caso de imagens estáticas, por exemplo, se forem imprescindíveis para a compreensão de um conceito, uma das formas de se tornarem acessíveis às pessoas que possuem deficiência visual em nível de cegueira, é serem transformadas em recurso tátil.

As exposições dos museus permitem que a sociedade possa conhecer melhor o que é produzido nos ambientes científicos e acadêmico. A utilização das réplicas produzidas por MA pode auxiliar na tradução da complexidade da obra ao público geral, uma vez que possibilita aos visitantes um contato interativo com as réplicas das obras no museu em experiências que os envolvem diretamente, seja tocando as peças, observando de perto ou percebendo detalhes de sua constituição, o que nunca poderia ser possível com o raro material original ou por ser bidimensional,

como uma ilustração ou fotografia.

A percepção tátil pode permitir às pessoas cegas criar suas imagens mentais. Isso resulta diretamente na independência e interpretação de mundo por este público, que utilizam o tato desde a identificação de objetos do cotidiano, até a identificação de imagens táteis em contextos educacionais.

A Exposição Fotográfica “Lentes da Memória – A Descoberta da Fotografia”, de Alberto de Sampaio, realizada no Centro Cultural Correios do Rio de Janeiro foi desenvolvida para atender o público deficiente visual. Foram disponibilizados recursos de acessibilidade como audioguias e fotografias táteis (Figura 6), impressas em MA, que podem ser tocadas, permitindo que o visitante possa compreender as características das cenas.

Figura 6 - fotografia tátil, impressas por MA, sendo utilizada por um visitante da exposição.



Fonte: Velloso (2016).

Em Porto Alegre, no Rio Grande do Sul, o Museu Joaquim Felizardo realiza a oficina Conhecendo Porto Alegre através dos Sentidos onde qualificam a inclusão de pessoas com deficiência junto ao público visitante do museu. Bamberg (2014) afirma que tal projeto proporcionou aos participantes com deficiência visual a partir do uso de ferramentas como maquetes táteis (Figura 7), textos e descrições em braile, audioguias e toque em réplicas acesso a informações, de forma mais ampla, que antes eram limitadas aos usuários sem limitações.

Durante a exposição “O Solar que virou Museu” o museu disponibilizou visitas guiadas com audiodescrição e material em dupla leitura, além do acervo fotográfico digital. É realizado em parceria com a disciplina de Tecnologias Tridimensionais do Programa de Pós-graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

O objetivo do trabalho compreendeu a pesquisa e a seleção de obras e tecnologias de digitalização tridimensional para posterior emprego de técnicas de fabricação digital para produção de recursos físicos tais como réplicas para manipulação nas visitas guiadas. O trabalho de pesquisa foi dividido em cinco etapas: visita ao local para pesquisa, análise e seleção dos artefatos a serem utilizados; digitalização dos artefatos em campo e em laboratório; pré-processamento dos dados digitalizados; fabricação digital (usinagem e estereolitografia - SLA); pós-processamento e finalização das peças fabricadas.

