

PRODUÇÃO E IMPRESSÃO CARTOGRÁFICA TEMÁTICA 3D PARA O IDM CATARINENSE

Alana Piccoli de Mello Correa, Prof. Dr. Francisco Henrique de Oliveira

INTRODUÇÃO

No cenário nacional, a análise das especificidades territoriais, sociais e econômicas dos 5.570 municípios brasileiros demanda metodologias que tornem essa informação mais acessível e didática. Nesse contexto, a cartografia tátil por meio de blocos impressos em 3D configura-se como recurso de grande potencial comunicativo, ao materializar indicadores complexos — como o Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) — em representações tridimensionais tangíveis, ampliando a capacidade de interpretação espacial por gestores públicos, técnicos, pesquisadores e pela sociedade em geral. Em Santa Catarina, estado formado por 295 municípios com expressiva diversidade socioeconômica, cultural e ambiental, essa tecnologia permite representar de forma física e interativa as dimensões econômicas, ambientais, socioculturais e institucionais que compõem o IDM. Além de subsidiar o planejamento territorial, os blocos cartográficos favorecem processos participativos de gestão pública, podendo ser explorados em oficinas, reuniões comunitárias e atividades educacionais. Dessa forma, a construção de um IDM ajustado à realidade catarinense e sua representação física em blocos impressos em 3D constituem instrumento estratégico para subsidiar políticas públicas mais eficazes, inclusivas e sustentáveis diante das demandas territoriais e socioambientais contemporâneas.

DESENVOLVIMENTO

O trabalho teve como objetivo representar, por meio de prototipagem, o relevo do estado de Santa Catarina em 3D. A metodologia envolveu a obtenção de dados de declividade do território via Modelo Digital de Terreno (MDT), base para a construção dos blocos, seguida da coleta de dados vetoriais dos limites municipais e das massas de água. Os dados foram processados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), com o auxílio do plugin DEMto3D, definindo os parâmetros necessários à elaboração do modelo. Foram gerados 24 blocos, impressos na impressora Bambu Lab X1 Carbon Series, respeitando as limitações de tamanho do equipamento. O processo resultou na prototipagem integral do território catarinense, evidenciando aspectos relevantes da geomorfologia do Estado. O modelo produzido tem potencial para auxiliar atividades de ensino, gestão e planejamento territorial.

A metodologia adotada baseia-se no fluxo de trabalho proposto por Quoos e Figueiró (2022), adaptado às etapas de aquisição de dados e elaboração do modelo. Inicialmente, definiu-se um índice de organização dos blocos em matriz de 5 linhas por 8 colunas, identificados por topônimo referencial (ex.: 1-2 – Novo Horizonte, linha 1/coluna 2), correspondentes às mesorregiões do Estado de Santa Catarina (Figura 1).

Para a abordagem metodológica utilizada, foi adotada a manufatura aditiva, que se caracteriza como a impressão 3D, que trabalha por deposição de camadas e utiliza filamentos como (PLA, ABS, PETG, entre outros), tratando-se de polímeros. Segundo Horowitz e Schultz (2014), apresentam-se vantagens por ser resistente e de baixo custo, o que viabiliza a produção de modelos físicos para fins educacionais e científicos. A impressora utilizada foi da marca Bambu Lab x1 Carbon Series para os modelos gerados.

Na etapa seguinte, os dados geoespaciais foram coletados e processados no software QGIS, no qual a superfície terrestre foi configurada a partir de elementos como relevo, cursos d'água e áreas de ocupação. Utilizaram-se duas fontes vetoriais: os limites municipais de Santa Catarina, em formato de linhas (IBGE, 2024), e as massas d'água (ANA, 2020), empregadas para gerar desnível nos municípios costeiros. Como dado matricial, adquiriu-se o Modelo Digital de Terreno (MDT) com resolução espacial de 30 metros, da constelação ALOS PALSAR (2025), cobrindo a área total do Estado. O processamento dos dados vetoriais para matriciais foi sistematizado em fluxograma (Figura 2), e descritos como segue:

Passo Vetorial: a camada de limites municipais (IBGE, 2024) recebeu dois processamentos — suavização dos vetores (fator 100), para melhor representação das linhas, e criação de buffer de 200 m, que simplificou a peça final e delimitou o recorte do raster em escala adequada de visualização. A camada de massas d'água (ANA, 2020) foi utilizada para gerar desnível nos municípios costeiros do Estado.

