

Artigo

O processo de impressão 3D de terras indígenas de Rondônia como ferramenta de impacto social

The 3D printing process of Rondônia's indigenous lands as a tool for social impact

Matheus Henrique Barbosa de Lima^{1*}, Thayna Albuquerque Silva², Samara Hespagnol Fraga³, Lediane Fani Felzke⁴, João Eujácio Teixeira Júnior⁵

Citação: Lima, M. H. B. de; Silva, T. A.; Fraga, S. H.; Felzke, L. F.; Teixeira Júnior, J. E. O processo de impressão 3D de terras indígenas de Rondônia como ferramenta de impacto social. *RBCA* 2024, 13, 3. p.1-8.

Editor de Seção: Dra. Karen Janones da Rocha

Recebido: 11/07/2024

Aceito: 15/08/2024

Publicado: 02/09/2024

Nota do editor: A RBCA permanece neutra em relação às reivindicações jurisdicionais em sites publicados e afilições institucionais.



Copyright: © 2024 pelos autores. Enviado para possível publicação em acesso aberto sob os termos e condições da licença Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

- ¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Curso Superior em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Ji-Paraná, matheushbl999@gmail.com
 - ² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Curso Técnico em Informática integrado ao Ensino Médio, Ji-Paraná, albuquerquesthatayna4@gmail.com
 - ³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Curso Técnico em Informática integrado ao Ensino Médio, Ji-Paraná - samarahespagnol@gmail.com
 - ⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Coordenação do projeto "Tecnologias de impressão 3D aliadas ao processamento geográfico de Terras Indígenas de Rondônia", Ji-Paraná - lediane.fani@ifro.edu.br
 - ⁵ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Colaboração no projeto "Tecnologias de impressão 3D aliadas ao processamento geográfico de Terras Indígenas de Rondônia", Ji-Paraná - joao.teixeira@ifro.edu.br
- * Correspondência: matheushbl999@gmail.com

Abstract: Three-Dimensional printing technologies have an unexplored range of uses. One of the possibilities is the printing of relief areas. This article provides information on the 3D modeling and printing process of Indigenous Lands in the state of Rondônia. So far, the project to which this work is linked has concluded the modeling and printing of the Igarapé Lourdes Indigenous Land, located in Ji-Paraná, and is in the process of printing the Uru-Eu-Wau-Wau Indigenous Land, the largest IL in the state, and the Sete de Setembro, IL where the Paiter Suruí people live. The models created through 3D printing may have several uses by indigenous communities, contributing to education, ethno-tourism, and management of the territory, among others.

Keywords: Additive Manufacturing; Teaching; Assistive Technology; 3D Modeling.

Resumo: As tecnologias de impressão 3D possuem um leque ainda inexplorado de utilização. Uma das possibilidades é a impressão de áreas de relevo. Este artigo traz informações sobre o processo de modelagem e impressão tridimensional de Terras Indígenas do estado de Rondônia. Até o presente momento, o projeto ao qual este trabalho está vinculado concluiu a modelagem e a impressão da Terra Indígena Igarapé Lourdes, localizada em Ji-Paraná, e está em processo de impressão da Terra Indígena Uru-Eu-Wau-Wau, a maior TI do estado, e da TI Sete de Setembro, onde vive o povo Paiter Suruí. As maquetes elaboradas por meio de impressão 3D podem ter vários usos pelas comunidades indígenas, contribuindo na educação, no etnoturismo, no manejo do território, entre outros.

Palavras-chave: Manufatura Aditiva; Ensino; Tecnologia Assistiva; Modelagem 3D.

1. Introdução

O presente artigo traz informações acerca do processo de impressão 3D de Terras Indígenas localizadas no estado de Rondônia. Por meio da tecnologia de Stereolithography (STL), da fatiação, da impressão e do pós-processamento é possível transformar um mapa unidimensional em um mapa tridimensional.