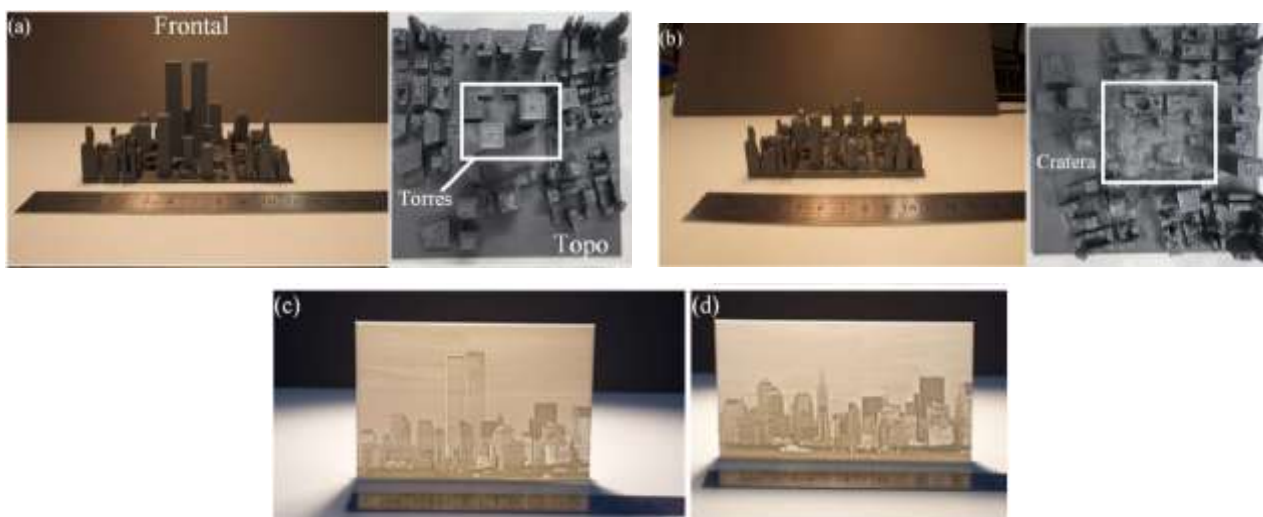
Figura 7 - Fotografia de visitação com toque da maquete da fachada do Museu.



Fonte: Bamberg (2014).

Outro trabalho apresentado é o de Empinotti et al (2020), que propuseram incluir o tato, além do áudio, em conteúdo jornalístico buscando uma experiência narrativa que permitisse melhor compreensão do fato descrito, utilizando modelos táteis fabricados por MA, ao mesmo tempo que uma narrativa em áudio relata as informações acerca do fato. Os autores selecionaram como tema os atentados no World Trade Center, nos Estados Unidos, em 2001, produzindo modelos de antes e depois do fato. No trabalho foram impressos dois tipos de modelos: maquetes e “litophanes” (Figura 8).

Figura 8 – modelos impressos em 3D: maquete (a) e (b); litophane (c) e (d).



Fonte: Empinotti et al (2020).

De acordo com Empinotti et al (2020) “o lithophane é uma impressão 3D de uma imagem em 2D que usa diferentes espessuras para mostrar vários tons quando iluminada por trás”. No caso do trabalho dos autores, o relevante é a informação tátil que poder ser transmitida a partir dos

diferentes relevos da imagem.

O trabalho permite que o público não vidente possa tocar as maquetes e os “litophanes” ao mesmo tempo que escuta a audiodescrição, permitindo o estímulo a diferentes sentidos durante a experiência.

3 Método

Para o desenvolvimento do modelo tátil da ilustração utilizando as tecnologias digitais e de manufatura aditiva, estabeleceu-se a metodologia apresentada na Figura 9.

Nesta etapa inicial do trabalho, para a seleção da obra a sofrer intervenção, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, documental e de campo, em museus de Santa Catarina a saber: Museu Histórico de Santa Catarina - Palácio Cruz e Souza; Museu de Arte de Santa Catarina (MASC); Museu Casa Fritz Alt; e Museu Victor Meirelles. Em todos os espaços analisados foi encontrada alguma abordagem de acessibilidade, conforme apresentado na revisão da literatura. Um dos critérios de seleção da obra foi a bidimensionalidade, representada em acervos de ilustrações e pinturas. Outro critério levado em consideração foi a possível dificuldade de acesso às obras originais, devido a seu valor cultural e histórico. Assim, optou-se em selecionar uma obra bidimensional que estivesse disponível em acervo digital on-line. O acervo do Museu Victor Meirelles conta com estas características e dessa forma, a obra escolhida foi a ilustração “Magé” de Victor Meirelles, selecionada também devido ao seu valor histórico, além de possuir características bidimensionais e monocromáticas.

Figura 9 – método abordado no trabalho.



Fonte: elaborado pelos autores.