Passo Raster: após o recorte por máscara do MDT (30 m, ALOS PALSAR, 2025) pelas camadas de limites municipais e de massas d'água, geraram-se duas novas camadas raster. Na calculadora raster, aplicou-se um desnível de -350 entre o raster original e o recorte dos limites municipais, e de -40 para a camada de massas d'água, evidenciando baías e praias no litoral do Estado. As camadas foram então unidas em mosaico — primeiro o raster original com a camada de massas d'água, depois com a camada de limites municipais —, resultando em um raster único do Estado com os novos valores de pixel. Por fim, utilizou-se a ferramenta GRID para recortar a região de interesse, finalizando a preparação do arquivo para impressão.

Passo Plugin DEMto3D (Digital Elevation Model to 3D): com o plugin inserido no QGIS, ajustaram-se os parâmetros do modelo: Layer to print (camada raster com os dados de elevação); Print extent (área geográfica a ser impressa, definida por retângulo ou camada de limite); Width and Length (dimensões físicas do objeto, em milímetros); Vertical exaggeration (exagero da escala vertical, necessário em escalas cartográficas pequenas para tornar o relevo perceptível); Spacing (resolução da malha 3D, em que valores maiores geram maior generalização e valores menores capturam mais detalhes); e Height (altitude de base a partir da qual o modelo é gerado). Com os parâmetros definidos, o arquivo STL (Standard Triangle Language) foi exportado e processado no GIMP, com filtro de desfoque gaussiano (valor 10) para suavizar a superfície, e no MeshLab, para redução do peso do arquivo sem perda de detalhes relevantes da modelagem, por meio da ferramenta Quadric Edge Collapse Decimation (Quoos; Figueiró, 2022).

Priorizou-se o uso de softwares gratuitos: 3D Builder (inserção de texto e elementos gráficos), MeshLab (limpeza da malha de triângulos, suavização e design da peça), GIMP (processamento do MDT) e QGIS. Por fim, o arquivo foi fatiado no software da Bambu Lab, com ajuste final dos parâmetros para impressão da prototipagem do relevo.

RESULTADOS

A aplicação da impressão 3D às geotecnologias no ensino de Geografia auxilia na compreensão do espaço e da paisagem, associada ao aprendizado em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e às técnicas de geoprocessamento, uma vez que técnica e teoria são hoje indissociáveis. Ao disponibilizar meios inovadores de representação cartográfica, o método amplia o acesso à informação e à compreensão do espaço e contribui para a democratização do conhecimento, com aplicações que vão desde o planejamento territorial até a prototipagem didática para o entendimento da geomorfologia, da geologia e do relevo. Os resultados indicam que a integração entre modelagem digital, impressão 3D e geoprocessamento representa um avanço significativo para a representação cartográfica, ampliando o potencial pedagógico e técnico dessas

ferramentas no ensino e na análise do espaço e da paisagem. A Figura 3 apresenta os resultados a partir dessa pesquisa, com a impressão dos 24 blocos com os limites municipais do Estado de Santa Catarina e o recorte de massa d'água no ambiente costeiro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do ponto de vista prático, o modelo impresso em 3D auxilia na interpretação geomorfológica da paisagem catarinense e apresenta potencial de replicação em outros recortes territoriais. A partir dos resultados preliminares (Figura 3), está em desenvolvimento um portal [<https://geolab.faed.udesc.br/>] de acesso do laboratório de geoprocessamento da UDESC (Geolab), destinado à disponibilização dos materiais gerados como acervo “open source” para a comunidade acadêmica, técnicos e demais profissionais interessados em análises de decisão territorial, avaliação de impactos de desastres naturais, apoio didático em sala de aula e saídas de campo.

