



**Construção de Maquetes Topográficas para o
Ensino de Cartografia e Geomorfologia Através da Impressão 3D**
Construction of Topographic Models for the
Teaching of Cartography and Geomorphology Through 3D Printing

Hanna Aimée da Fraga Gonçalves¹; Gustavo Mota de Sousa² & Delson Lima Filho³

¹ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,

Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, BR 465, Km 7, 23890-000, Seropédica, RJ, Brasil

² Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Geografia,
BR 465, Km 7, 23890-000, Seropédica, RJ, Brasil

³ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia, Departamento de Arquitetura e Urbanismo,
BR 465, Km 7, 23890-000, Seropédica, RJ, Brasil

E-mails: hannaimeefg@hotmail.com; gustavoms@ufrj.br; limafilho.delson@gmail.com

Recebido em: 15/04/2019 Aprovado em: 19/06/2019

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2019_3_202_206

Resumo

Este trabalho tem como objetivo propor o uso de tecnologias 3D no ensino da cartografia e geomorfologia, para isto foi utilizado uma Impressora 3D – RepRap Prusa, que construiu feições geomorfológicas capazes de proporcionar um ensino com modelos físicos. A metodologia utilizou dados cartográficos extraídos de hipsometria da morfologia do Pão de Açúcar proporcionando um modelo digital de elevação que foi impresso em partes visando à compreensão de construção das curvas de nível e variáveis geomorfológicas do relevo.

Palavras-chave: Material didático; Impressora 3D; Geomorfologia; Maquetes

Abstract

This work has the purpose of proposing the use of 3D Technologies in the teaching of cartography and geomorphology, using a 3D Printer – RepRap Prusa, to construct geomorphological features capable of teaching on physical models. The methodology used cartographic data extracted from the morphology of Sugar Loaf mountain providing a digital elevation model that was printed in parts aiming to understand level contours and geomorphological variables of the relief.

Keywords: Teaching material; 3D printer; Geomorphology; Models

1 Introdução

A compreensão da realidade geográfica é de suma importância para o aluno e torna possível o estudo de diferentes questões que visam à construção de uma visão mais crítica da realidade (Callai, 2000). Nessa linha de pensamento, a produção de materiais didáticos, como é o caso das maquetes, auxilia os professores na organização de atividades de ensino da paisagem e relevo visando uma maior interação e pensamento dos alunos durante as aulas, de forma dinâmica e participativa (Botelho, 2005).

Castrogiovanni (2000) define a maquete como um modelo tridimensional de espaço; é como um laboratório geográfico, onde as interações sociais do aluno, no seu dia a dia, são passíveis de serem percebidas, quase na sua totalidade. A construção da maquete é um dos primeiros passos para um trabalho mais sistemático das representações geográficas, tornando sua utilização, no auxílio ao ensino, uma técnica muito importante e boa para a compreensão do mundo geográfico.

A construção de maquetes topográficas pode auxiliar nos conhecimentos de comunicação cartográfica e representações do relevo para os alunos do Ensino Básico. Esses conhecimentos devem ser embasados através da apresentação de uma alfabetização cartográfica consistente em que, segundo Castelar (2000), a criança reconhece os lugares, conseguindo identificar as paisagens. Esse estímulo amplia o olhar sobre o espaço e auxilia o reconhecimento de si fazendo a identificação da criança como ser social (Campos *et al.*, 2009).

Conjuntamente com a Cartografia, as maquetes possibilitam também a observação das representações do relevo que são objeto de estudo da Geomorfologia caracterizando a superfície terrestre na descrição de suas macroformas por denominações convencionais como depressões, planícies, planaltos e montanhas (Florenzano, 2008).

Para que esses entendimentos sejam concretizados, é importante relacionar a construção de maquetes abrangendo o contexto do ensino da Geografia Física visando o aprimoramento e inovação do Ensino que se torna um desafio diário para os professores. Gomes *et al.* (2005) relatam que a

produção de material didático deveria fazer parte da formação dos professores de Geografia. Todavia, por diversos motivos como o tempo, a disponibilidade de recursos, a existência de laboratório apropriado para a realização de estudos científicos faz com que esta formação não ocorra diante dos estudantes.