A etapa seguinte foi a geração do modelo tridimensional da ilustração Magé, que foi possível com a utilização da ferramenta de conversão “image to Lithophane”, presente no programa 3DP Rocks (<http://3dp.rocks/lithophane>). Trata-se de um aplicativo online e gratuito onde é possível converter uma imagem bidimensional em um arquivo tridimensional, automaticamente, sendo possível ajustar o tamanho do modelo, espessura, altura do relevo, entre outros. Assim, a imagem da ilustração Magé foi utilizada como entrada no aplicativo e este configurado conforme as especificações da Tabela 2. O resultado de saída do programa é um arquivo de modelo tridimensional no formato STL¹.

¹ formato de arquivo simples e robusto para representar modelos tridimensionais por meio de uma malha triangular

Tabela 2 – especificações de entrada no programa 3DP Rocks

Estilo	Flat
Tamanho (mm)	100
Espessura (mm)	10
Altura do relevo (mm)	1

Fonte: elaborado pelos autores.

É importante ressaltar que a altura do relevo apresentada na Tabela 2 foi definida conforme as orientações da norma NBR 9050:2020, que estabelece diretrizes para sinalizações em braile (Figura 10). A norma determina que a altura de relevo nesta categoria de sinalização seja entre 0,8 e 1,0 mm. Assim, neste trabalho optou-se por utilizar 1 mm.

Figura 10 – definições da sinalização tátil de acordo com a norma NBR9050 (dimensões em milímetros).



Fonte: NBR 9050 (2004).

Para que o modelo 3D pudesse ser impresso foi necessário realizar o planejamento do processo de impressão, popularmente conhecido como “fatiamento”, já que a intenção é converter o arquivo em camadas. Para isso foi utilizado o programa Ultimaker Cura® que ao final do processo de planejamento gera o código (algoritmo) que o equipamento FFF é capaz de interpretar para realizar a fabricação.

O programa foi configurado para utilização do material PLA genérico e equipamento FFF sendo a impressora “Creality Ender 5” com bico de 0,4 mm. A Tabela 3 apresenta detalhes dos parâmetros de impressão utilizados na fabricação do modelo tátil e que foram inseridos no programa de fatiamento.

A partir das configurações realizadas no programa de planejamento de impressão foi gerado um arquivo no formato GCODE que foi inserido no equipamento FFF onde a impressão do modelo tátil foi realizada. Foi utilizado o material PLA do fabricante 3D Fila, em filamento com diâmetro de 1,75 mm na cor azul.

que recobre todas as superfícies do modelo. É considerado um padrão de arquivo para os equipamentos de Manufatura Aditiva (VOLPATO, 2017)

Tabela 3 – parâmetros de impressão utilizados na fabricação do modelo tátil.

parâmetro	valor
altura de camada	0,12 mm
espessura de parede	1,2 mm
preenchimento	12%
temperatura de extrusão	190°C
temperatura da mesa	55°C
velocidade de impressão	60mm/s

Fonte: elaborado pelos autores.

4 Descrição e análise dos resultados

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos no trabalho, assim como sua análise e discussão. De acordo com o método, inicia-se com a seleção da obra cultural abordada neste trabalho, seguindo pela geração do modelo tridimensional, pelo planejamento da impressão e, por fim, pela fabricação por Manufatura Aditiva em equipamento FFF.

A obra selecionada para a realização deste trabalho, a ilustração “Magé” é um estudo de embarcação de mesmo nome (Figura 11), um desenho realizado pelo artista Victor Meirelles, entre os anos de 1857 e 1858. Nela é possível visualizar uma embarcação à vela, com as mesmas recolhidas, além dos detalhes internos do navio. A obra foi realizada em carvão sobre papel e retrata uma parte da Florianópolis daquele século, como as embarcações de médio porte que transitavam em alto mar e chegavam até a capitania.