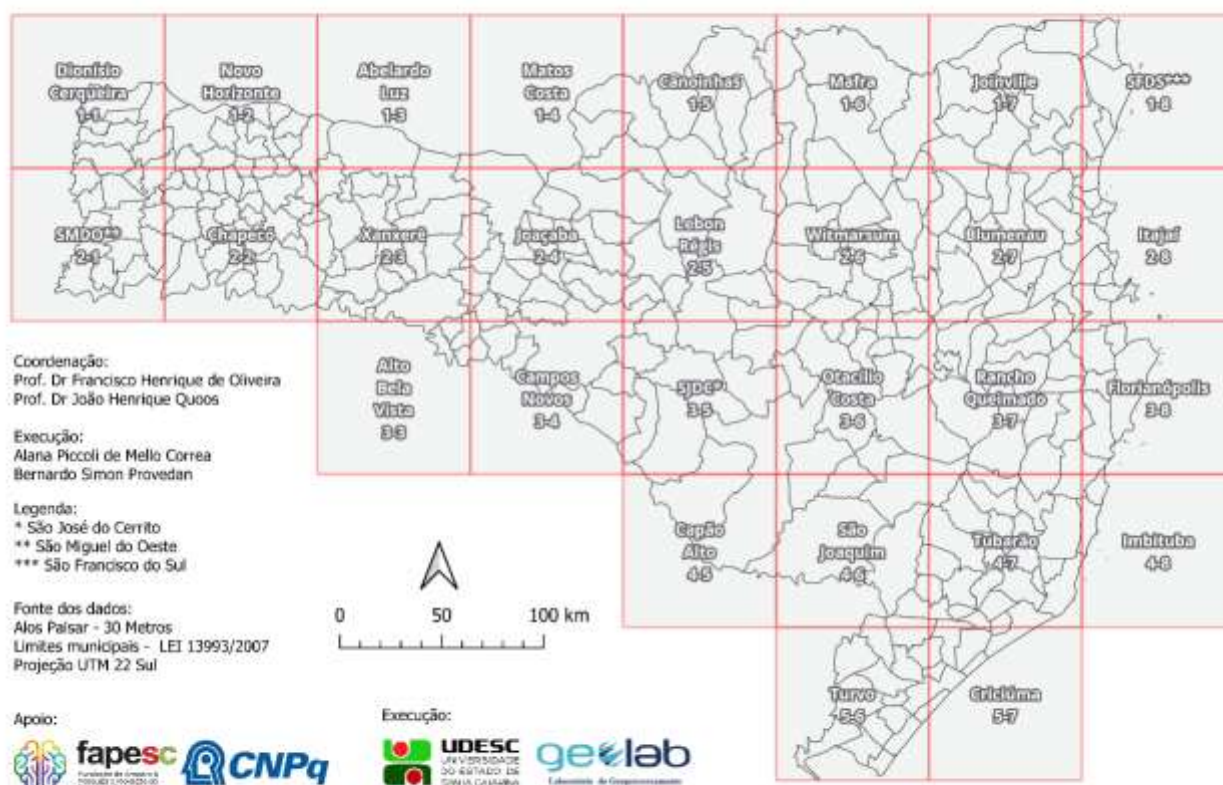
A relevância do material para a cartografia interativa e o planejamento territorial e escolar reforça-se pela consolidação da impressão 3D, associada às plataformas de geoprocessamento, como tecnologia acessível e já difundida. O principal resultado do trabalho, além da impressão dos blocos, é a possibilidade de compreensão do território catarinense, de suas formas de relevo e da influência destas na distribuição socioespacial, obtida a partir dos parâmetros de configuração descritos na metodologia. A elaboração dos produtos em ambiente SIG possibilitou, ainda, o aprendizado das técnicas de coleta, processamento e interpretação de dados, resultando em modelos 3D tangíveis que facilitam a compreensão tátil da geomorfologia do Estado.

Palavras-chave: Realidade Aumentada; Impressão 3D; Ensino de Geografia; Cartografia digital;