Espera-se, desse modo, contribuir com os povos indígenas do estado, fornecendo um equipamento que pode ter diversos usos dentro das comunidades, desde contribuir para o manejo do território até servir como material didático.

1.1. Conceitos gerais sobre a impressão 3D

De acordo com Graça et. al. (2021) “a impressão 3D (também conhecida como manufatura aditiva) é um processo de fabricação avançado que pode produzir geometrias de formas complexas automaticamente a partir de um modelo 3D gerado por desenho assistido por computador (CAD)”.

A impressão 3D, considerada uma tecnologia da Indústria 4.0 e cujos horizontes se expandiram para as fabricações tanto corporativa quanto domiciliar, tem se tornado um método de produção de forma acelerada. Nos últimos tempos, o termo passou a ser aplicado – mesmo que de forma gramaticalmente incorreta – aos tipos de fabricação aditiva em geral (que incluem: fusão, estereolitografia, processos de extrusão, laminação e sinterização) (Graça, 2021).

Graça et. al. (2021) discorrem que:

A impressão 3D baseia-se na criação de objetos por camadas, conectando sucessivas seções paralelas de material. As camadas podem ser formadas por um pó fino, resinas ou pela fusão de polímeros, que são depositados seletivamente por “impressão”, realizada de acordo com o sistema empregado, tomando como base o arquivo 3D do objeto a ser impresso. Esse processo automatizado de fabricação é aplicado a diversos campos industriais, devido às vantagens significativas da criação de protótipos funcionais com menos intervenção humana, menores custos em relação a outros processos de fabricação industrial (usinagem, fundição, injeção plástica etc.), em menor tempo de construção e com desperdício mínimo de material.

1.2. Impactos da impressão 3D na educação inclusiva

Atualmente, o acesso à impressora 3D tem se expandido para diversos componentes curriculares escolares incluídos no ensino de Matemática, Física e Ciências (Aguiar, 2016; Basniak e Liziero, 2017, apud Oliveira, 2021, p. 2), além de contribuir no aprendizado de alunos com deficiência visual ao propiciá-los a apreciação tátil das representações de relevo, tornando-se uma estratégia de inclusão, ao contrário de antes, em que esse instrumento era restrito às grandes empresas em seus processos de prototipagem (Colpes, 2014; Silva, Florindo e Machado, 2017, apud Oliveira, 2021, p. 2).

Desse modo, a impressão 3D, ao produzir maquetes topográficas, é um diferencial na educação básica e em séries iniciais, principalmente por gerar maior materialidade aos conceitos de áreas, como ao ensino de cartografia, geomorfologia e geografia física, uma transformação do abstrato para o concreto aos olhos dos alunos, o que possibilita a redução e até mesmo a eliminação de dúvidas quanto aos conteúdos ensinados (Gonçalves, 2019).

Segundo Santos et. al. (2020, p. 1), a impressão 3D é uma das tecnologias que constituem o chamado pensamento (ou movimento) maker, detentor de uma filosofia de aprendizagem ativa e criativa, que proporciona o empenho do estudante na resolução de

problemas de forma prática. Tal movimento é crescente no Brasil e tem se incorporado às escolas. O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – Campus Ji-Paraná é um exemplo de onde o ensino maker já ocorre, com a robótica como atividade extracurricular, além do uso de impressoras 3D em projetos de ensino e pesquisa, que incluem o do qual se extraiu os resultados deste artigo.

1.3. A impressão 3D no âmbito das terras indígenas de Rondônia

A impressão 3D está viabilizando a transformação de mapas de relevo das Terras Indígenas (TI) de Rondônia em maquetes topográficas. O objetivo deste trabalho é, atualmente, realizar a modelagem e a impressão 3D de três terras indígenas do estado, quais sejam, TI Igarapé Lourdes, onde residem os povos Karo Arara e Ikólóéhj Gavião; TI Uru-Eu-Wau-Wau, terra dos Uru-Eu-Wau-Wau, Amondawa e de povos indígenas que vivem em isolamento voluntário; e TI Sete de Setembro, do povo Paiter Suruí.