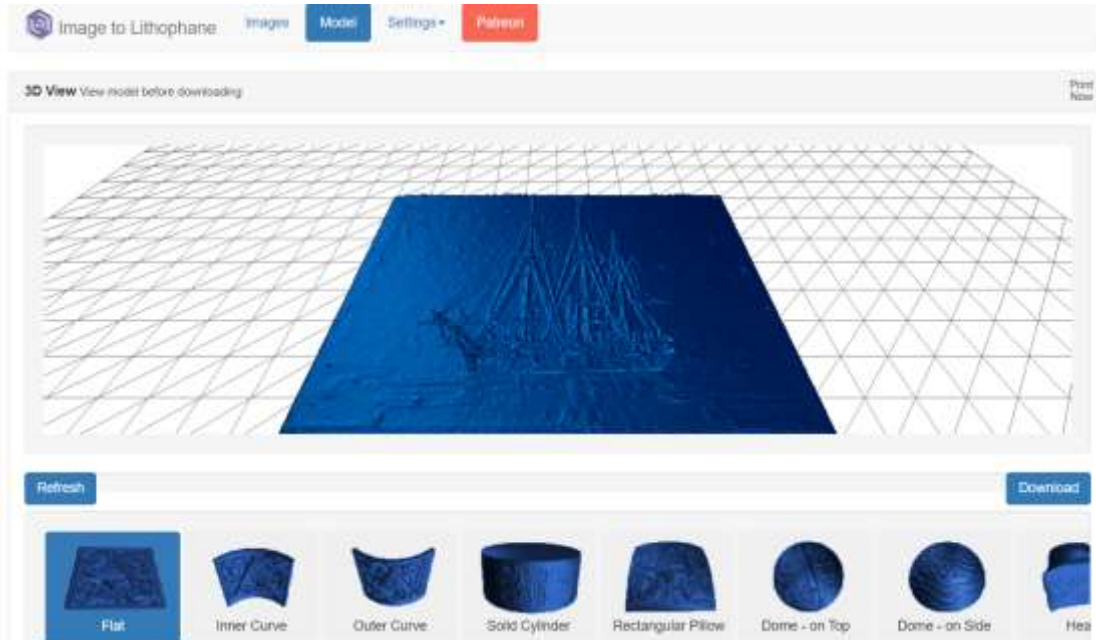
Figura 11 – Ilustração Magé, estudo de embarcação.



Fonte: Museu Victor Meirelles (2022).

Após a seleção da obra no acervo online do Museu Victor Meirelles, o arquivo digital foi inserido no aplicativo 3DP Rocks e foram inseridas as informações de configuração, conforme Tabela 2. O resultado deste processo é apresentado na Figura 12.

Figura 12 – área de trabalho do aplicativo 3DP Rocks “Image to lithophane” com a inserção do arquivo de imagem da ilustração Magé.



Fonte: <https://3dp.rocks/lithophane/>.

Após a obtenção do primeiro modelo 3D em formato STL, foi verificado que o modelo possuía muitos ruídos (Figura 13a), provenientes do envelhecimento do papel (Figura 13b) e que foram convertidos para o arquivo STL. Estes ruídos não fazem parte da obra e poderiam dificultar sua interpretação durante o tato. Logo um outro modelo foi realizado, desta vez utilizando uma imagem otimizada, eliminando-se as manchas do papel original por meio de um aplicativo de edição de imagens, para que o objeto principal da ilustração, a embarcação, tivesse maior destaque e compreensão pelo público.

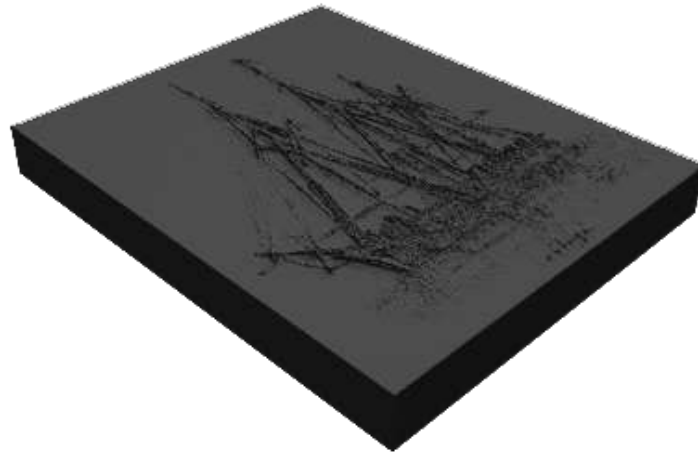
Figura 13 - Ruídos no modelo 3D (a) provenientes do envelhecimento do papel original (b)



Fonte: elaborado pelos autores.