ANEXOS

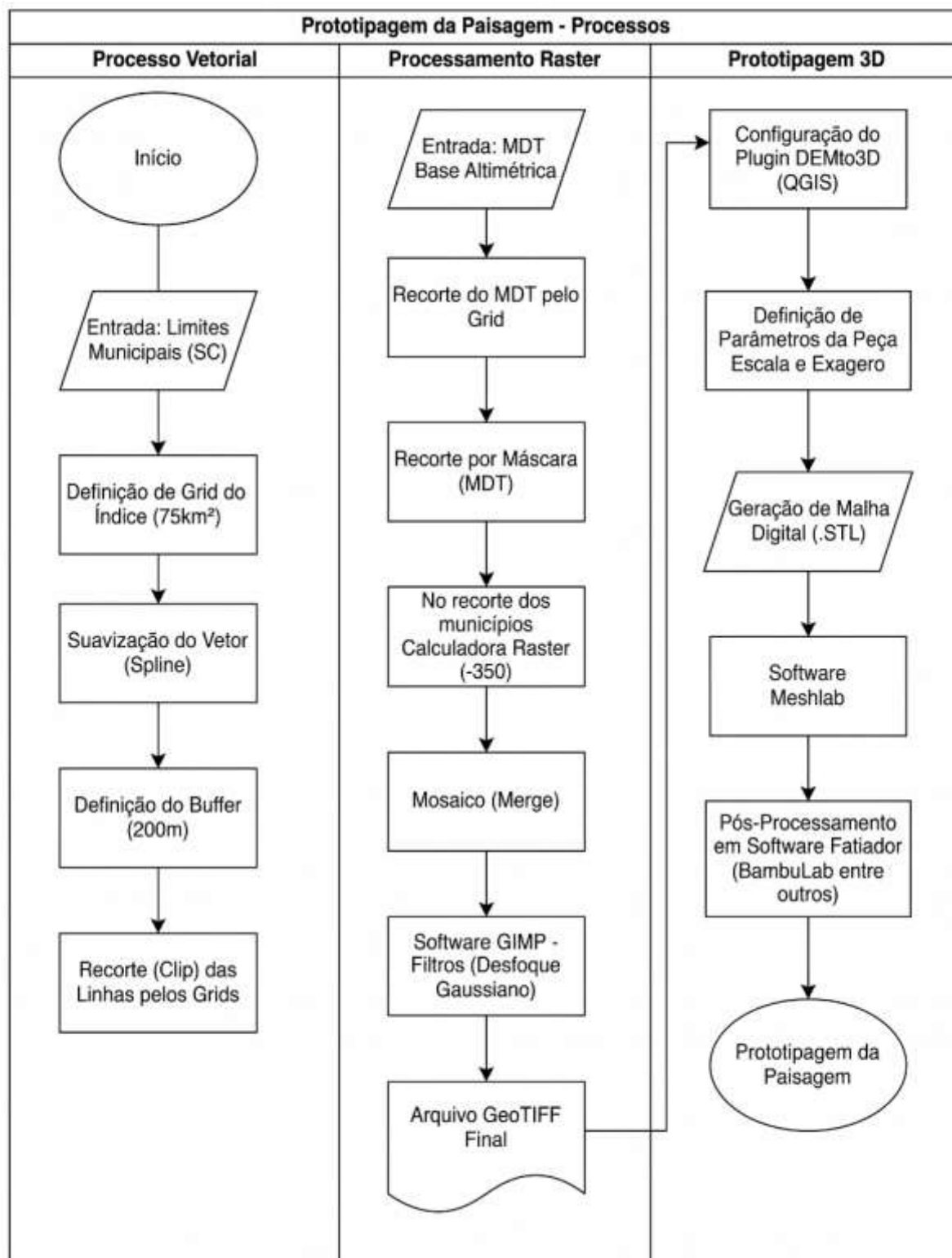
Figura 1 – Mapa índice do Relevo de Santa Catarina

