

Criação e Impressão 3D de Modelos Digitais de Terrenos e de Superfície através de uma Impressora de Deposição de Material Fundido (FDM)¹

Gabriel da Costa Cardoso², Francisco Henrique de Oliveira³

¹ Vinculado ao projeto “Dispositivos de baixo custo aplicado à maximização da resiliência de comunidades e edificações expostas às inundações e enchentes urbanas frequentes”

² Acadêmico do Curso de Geografia Bacharelado – FAED – Bolsista PROBITI/UDESC

³ Orientador, Departamento de Geografia – FAED – francisco.oliveira@udesc.br

Esta pesquisa tem o objetivo de entender por meio do conhecimento prático e teórico como deve ser o protocolo para gerar modelos 3D de terrenos para impressão em uma impressora de Deposição de Material Fundido (FDM), assim gerando um produto físico. Para entender melhor o espaço em que vivemos, é necessária uma representação fiel, os mapas tradicionais têm a limitação de serem produtos impressos em duas dimensões, e que associados e outras formas de representação como as maquetes, enriquecem o entendimento sobre determinado ambiente físico, como descrito por Carneiro (2022). Desta forma, tem-se uma farta quantia de dados físicos “geoespaciais temáticos”, os quais permitem caracterizar e criar com maior fidelidade um modelo físico, como, bacias sedimentares, trechos de encosta afetados por movimentos de massa, barragens de rejeito, grandes estruturas naturais e antrópicas e até áreas sujeitas a inundações.

Os procedimentos metodológicos dessa pesquisa são decorrentes da pesquisa anterior, onde foi necessário entender as possibilidades de criar modelos 3D e imprimi-los. Portanto, foi desenvolvido um fluxograma para padronizar o processo, a atual pesquisa tomou como premissa aprimorar a qualidade da impressão do modelo de terreno que estava pouco satisfatório. Neste contexto, foi necessário estudar com maior atenção e amparo científico alguns parâmetros, como: máquina de impressão (hardware), a matéria prima utilizada (insumo), e o software para criar os modelos. Decorrente do processo metodológico estabelecido foi notado que seriam necessários vários testes práticos, para os distintos parâmetros. Portanto, pautado em um controle paramétrico criou-se uma padronização de testes formulado uma tabela no Excel com aproximadamente 61 colunas, no qual cada linha caracterizaria o seu preenchimento a partir do teste realizado – em um arranjo combinatório entre os parâmetros estabelecidos.

Essas colunas são divididas em 5 blocos sendo o primeiro bloco a parte de conversão de um Modelo Digital de Elevação para um modelo 3D, que contém parâmetros como: tipo de arquivo inicial utilizado (MDT, MDS), programa usado para a conversão, escala, exagero vertical, altura, comprimento do modelo 3D no eixo X e Y. O Segundo bloco se refere ao hardware, onde vai ser impresso o modelo 3D, nesse bloco os parâmetros são: marca da impressora utilizada, tamanho de impressão possível, e características do bico da extrusora utilizado. Já o terceiro bloco envolve a matéria prima que vai ser utilizada, descrevendo o filamento (PLA, ABS, FLEX, PETG, etc.), empresa que fabricou, e a temperatura recomendada pelo fabricante do bico da extrusora, bem como as características da mesa de impressão para o melhor derretimento do filamento. O quarto bloco é possivelmente um dos mais importantes na hora de melhorar a qualidade da impressão, pois nele anotam-se as configurações estabelecidas no software de fatiamento e por isso é o bloco mais extenso com o total de 29 colunas, onde foi necessário dividir em 11 sub-blocos com cada um contendo de 1-3 colunas, esses sub-blocos são: Programa, onde contém o nome e a versão do

software; Qualidade, onde se define a espessura da camada do objeto que vai ser impresso; Involucro que caracteriza como vai ser a casca do modelo, a parte externa, enchimento onde estabelece na parte interna do objeto, o quanto vai ser preenchido; Material onde determina a temperatura do bico da impressão e da mesa de impressão; Velocidade onde é estabelecida a quantos mm/s a impressão vai ser feita; Viagem que delinea quanto a extrusora vai puxar de filamento e retrair e sua velocidade; Arrefecimento que controla as ventoinhas; Suportes se for necessário criar suportes além do modelo; Aderência se for necessário criar mais aderência a mesa e Correção de objetos para a correção de modelos automática. Por fim os últimos blocos são anotações que foram julgadas necessárias para melhorar a padronização e controle dos testes, como um bloco para o tempo de impressão e quantas gramas irá usar, outro bloco para a data e hora de início e término da impressão, um bloco para anotar as condições ambientais, pois foi notado que a mudança de temperatura em função das condições climáticas demanda a mudança da temperatura da máquina de impressão, e o ultimo bloco configura a anotação final dos resultados, se houveram falhas na impressão, como Warps, Strings, Blobs, e se tiveram em qual intensidade, e por fim a última coluna da tabela uma foto de como ficou a impressão.