As maquetes podem ser construídas por diferentes materiais como isopor, EVA ou papel machê. Ressalta-se que existem técnicas que envolvem a utilização desses materiais por meio de sobreposição e inserção de tintas coloridas que buscam ressaltar características da paisagem. Mediante o exposto, é válido expressar, que o uso das impressoras 3D está cada vez mais ganhando espaço em outros campos de pesquisa, sendo utilizados para amplas finalidades, até mesmo produzindo próteses para o corpo humano. Logo, já existe considerável conhecimento para se alcançar representações de objetos que existem no mundo real.

Por essa razão, pretende-se fazer a abordagem na construção de maquetes por meio de impressão 3D através de dados de cartas topográficas editadas em programas de SIG. A escolha da forma geomorfológica do Pão de Açúcar se deu devido a representação do relevo dos morros da Urca e Pão de Açúcar além do simbolismo e o conhecimento mundial desse ponto turístico do Brasil.

2 Área de Estudo

O Pão de Açúcar está localizado no bairro da Urca, zona sul da cidade do Rio de Janeiro, Brasil, nas coordenadas geográficas 22° 56' 55" S e 43° 09' 26" W e possui a altitude máxima de 396 metros (Figura 1). Essa forma geomorfológica foi escolhida devido ao seu formato e por se tratar de um ponto turístico conhecido mundialmente.

2 Materiais e Métodos

A metodologia utilizou dados hipsométricos da base cartográfica na escala 1:10.000 que foi desenvolvida pelo Instituto Pereira Passos (IPP) em que ocorreu a extração e edição dos vetores das curvas de nível em equidistância de 5 metros além dos pontos cotados e hidrografia (Figura 2).



Figura 1 Mapa de localização do Pão de Açúcar, localidade em análise

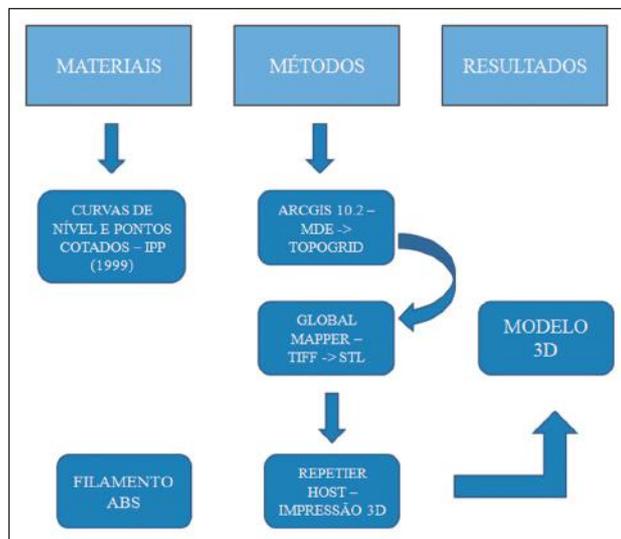


Figura 2 Fluxograma metodológico

A edição das curvas de nível ocorreu no ArcGIS 10.2 que possibilitou a construção de um Modelo Digital de Elevação (MDE) em formato raster (TIFF) do relevo dos morros da Urca e Pão de Açúcar. Tal software é utilizado no geoprocessamento, no qual, tem sido usado para caracterizar uma área multidisciplinar, que envolve conhecimentos de diferentes disciplinas, como por exemplo, Geografia,

Cartografia, Ciência da Computação, Sensoriamento Remoto, Fotogrametria, Levantamento de Campo, Geodésia, Estatística, Pesquisas Operacionais, Matemática, Engenharia, etc, (Filho, 1996).

O MDE foi inserido no Global Mapper 16.2 para conversão dos arquivos em TIFF para o formato STL, que se trata de um tipo de arquivo universal para impressão 3D.

O arquivo STL traz a construção das formas geomorfológicas vistas em formato de malha triangular conhecida como *mesh*. Esse arquivo possui apenas a representação ortogonal que é verificada nas cartas topográficas não demonstrando áreas fechadas na base do modelo ou nas laterais. Essa existência de partes abertas traz a necessidade de edição que visa a geração do chamado modelo “à prova d’água” que tem características que indicam a menor necessidade da inserção de suportes para impressão.