Deste processo foi obtido um novo modelo em formato STL (Figura 14), um bloco retangular, com medidas 80x100x10 (L x A x P), sendo a altura do relevo da imagem com 1 mm. A imagem original foi reduzida, ou seja, foram retiradas partes em branco, das laterais, que não influenciavam na compreensão da imagem, reduzindo também o tempo de impressão do modelo.

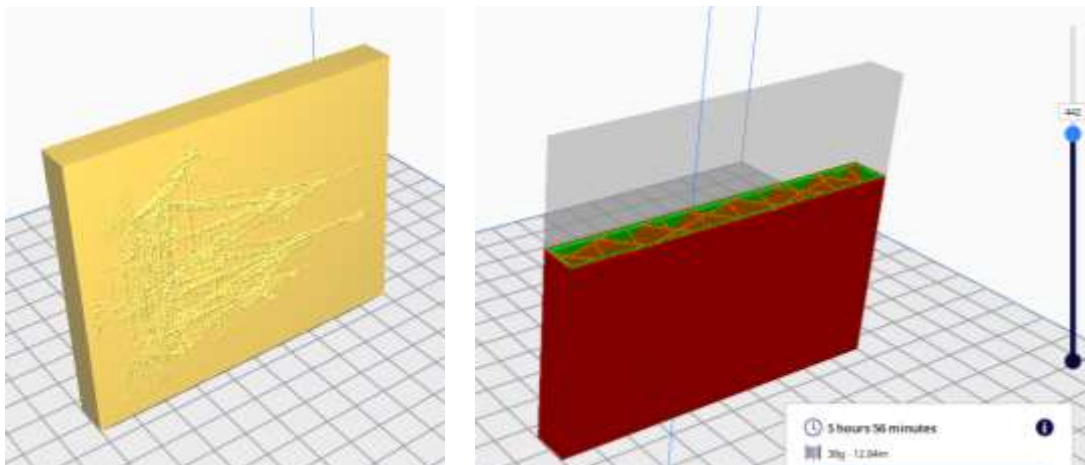
Figura 14 - Adequação do modelo 3D - Modelo A - ao processo de impressão e utilização do usuário



Fonte: elaborado pelos autores.

Para a fabricação do modelo, objetivando fornecer uma melhor qualidade tátil, em que o “efeito escada” no empilhamento das camadas não influenciasse negativamente no procedimento de leitura, optou-se pela maior resolução do equipamento, pois uma camada com menor espessura confere à peça uma superfície menos rugosa e, e conseqüentemente, de maior qualidade tátil. Neste sentido, o modelo foi posicionado de tal forma que a melhor resolução da impressora (que corresponde ao eixo Z do equipamento com precisão de 0,004 mm; contra 0,012 mm dos eixos XY) fosse responsável pela formação da imagem, conforme apresentado na Figura 15. A previsão do tempo de impressão para este modelo foi de 5 horas e 56 minutos e a estimativa de gasto de material foi de 38g.