Com o objetivo de estabelecer uma sistematização metodológica confiável foi estipulado o mesmo recorte geográfico para todos os testes, pois mudar de objeto poderia acarretar uma difícil avaliação de potenciais impactos na peça produzida, dificultando a sistematização/definição dos parâmetros de qualidade. O recorte escolhido foi a Bacia Hidrográfica do Bairro Itacorubi, sendo usado um MDT com resolução espacial de aproximadamente 5 metros - obtido pelo site SIGSC.

No universo das trocas de experiência, foi acessado o Prof. Dr. João Henrique Quoos, professor de Geografia no Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Garopaba, Santa Catarina, que dispõe de diversos artigos sobre prototipagem de modelos 3D, além da validação da tabela de padronização dos parâmetros. Em parceria com o Prof. Quoos foram descobertos alguns mecanismos para melhorar a qualidade da impressão do terreno, como: imprimir os modelos de terreno na vertical, pois assim é possível que seja impresso o terreno em uma melhor qualidade no acabamento, com um detalhamento mais preciso; e ainda modificar o arquivo raster para fazer a impressão do terreno, assim sendo possível criar qualquer tipo de marcação, como fazer uma delimitação de bairro, limite de bacia, ou até mesmo limite de um lote, imprimindo no modelo uma pequena linha sobressalente ao modelo de terreno demonstrando a área de especificada. Foram realizados alguns testes para demonstrar a delimitação das feições no terreno, sendo assim, foi impresso um modelo com a demarcação da bacia hidrográfica do Itajaí-açu, e outro com a demarcação da bacia hidrográfica do Itacorubi.

Depois de meses imprimindo diversos modelos (Figura 1), e utilizando a tabela de parâmetros para fazer a padronização a cada teste, com o foco de ter uma melhora na qualidade do modelo, foram obtidas maquetes de qualidade superior aos modelos impressos inicialmente, com destaque para as impressões Bacia do Itacorubi e a Bacia hidrográfica do Itajaí-açu (Figura 2 e 3), além dos diversos modelos impressos que foram gerados através dessa pesquisa, tiveram mais 2 produtos diferentes dos modelos, o manual de utilização da impressora (Creality CR-6 Max), com o detalhamento de cada item da impressora e de tipo de matéria-prima, ou seja, filamento, e também exemplifica em passos como fazer uma impressão (Figura 4), e o outro produto foi a realização de um minicurso de capacitação para criação desses modelos impressos. O minicurso contemplou desde os primeiros passos de obtenção e entendimentos dos dados digitais de elevação, passando pela conversão desses dados geoespaciais em modelos 3D, para então usar os softwares de fatiamento para jogar esses modelos para a impressão, utilizando todo o conhecimento adquirido nessa pesquisa.