A Impressora 3D utilizada foi o modelo *Reprap Prusa Mendel V2* de baixo custo, desenvolvida no Departamento de Arquitetura e Urbanismo (DAU) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, possui área de impressão que trabalha com base no sistema cartesiano x, y e z; assim

sendo, a impressão se insere nas dimensões máximas em 20 cm x 20 cm x 8 cm; o filamento utilizado foi o ABS (Acrlonitrila Butadieno Estireno) que deve ser aquecido acima de 210°C. Por fim, o diâmetro de saída do hotend, ou bico de saída possui a espessura de 0,4 mm, sendo que os diâmetros variam de 0,1 mm a mais de 1,0mm, o que permite inferir na qualidade e no tempo que um objeto deve ser impresso conforme pode ser observado na figura 3.

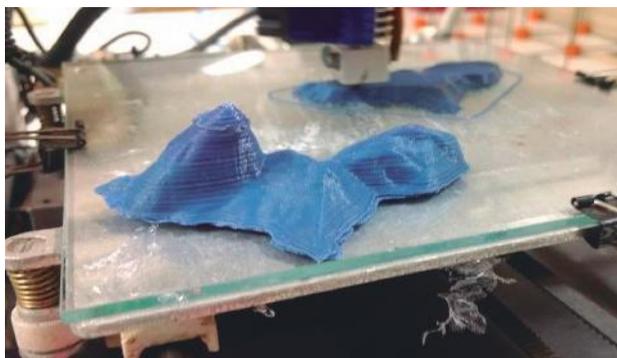


Figura 3 Pão de Açúcar gerado por impressão 3D

É interessante frisar que existem outros métodos de obtenção do modelo 3D, deste modo pode-se comparar a impressão 3D com o corte a laser. Em referência ao tipo de material, a cortadora a laser trabalha com materiais diferentes que a impressora 3D e vice e versa. A tabela 1 apresenta um quadro comparativo entre essas duas tecnologias para construção de modelos tridimensionais.

Tipo de Material	Impressora 3D	Plotter a Laser
ABS	Sim	Não
Papelão	Não	Sim
PLA	Sim	Não
PVC	Sim	Não
Fibra de Vidro	Sim	Não
Polycarbonato	Sim	Não
Vidro	Não	Sim
MDF	Não	Sim
Fibra de Madeira (3DLabWood)	Sim	Não

Tabela 1 Comparativo entre materiais para construção de modelos 3D e diferentes métodos de prototipagem

Os dois métodos de prototipagem por impressão 3D e cortadora a laser seguem formas de execução diferenciadas que devem ser definidas de acordo com a melhor possibilidade para construção dos modelos. A existência de métodos diferentes leva a comparações como o custo de cada equipamento, pois é possível comprar uma impressora 3D pelo valor em torno de R\$ 3.000,00 reais, já a cortadora a laser tem o preço inicial é de R\$ 15.000,00 reais.

A construção de modelos geomorfológicos traz pontos consideráveis para a impressão 3D quando equiparado à cortadora a laser. Isto se dá pelo o fato do tempo de edição dos arquivos e diferentes *softwares* a utilizar para atingir as melhores condições de impressão 3D. Já no caso da cortadora a laser são realizados apenas a construção em formas planas não existindo a necessidade de edições volumétricas.

Em contrapartida, quando se pensa sobre o desperdício de material utilizado, a impressora 3D realiza menor perda de material se comparada ao corte a laser de uma placa de MDF (*Medium Density Fiberboard*), por exemplo, visto que o modelo construído por impressão 3D é criado apenas com o material necessário. Entretanto, a cortadora a laser é capaz de trabalhar com grandes folhas com uma variedade de materiais em tempo de execução menor.

Em ambos os equipamentos é possível realizar a construção dos modelos tridimensionais com materiais que envolvem o tempo de produção, a aquisição de diferentes materiais e a possibilidade de decisão na elaboração de modelos de acordo com as dimensões e objetivos pretendidos.

3 Resultados e Discussão

Visando a abordagem da utilização de curvas de nível para o ensino didático optou-se por imprimir o objeto com a escala horizontal em 1:12.000 e escala vertical em 1:9.000 e realizar a divisão em partes conforme é observado na figura 4. Neste estudo, foi decidida a escolha da divisão em cinco partes, ou níveis, entretanto, é possível dividir em menos ou em mais níveis, o limite de divisão varia de acordo com o tamanho e a espessura desejada da impressão e a relação com os níveis da elevação real do modelo.