Rondônia conta com aproximadamente 60 povos indígenas, constituindo-se em um dos estados com maior diversidade étnica do país. Também possui 20 terras indígenas regularizadas e outras em processo de demarcação. O processo de modelagem e impressão da Terra Indígena Igarapé Lourdes, localizada em Ji-Paraná, já foi finalizado. Até o presente momento, foram elaboradas três maquetes entregues à Associação Indígena Zavidjaj Djiguhr (ASSIZA) do povo Ikólóéhj, à Associação Karo Pajgap do povo Karo Arara e à coordenação regional da FUNAI, sediada em Ji-Paraná. As TIs Uru-Eu-WauWau e Sete de Setembro já foram modeladas e estão em fase de testes para impressão.

O uso de maquetes possibilita vários benefícios ao observador, já que este pode vislumbrar o território nitidamente com todos seus relevos e elas podem ser usadas para diversos fins pelas comunidades indígenas: manejo territorial, tecnologia assistiva, recurso didático para as escolas das comunidades, entre outros.

Com a terra impressa em 3D pode-se estudar o relevo, demarcações, oferecendo uma representação mais realista e interativa do terreno, o que pode ser útil em várias áreas, desde planejamento territorial até estudos ambientais e atividades recreativas. Cada comunidade que terá acesso aos mapas poderá decidir a melhor forma de utilização.

Este projeto é desenvolvido há quatro anos pelo Grupo de Estudos em Temáticas Étnicas na Amazônia (GETEA). O projeto está ganhando cada vez mais reconhecimento, o que promove a ampliação do alcance da temática de inovação tecnológica no contexto dos povos indígenas, alcançando diferentes comunidades.

2. Materiais e Métodos

2.1. Etapas do processo de impressão 3D

O processo de impressão 3D é composto de muito mais etapas do que apenas a impressão, como sugere seu nome, que serão apresentadas logo mais. Destaca-se, a priori, que os modelos de impressoras utilizadas na pesquisa foram diversos, porém as de maior frequência de uso foram as de marca GTMax, com dimensões e capacidades variadas. Semelhantemente, os filamentos plásticos também foram oriundos de diversas marcas. Os tipos mais utilizados tanto nos testes e protótipos quanto nas impressões finais foram o ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene, ou Acrilonitrila Butadieno Estireno, em tradução livre) e o PLA (Polylactic Acid, ou Ácido Poliláctico, em tradução livre).

2.2. Coleta de dados tridimensionais

Representações tridimensionais – incluindo mapas e maquetes topográficas –, precisam passar pelo processo da coleta/aquisição dos dados 3D que irão compor o objeto como um todo e, por isso, influenciam diretamente nas próximas etapas do processo.

2.3. Transformação em Stereolithography (STL)

O primeiro processo comercial de manufatura aditiva, produzido em 1988 pelo Albert Consulting Group, sob demanda da empresa estadunidense 3D Systems Inc., é o arquivo STL, sigla para a palavra inglesa STereoLithography (estereolitografia, em tradução livre) (Foggiatto; Silva, 2017; Gibson et al., 2010, apud Graça et. al., 2021).

Como uma analogia aos pixels, o arquivo STL forma o objeto 3D a partir de subdivisões triangulares, generalizando-o e reduzindo sua resolução. Dessa forma, a quantidade de triângulos que formam o objeto é diretamente proporcional à resolução dele, e quanto maior ela for, mais precisa será sua modelagem e, posteriormente, sua impressão; porém, ao mesmo tempo, isso fará com que as etapas de transformação em STL e a impressão levem mais tempo para serem finalizadas.