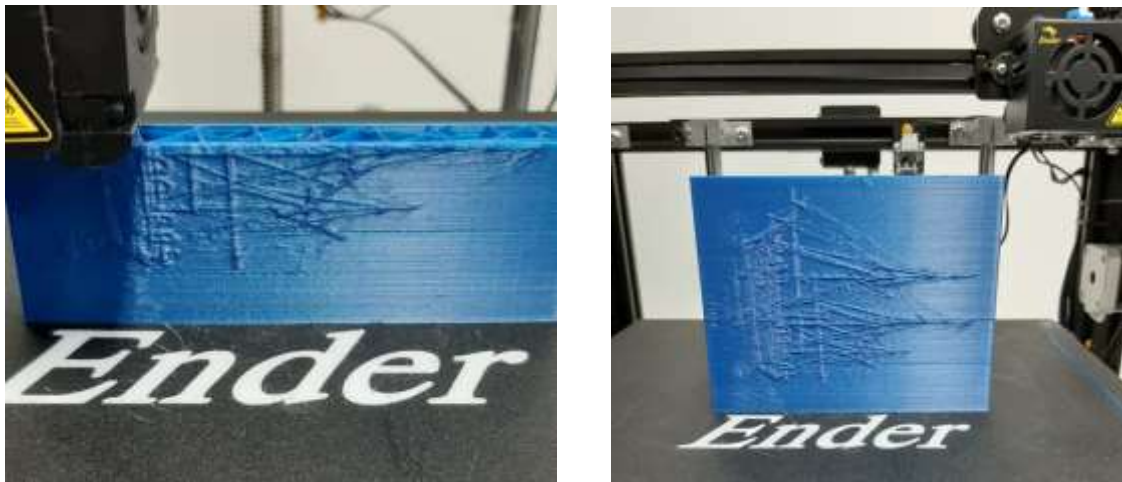
Figura 15: Planejamento do processo do Modelo A



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir destas configurações, deu-se início à impressão do modelo tátil. A Figura 16 apresenta uma etapa inicial do processo de fabricação, onde pode-se perceber a formação das paredes laterais e do preenchimento.

Figura 16 - Execução e finalização da impressão do modelo tátil em equipamento FFF.



Fonte: elaborado pelos autores.

Observa-se que em alguns pontos do modelo ocorreram pequenos erros de construção/adesão das camadas, os quais podem influenciar na qualidade tátil do modelo. É provável que nesses locais tenha ocorrido subextrusão do material durante o processo de impressão. Segundo Volpato et al. (2017, p. 148), as propriedades reológicas do material, que influenciam o escoamento do termoplástico, devem permitir fluxo contínuo durante o processamento. Falhas como essa podem ocorrer, entre outros fatores, devido a variações na temperatura de extrusão (uma possível falha nesse tipo de impressora), resultando no aumento da pressão necessária para expelir o material pelo bico e, conseqüentemente, em áreas com insuficiência de material.

Problemas de subextrusão podem ser resolvidos com a definição de uma combinação alternativa entre os parâmetros de temperatura de extrusão e velocidade de impressão, desde que dentro da faixa de valores indicada pelo fabricante. Temperaturas mais altas permitem que o polímero fundido tenha menor viscosidade, facilitando o escoamento. Por outro lado, velocidades de impressão mais baixas permitem a impressão de polímeros fundidos mais viscosos.

A Figura 17 mostra o modelo finalizado após aproximadamente 6 horas de processo. Com a impressão concluída, o modelo pode ser retirado da impressora e manipulado, sem haver necessidade de um pós-processamento ou acabamento.

Figura 17 - Modelo tátil impresso em PLA por equipamento FFF.



Fonte: elaborado pelos autores.

5 Considerações finais

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de um modelo tátil da ilustração “Magé”, de Victor Meirelles, utilizando as tecnologias digitais e de manufatura aditiva para sua elaboração. Após uma pesquisa bibliográfica, documental e de campo, a ilustração “Magé” de Victor Meirelles foi selecionada para a fabricação de um modelo tátil que possibilite o público cego conhecer a obra do artista por meio do tato.

Buscou-se escolher uma obra de um artista catarinense que atualmente é de difícil compreensão a este público, devido às suas limitações, e que permitisse o seu acesso. Assim, foi escolhida uma obra bidimensional que está disponível no acervo online do museu, o que também facilitou o acesso à obra para a realização do estudo.

A ilustração passou por um processo de transformação em modelo tridimensional com a utilização do aplicativo 3DP Rocks. O processo não foi trivial, uma vez que as manchas de envelhecimento do papel da obra traziam ruídos não desejáveis ao modelo tridimensional final, sendo necessário um processamento da imagem para a remoção destas manchas.