Mapa Índice: Produção e impressão 3D dos 295 municípios catarinenses



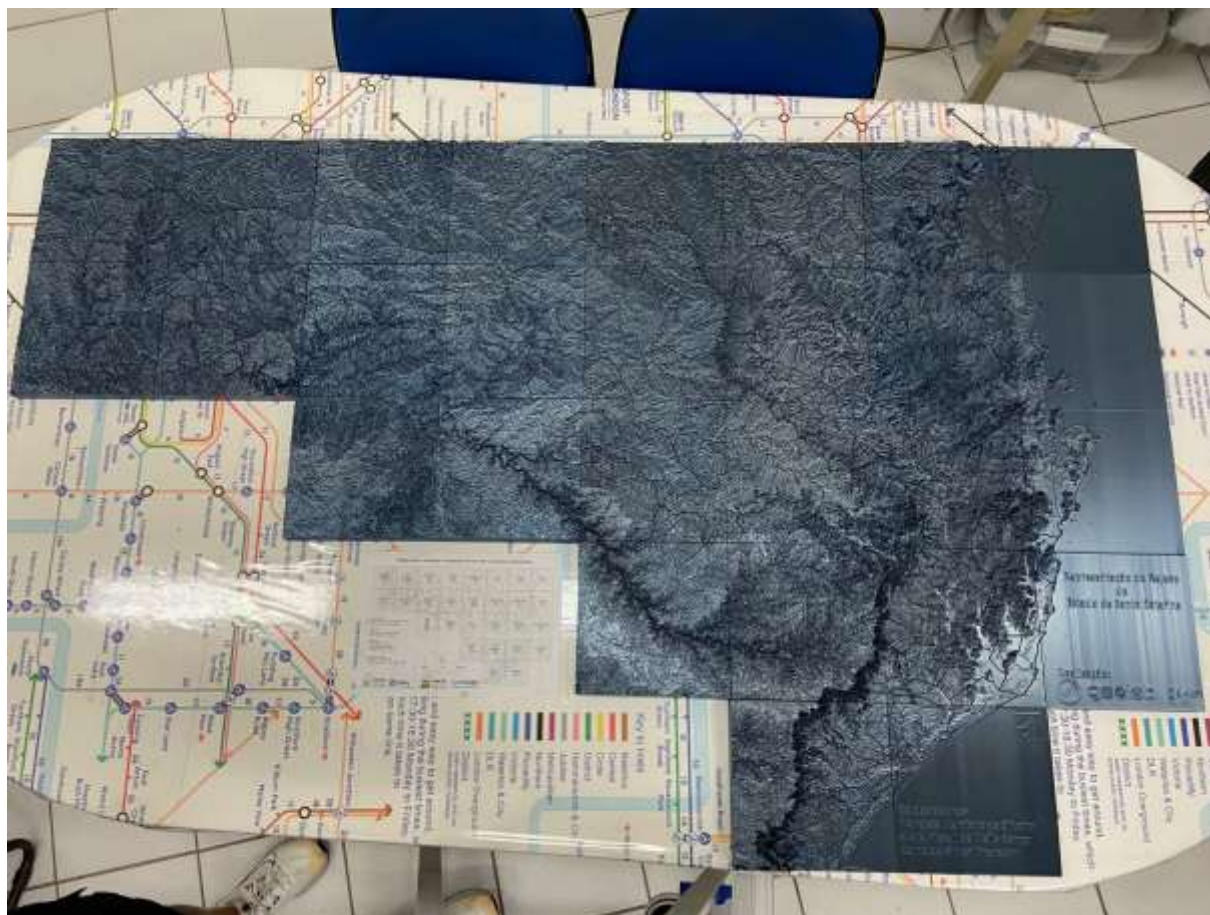
Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Figura 2 – Fluxograma do processo no software QGIS



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Figura 3 - Representação do relevo do Estado de Santa Catarina com divisões municipais e Massa d'água no litoral.



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

AGRADECIMENTOS

À FAPESC, à Defesa Civil de Santa Catarina, ao CNPq e ao GeoLab/FAED/UDESC pelo apoio fundamental no desenvolvimento desta pesquisa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Quoos, João Henrique; Figueiró, Adriano Severo. A maquete de relevo 3D do estado de Santa Catarina por meio da prototipagem da paisagem. In: SANTOS, Gisele Barbosa dos; FELIPPE, Miguel Fernandes; MARQUES NETO, Roberto (org.). *XIII SINAGEO - Geomorfologia: complexidade e interesclaridade da paisagem*. São José dos Campos: Comum Design, 2022. p. 3999-4007.

Horowitz, Seth S.; Schultz, Peter H. Printing space: using 3D printing of digital terrain models in geosciences education and research. *Journal of Geoscience Education*, [S. l.], v. 62, n. 1, p. 138-145, 2014. DOI: 10.5408/13-031.1

DADOS CADASTRAIS

BOLSISTA: Alana Piccoli de Mello Correa

MODALIDADE DE BOLSA: PROBITI

VIGÊNCIA: 01/09/2025 a 31/08/2026 – Total: 12 meses

ORIENTADOR: Prof. Dr. Francisco Henrique de Oliveira

CENTRO DE ENSINO: FAED

DEPARTAMENTO: Geografia

ÁREAS DE CONHECIMENTO: Ciências Sociais Aplicadas, Planejamento Urbano e Regional e Métodos e Técnicas do Planejamento Urbano e Regional.

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: Estudo metodológico inteligente direcionado à personalização do Indicador de Desenvolvimento Municipal aplicado ao planejamento territorial integrado

Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA: PVED118-2024