2.4. Fatição

O próximo passo também gera impactos diretamente no objeto 3D (em arquivo STL). Se trata do fatiamento da peça em camadas, em que as configurações da impressão, tais como altura das camadas, velocidade do fluxo de purga (expelção do filamento), porcentagem e tipo de preenchimento etc., são definidas em um software desenvolvido para tanto.

2.5. Impressão

A próxima etapa do processo envolve a geração de um conjunto de comandos em código na linguagem G-code, a ser lido pela impressora 3D para que esta identifique a sequência de movimentos adequada para dar forma real ao objeto em STL, processo feito a partir da repartição do objeto em camadas sobrepostas umas às outras, impressas uma de cada vez.

Destaca-se que, em consonância com Graça (2021), que, considerando que o objeto tem resolução reduzida a partir de uma generalização dos dados tridimensionais, suas formas não corresponderão de forma fiel à realidade do objeto.

2.6. Pós-processamento

Há a possibilidade de o processo de impressão envolver a etapa de pós-processamento, que ocorre quando o objeto apresenta imperfeições, o que pode envolver a remoção de sustentações ou suportes utilizados em peças que não se equilibram sozinhas; a infiltração de resina para o aumento da resistência material; a melhoria do acabamento através da pigmentação colorida jateada; a lixação de arestas e/ou defeitos pouco aparentes e inerentes à impressão.

3. Resultados e Discussão

Durante a realização do projeto, buscou-se adquirir conhecimentos sobre Tecnologias de Impressão 3D e Geoprocessamento, conduzindo revisões bibliográficas essenciais para contextualizar e familiarizar os bolsistas com o projeto. Recorreu-se a diversos blogs e videoaulas para esclarecer dúvidas relacionadas à Impressão 3D e Geoprocessamento, e também para explorar novos métodos de aplicação desse conhecimento.

Para a realização das maquetes, foram utilizadas pesquisas bibliográficas, conversas com especialistas em mapas topográficos, sites que forneciam imagens via satélite e o software GIMP para trabalhar com imagens. Também foi realizado o uso do software Blender para a modelagem 3D, utilizando a técnica de mosaico em tons de cinza e extrusão do terreno. Foi necessário buscar o modelo digital de elevação da área e trabalhar a imagem para delimitar a área desejada.

Foram desenvolvidos protótipos e utilizados métodos de pesquisa, como revisão bibliográfica e conversas com especialistas em mapas e topografia. Foram consultadas publicações e sites relevantes para o projeto. Durante o processo de desenvolvimento, foram utilizados ferramentas e softwares como Blender 2.79, Terrain2STL, Repetier-Host, GIMP, QGIS e USGS. O projeto passou por várias etapas, incluindo a impressão 3D das maquetes das terras indígenas, reuniões para discutir problemas e soluções, estudo do software QGIS e correções nas atividades de fixação.

O projeto também tem como objetivo a pesquisa de novos materiais para aprimorar o trabalho.

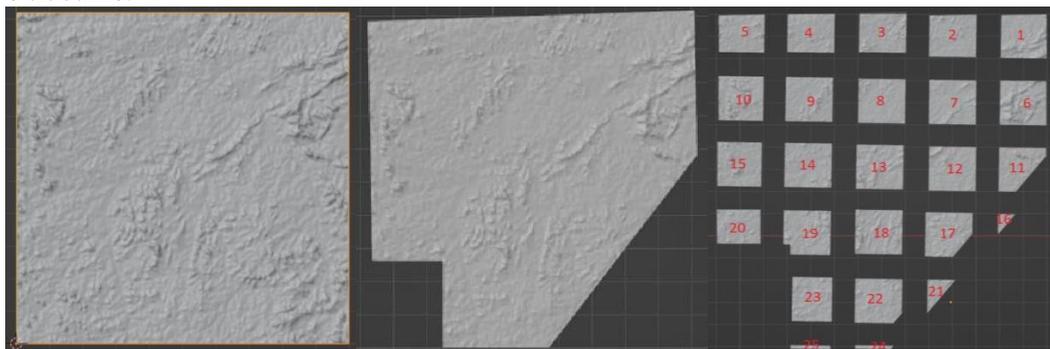


Figura 1. Etapas da modelagem: à esquerda, o objeto inteiro obtido por meio da coleta de dados; ao centro, a terra já delimitada e, à direita, a terra cortada em peças menores a serem impressas. **Fonte:** Autores (2023).