A partir do modelo 3D foi realizado o planejamento do processo de impressão 3D, utilizando a tecnologia de Manufatura Aditiva conhecida como Extrusão de Material, por meio de um equipamento de Fabricação por Filamento Fundido (FFF). Durante o processo de impressão, notou-se pontos de subextrusão que podem ser eliminados em impressões futuras, realizando um estudo para melhor ajuste dos parâmetros de impressão de temperatura de extrusão e velocidade de impressão.

A parâmetros de impressão e o posicionamento do modelo durante a impressão foram definidos objetivando a menor rugosidade superficial gerada devido ao efeito escada do

empilhamento das camadas, característica inerente ao processo FFF. Para verificar a precisão do processo e estas possíveis falhas mencionadas, pretende-se, como continuidade do trabalho, realizar uma aferição de precisão entre o modelo CAD gerado e o modelo impresso, por meio de um equipamento de medição de coordenadas a laser.

Outro ponto a ser explorado futuramente no trabalho é a utilização de outros processos de Manufatura Aditiva com maior precisão, gerando menor rugosidade superficial, como os equipamentos que utilizam resinas fotossensíveis e menores alturas entre camadas. Além disso, espera-se realizar testes táteis dos modelos impressos com o público cego a fim de analisar se o modelo está de fato apropriado, bem como elencar melhorias a serem realizadas.

A partir deste trabalho, observou-se que mesmo havendo a preocupação da acessibilidade em ambientes culturais, muitas vezes a acessibilidade visual não é pensada como prioridade. O recurso mais comum utilizado são os audioguias, com audiodescrição das obras. Tal recurso pode vir a ser complementado e até mesmo melhorado a partir da elaboração de maquetes e réplicas táteis, fazendo com que o ambiente museológico não seja apenas um espaço, mas sim um conjunto de experiências sensoriais, educacional e cultural plena aos seus usuários.

Tendo em vista a real necessidade de integração ao ensino de artes e a apreciação da cultura e da arte pela sociedade, de forma igualitária, este trabalho se torna relevante tanto do ponto de vista acadêmico, como social. Contribui também para a difusão de um pensamento de uma sociedade igualitária, para que exista uma conscientização sobre o tema, demonstrando a importância da inclusão de deficientes visuais em ambientes culturais não acessíveis.

Com esta pesquisa nota-se a suma importância da utilização de novas tecnologias, como a Manufatura Aditiva, estarem presentes no cotidiano das pessoas, mas principalmente a utilização desta como uma ferramenta inclusiva e didática. Por conseguinte, almeja-se com o desenvolvimento deste, incitar renovações e aprimoramentos nos produtos e serviços oferecidos e utilizados atualmente pelas instituições culturais.

6 Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050:2020**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 4 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2020. 147 p.

ASTM. **ISO/ASTM 52900:2021(E)**: Additive manufacturing — General principles — Fundamentals and vocabulary. 2021. 14 p.

BAITELLO JUNIOR, N. **O pensamento sentado**: sobre glúteos, cadeiras e imagens. São Leopoldo, RS: Ed. Unisinos, 2012.

CARDOSO, Eduardo. **Design para experiência multissensorial em museus**: fruição de objetos culturais por pessoas com deficiência visual. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS. Porto Alegre, RS, 2016.

CYBIS, Walter de Abreu. **Engenharia de usabilidade**: uma abordagem ergonômica. Florianópolis: Labiutil, 2003.

EMPINOTTI, Marina Lisboa; SANTANA, Leonardo; ALVEZ, Jorge Lino; BRANDÃO, André. Impressão 3D de imagens jornalísticas: narrativas complexas para pessoas cegas. **Narrativas Complexas**. Ria editorial. p. 251-272. 2020.