Figura 4 Pão de Açúcar impresso 3D em Curvas de Nível

A obtenção da forma do Pão de Açúcar impresso em 3D em partes pode auxiliar o ensino de Cartografia na prática de construção das curvas de nível demonstrando a representação do relevo em duas dimensões em uma folha de papel. Requerendo a definição que consiste na ciência da concepção, produção, difusão, utilização e análise de mapas, (Tuler, 2016). O resultado proporciona exercícios interativos aos alunos das séries iniciais do ensino fundamental em Geografia que poderão observar na prática como são delimitadas as curvas de nível extraídas do relevo.

Nesse sentido, é possível fazer cálculos de área e realizar a observação e descrição de algumas variáveis geomorfológicas como declividade, direção de vertentes e forma das encostas. O cálculo de variáveis hidrológicas pode ser compreendido através dos talwegues observados no modelo 3D do relevo propiciando o estudo com bacias hidrográficas.

Em suma, a construção de maquetes topográficas com a impressão 3D pode resultar em recurso didático que desenvolve diversas atividades para a elaboração de mapas topográficos e os seus efeitos na transformação da paisagem através do ensino de Geografia Física.

4 Conclusões

Acredita-se que o uso e construção de formas do relevo em arquivos tridimensionais possam dar mais materialidade para alguns conceitos dentro dos estudos cartográficos e geomorfológicos resultando dessa forma uma melhor compreensão de representação das características da natureza por meio da transformação do que é abstrato para o concreto.

A utilização da impressora 3D para construção da geomorfologia do Pão de Açúcar abre caminho para a elaboração de outros exemplos geomorfológicos que podem propiciar melhor entendimento das diferentes formas de relevo. O exercício de construção das curvas de nível através do modelo do Pão de Açúcar pode melhorar o entendimento do significado geomorfológico. Visto que, as curvas de nível são as imperfeições do relevo apresentadas em planta, em que as cotas (ou altitudes) de mesmo valor são unidas por um traçado, (Tuler, 2014).

Logo é importante porque pode reduzir ou eliminar dúvidas apresentadas pelos alunos nas séries iniciais do ensino de Geografia na relação entre os objetos do mundo real em três dimensões e a representação bidimensional (2D) existentes nos mapas topográficos.

5 Referências

- Botelho, L.A.I.; Silveira, J.S. & Andrade, S.N. *Produção de material didático e pedagógico para o ensino de Geografia e do meio ambiente*. Cadernos de Geografia, 15 (25): 60-76, 2005.
- Callai, H.C. O ensino de geografia: recortes espaciais para análise. In: CASTROGIOVANNI, A.C.; CALLAI, H.C.; SCHAFFER, N.O. & KAERCHER, N.A. (Orgs.). *Geografia em sala de aula, práticas e reflexões*. Porto Alegre, Editora Mediação, p. 57-63, 2003.
- Campos, S.B.; Oliveira, K.N. & Nogueira, R.E. *Oficinas, espaço do saber: construindo conceitos do relevo terrestre*. In: NOGUEIRA, R.E. (Org.), *Motivações hodiernas para ensinar Geografia: Representações do espaço para visuais e invisuais*. Florianópolis, Edição da Autora, p. 15-26, 2009.
- Castrogiovanni A.C. (Org.). *Ensino de geografia: práticas e textualizações no cotidiano*. Porto Alegre, Editora Mediação. 144 p, 2000.
- Gomes. F.L.; Martins, A.L.; Silva, A.M.A.; Almeida, D.C.S.; Coleta, V.P.; Vlach, V.R.F. & Melo, A.A. 2005. *Em prol do ensino de geografia: projetos desenvolvidos no Lgeo-UFU*. In: *X Encontro de Geógrafos da América Latina, Anais do X EGAL*, São Paulo, USP, p. 6178-6195, 2005.
- Florenzano, T.G (Org). 2008. *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo, Oficina de textos. 320 p.
- Filho, L.J.; Iochpe, C. *Introdução a Sistemas de Informações Geográficas com Ênfase em Banco de Dados*. In: *XV JAI - Jornada de Atualização em Informática, XVI Congresso da SBC*, Recife, 1996.
- Tuler, M.E Saraiva, S. *Fundamentos de Geodésia e Cartografia*. São Paulo: Bookman, 2016.
- Tuler, M.E Saraiva, S. *Fundamentos de Topografia*. São Paulo: Bookman, 2014.