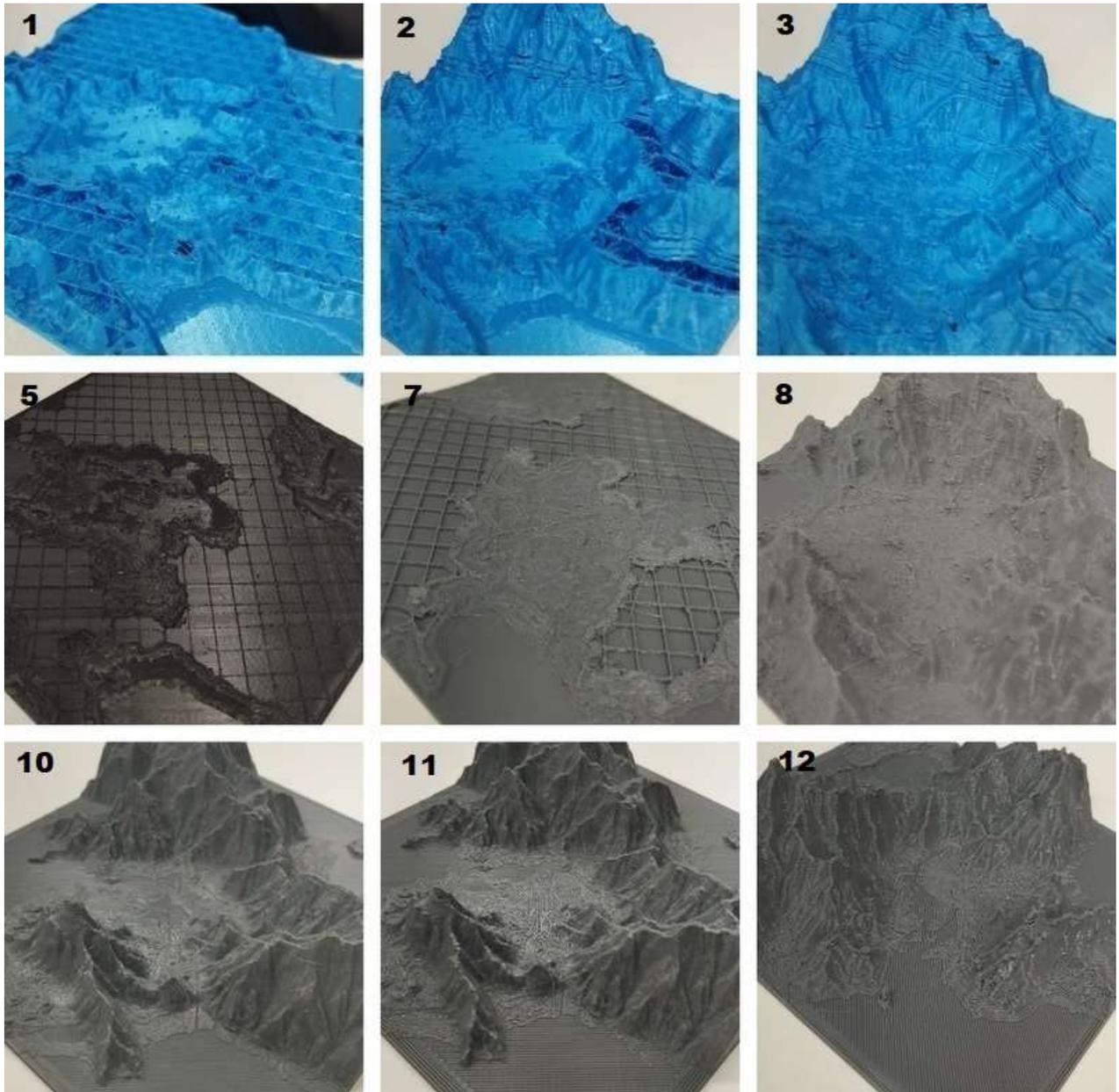


Figura 1. Modelos utilizando a tabela de parametrização numerados pelo número de teste

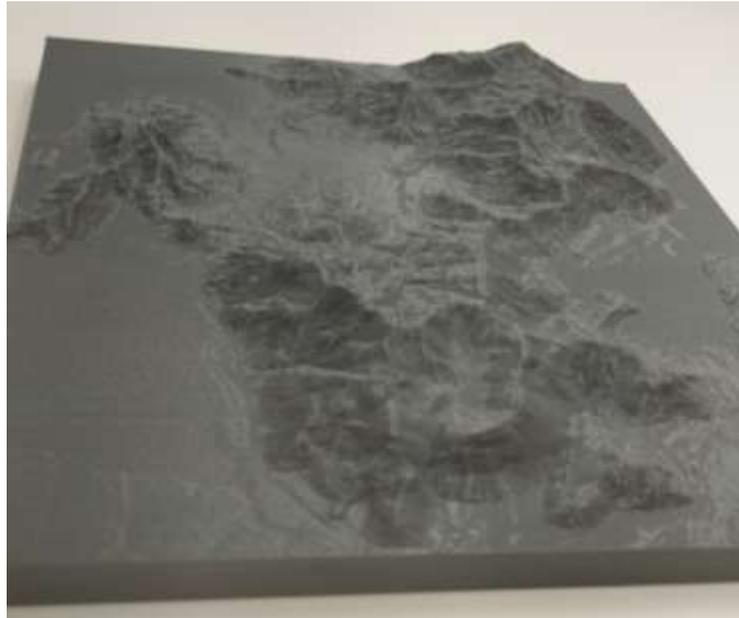


Figura 2. *Bacia Hidrográfica do Itacorubi*



Figura 3. *Detalhamento da Bacia Hidrográfica do rio Itajaí-açu*



Figura 4. Manual de impressão da Impressora 3D

Palavras-chave: Impressão 3d. Digital Elevation Model. Impressora de Deposição de Material Fundido.