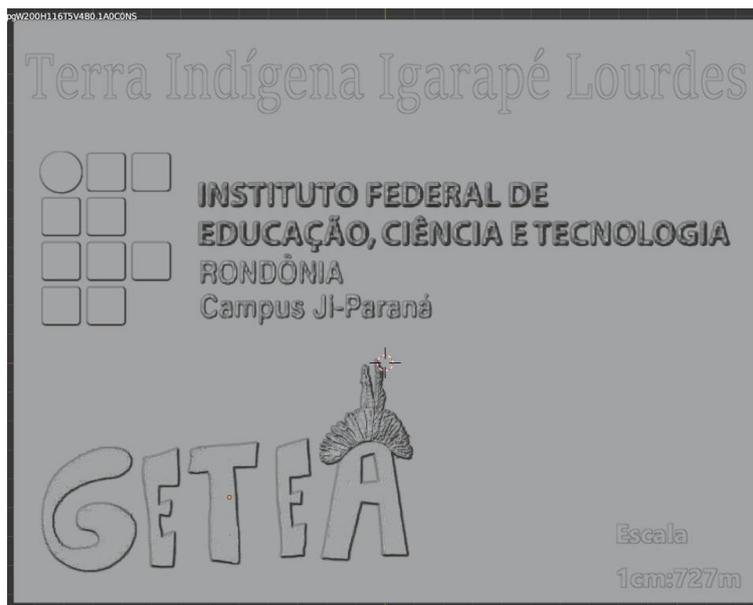


Figura 2. Placa de identificação da Terra Indígena Igarapé Lourdes, modelada no Blender. **Fonte:** Autores (2023).

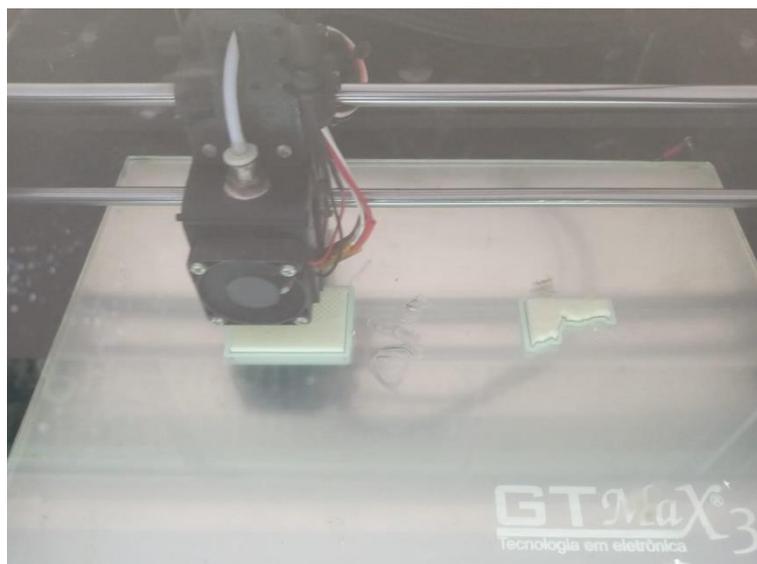


Figura 3. Impressora trabalhando nas suas impressões de peças menores. **Fonte:** Autores (2023).

Iniciado em 2018 e perdurando até o presente momento, em 2022, o projeto passou por várias mudanças e melhorias ao longo de sua execução, visando a modelagem e impressão de diversas Terras Indígenas localizadas no estado de Rondônia.