GOMES, Danila; QUARESMA, Manuela. **Introdução ao Design inclusivo**. Curitiba: Appris, 2018.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/resultados>. Acesso em: junho de 2020.
- LINDSTROM, Martin. **Brand sense: segredos sensoriais por trás das coisas que compramos**. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- MACEDO, Claudia Mara Scudelari de. **Diretrizes para criação de objetos de aprendizagem acessíveis**. 2010, 271p. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- MAZZARO, Rafaela. **Conheça bons exemplos de acessibilidade em museus de Santa Catarina**. NSC, A notícia. publicada em 29/05/2014. Disponível em: <http://anoticia.clicrbs.com.br/sc/cultura-e-riedades/anexo/noticia/2014/05/conheca-bons-exemplos-de-acessibilidade-em-museus-de-santa-catarina-4512592.html> . Acesso em junho de 2018.
- MESQUITA, Susana Maria Vasconcelos. **Acessibilidade de museus europeus para deficientes visuais**. Universidade de Aveiro, 2011.
- MUSEU VICTOR MEIRELLES. Disponível em: <https://museuvictormeirelles.museus.gov.br/> . Acesso em: abril 2022.
- OTTAIANO, J. A. A.; ÁVILA, M. P de; UMBELINO, C. C.; TALEB, A. C. **As condições de saúde ocular no Brasil 2019**. São Paulo: Conselho Brasileiro de Oftalmologia, 2019.
- PALLASMAA, Juhani. **Os olhos da pele: A arquitetura e os sentidos**. Porto Alegre, Bookman, 2011.
- QUEVEDO, Silvia Regina Pochmann de; ULBRICHT, Vânia Ribas. Como os cegos aprendem. In: **ULBRICHT, Vania Ribas; VANZIN, Tarcísio; VILLAROUÇO, Vilma (Org.). Ambiente virtual de aprendizagem inclusivo**. Florianópolis: Pandion, 2011.
- RELVAS, Carlos. **O mundo da impressão 3D e o fabrico digital**. Porto: Quântica, 2018.
- RODRIGUES, J.; SANTOS, G. CUTRIM, H. M.; MAIA, I. e PAIVA, A. **Desenvolvimento de Material Didático Inclusivo para o Estudo e Apreciação da História da Arte**. Jornada de Informática do Maranhão JIM, 2016.
- ROSSI, Juli. **Digitalização do acervo de Fritz Alt**. 2013. Disponível em: <http://artejlle.blogspot.com/2013/09/digitalizacao-do-acervo-de-fritz-alt.html> . Acesso em novembro de 2018.
- SACKS, Oliver. **O olhar da mente**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.
- SANCHES, Emilia Christie Picelli. **Modelo de tradução para acessibilidade de imagens estáticas de objetos de aprendizagem através de impressão tridimensional**. Curitiba: [s.l.], 2018.
- SARRAF, Viviane Panelli. **Acessibilidade em espaços culturais: mediação e comunicação sensorial**. São Paulo: FAPESP, 2015.
- SILVA, Francisco (coord) et al. **Impressão 3D: tecnologias, materiais e aplicações**. Porto: Engebook, 2023.
- TOJAL, Amanda Fonseca et al. **Caderno de acessibilidade: reflexões e experiências em museus e exposições**. São Paulo: Expomus, 2010.
- VOLPATO, Neri (org). **Manufatura aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D**. Paraná: Editora Blucher, 2017.
- VEIGA, M.; BORDA, A.; MICHELON, F.; LEBEDEFF, T. **Atribuição de acessibilidade à fotografia**

através da restituição e desconstrução da tridimensionalidade. SIGRADI, 2013.

VELLOSO, Letícia. **Exposição no Rio traz recursos de acessibilidade para pessoas com deficiência visual**; mostra convida a “tocar” as obras. Meu LEAD – cinema e cultura. Nov. 2016. Disponível em: <https://meulead.wordpress.com/2016/11/07/exposicao-no-rio-traz-recursos-de-acessibilidade-para-pessoas-com-deficiencia-visual-mostra-convida-a-tocar-as-obras/> . Acesso em: maio 2024.