Figura 4. Protótipos de peças da Terra Indígena Uru-Eu-Wau-Wau. **Fonte:** Autores (2023).

Em fevereiro deste ano, começou-se um novo desafio. Com a conclusão da TI Sete de Setembro, passou-se a trabalhar na TI Uru-Eu-Wau-Wau. Primeiramente, decidiu-se imprimir uma versão em escala menor dessa terra para registrar o trabalho realizado. A versão obtida tinha uma proporção de 700% em relação ao tamanho real, mas foi redimensionada para 1/4 do tamanho original. As configurações utilizadas para impressão foram ajustadas para atingir aproximadamente 1/4 do tamanho real planejado, como visto na imagem abaixo.

A imagem abaixo apresenta mais um trabalho concluído pela equipe do projeto, sendo uma miniatura do mapa Uru-Eu-Wau-Wau, para manter guardado como um registro histórico do trabalho, após a conclusão do trabalho estão sendo realizados estudos para que seja possível trabalhar com a impressão de peças maiores, para, assim, poder ser realizada sua entrega para o povo Gavião.



Figura 5. Miniatura da TI Uru-Eu-Wau-Wau, com $\frac{1}{4}$ do modelo idealizado para a maquete. **Fonte:** Autores (2023).

Já em março, um importante objetivo foi alcançado: as três maquetes da Terra Indígena Igarapé Lourdes estavam finalizadas e duas delas foram entregues aos seus respectivos povos.



Figura 5. Membros do projeto na entrega das maquetes da TI Igarapé Lourdes na Associação Indígena Zavidjaj Djiguhr (ASSIZA) do povo Ikólóéhj, à Associação Karo Pajgap do povo Karo Arara. **Fonte:** Autores (2023).

4. Conclusão

O projeto permanece em andamento, mas até o momento os resultados mostraram-se positivos. Três mapas 3D da Terra Indígena Igarapé Lourdes já foram entregues e foram bem recebidos pelos povos Karo Arara e Ikólóéhj Gavião. Vários outros povos já realizaram suas encomendas para o GETEA. Espera-se ampliar as impressões para uma quantidade maior de Terras Indígenas do estado de Rondônia.

Agradecimentos: À FAPERÓ – Fundação Rondônia de Amparo ao Desenvolvimento das Ações Científicas e Tecnológicas e à Pesquisa do Estado de Rondônia.

À UNIR – Universidade Federal de Rondônia, pela promoção do evento, difusor da pesquisa científica e da inovação no município de Ji-Paraná.

À PROPESP – Pró-Reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação, pela concessão de bolsas aos discentes integrantes do projeto do qual se originou a presente pesquisa.

Conflitos de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referência bibliográfica

Oliveira, C. R. de, Santos, J. T. G. S., Sousa, C. A. de, Bulcão, J. da S. B. & Madeira, C. A. G. (2021). Formação continuada em impressora 3D: possibilidades pedagógicas para os processos de ensino e de aprendizagem. VI Congresso sobre Tecnologias na Educação (CTRL+E 2021).

-
- Gonçalves, H. A. da F., Sousa, G. M. de & Filho, D. L. (2019) . Construção de Maquetes Topográficas para o Ensino de Cartografia e Geomorfologia Através da Impressão 3D. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ, Volume 42 - 3/2019.
- Santos, J. T. G. & Andrade, A. F. de. (2020). Impressão 3D como Recurso para o Desenvolvimento de Material Didático: Associando a Cultura Maker à Resolução de Problemas. Revista Novas Tecnologias na Educação, Volume 18 N° 1.
- Graça, A. J. S., Fosse, J. M., Veiga, L. A. K. & Botelho, M. F. (2021). A Impressão 3D no âmbito das Representações Cartográficas. Revista Brasileira de Cartografia, Volume 73, N° 3. <https://doi.org/10.14393/rbcv73n3-56659>