



# Pesquisa e produção de modelos tridimensionais para ensino de Geociências: Bacia Sedimentar de Santos

Palavras-Chave: Ensino, 3D, Relevo, Bacia de Santos, Modelagem.

Autores(as):

ANTONIO VITOR FRANCISCO PINTO, Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. CELSO DAL RÉ CARNEIRO (orientador), Universidade Estadual de Campinas

## RESUMO

A pesquisa objetiva desenvolver aplicações didáticas da modelagem 3D em Geociências, focalizando a Bacia de Santos. As ferramentas de modelagem 3D utilizadas fazem parte do ambiente Blender que, em comparação com programas comerciais similares, tem a vantagem de ser de livre acesso e oferecer muitas ferramentas de edição. O método de trabalho envolveu recuperação de dados geométricos da bacia a partir de revisão bibliográfica e estudo complementar sobre a evolução da margem continental brasileira. Foi desenvolvido um método de transformação de dados bidimensionais em dados tridimensionais. Assim, as imagens mais representativas e atualizadas, tanto da bacia, quanto do relevo submarino, foram transformadas em modelos 3D, com o intuito de utilizar o material na produção de maquetes a serem confeccionadas em impressoras 3D. Neste estágio ainda não foi possível implementar as maquetes em sala de aula, porque é preciso gerar os modelos físicos e duplicá-los. Ficou evidente que em futuro próximo a modelagem 3D será importante para o ensino-aprendizagem, facilitando o entendimento de conceitos de forma mais realista que no caso de imagens estáticas 2D.

## INTRODUÇÃO

A modelagem 3D estimula o desenvolvimento de aplicações práticas em várias áreas da Ciência. A hipótese central deste projeto de pesquisa é que os modelos 3D possibilitam aprimorar os métodos de ensino-aprendizagem de Geociências. É plausível ir além do campo do ensino, pois pode haver ganhos expressivos com o uso das ferramentas nas variadas esferas de atuação das Geociências. Tendo em mente a hipótese inicial, o projeto buscou evidenciar na prática as vantagens da aplicação de modelos e maquetes 3D para o melhor entendimento e visualização de determinados objetos de estudo. O trabalho concentra-se especificamente na Bacia de Santos, dentro de uma linha de pesquisa geral que focaliza as bacias sedimentares brasileiras, coordenada pelo orientador, conduzida junto ao Instituto de Geociências e à Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura da Unicamp, com apoio relevante do Centro de Tecnologia de Informação Renato Archer (CTI).

## Objetivos

A pesquisa objetiva desenvolver aplicações didáticas da modelagem 3D em Geociências, focalizando a Bacia de Santos. Foram aproveitados resultados parciais de pesquisas da mesma linha de investigação, que geraram modelos virtuais de outras bacias, como a do Paraná (Santos & Carneiro, 2018 e Gondek & Carneiro, 2022). Os objetivos específicos envolvem: (a) familiarização com as técnicas de tratamento de dados em ambientes Blender e GIS; (b) o estudo de vasta literatura específica sobre o desenvolvimento de habilidades de visualização tridimensional em Geociências; (c) a pesquisa sobre os fundamentos teóricos para aproveitamento de modelos 3D no ambiente da educação básica, e (d) a produção de guias didáticos com a finalidade de explorá-los junto a professores desse nível de escolaridade.

## Modelos Tridimensionais

Recursos de modelagem tridimensional são cada vez mais utilizados em diversas áreas de atividade humana. São praticamente indispensáveis na prospecção de recursos naturais e nos campos da Geoconservação e Geopatrimônio. Todo estudante precisa desenvolver, nas áreas de Geociências e Engenharia de Petróleo, pensamento espacial, uma habilidade crítica que envolve

“visualizar, manipular ou desenhar significado a partir da posição, forma, orientação, trajetória ou configuração de objetos ou fenômenos, ou grupos de objetos ou fenômenos” (Kastens et al., 2014).

Na etapa atual de pesquisa são utilizadas aplicações muito úteis na modelagem 3D em outros campos do conhecimento humano, como arquitetura, engenharia, física e medicina. Estão sendo aproveitados ambientes como ArcMap, ArcGIS, Blender, AutoCAD, CorelDRAW, QGIS e Revit. As ferramentas de modelagem 3D utilizadas pertencem ao ambiente Blender que, em comparação com programas comerciais similares, tem a vantagem de ser de livre acesso e oferecer um amplo repertório de ferramentas de edição.

## MÉTODOS

O método de trabalho envolveu recuperação de dados geométricos da bacia a partir de revisão bibliográfica e estudo complementar sobre a evolução da margem continental brasileira. O desenvolvimento da metodologia foi um processo longo, devido à originalidade e ineditismo do projeto na área de Geociências. Vários processos tiveram de ser construídos praticamente do zero. As referências foram os modelos produzidos em outras áreas do conhecimento pelo laboratório de modelagem e impressão 3D do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer. Contou-se com a instrução do orientador, em conjunto com os profissionais e técnicos do CTI, para desenvolver métodos e técnicas para a confecção dos modelos em 3D.

## RESULTADOS

Uma vez que os dados disponíveis do embasamento da bacia são antigos (Almeida, 1976), tal deficiência dificultou a produção de modelos satisfatórios, embora tenha havido aprendizado satisfatório dos programas computacionais capazes de gerar modelos em ambiente Blender (Carneiro et al., 2022). Foi desenvolvido um método de transformação de dados bidimensionais em dados tridimensionais. Os trabalhos-piloto geraram a primeira maquete, que foi a da Bacia do Paraná (Santos & Carneiro, 2018 e Gondek & Carneiro, 2022). Os demais projetos, ora em desenvolvimento, utilizam as mesmas técnicas desenvolvidas no projeto pioneiro. No caso da bacia de Santos, além de Blender, foi também utilizado o software ArcGIS para produção de imagens raster do relevo da bacia. Os dados foram transformados no formato geotif, mas para isso é preciso haver o plugin geotif instalado em Blender.

Os dados são convertidos em um modelo do relevo; o mesmo processo é feito para obtenção da imagem raster do embasamento da bacia. As imagens mais representativas e atualizadas, tanto da bacia, quanto do relevo submarino, foram transformadas em modelos 3D, com o intuito de utilizar o material na produção de maquetes a serem confeccionadas em impressoras 3D. Neste estágio ainda não foi possível implementar as maquetes em sala de aula, porque é preciso gerar os modelos físicos e duplicá-los.

A bacia de Santos é a maior bacia sedimentar *offshore* do Brasil, com área total de mais de 350 mil quilômetros quadrados. A bacia também é conhecida por ser a maior produtora de petróleo e gás natural do Brasil, sob lâminas d'água iguais ou superiores a 2.000 m. O petróleo proveniente do horizonte conhecido como Pré-sal é reconhecido internacionalmente por ser uma das maiores províncias petrolíferas do mundo e também pela tecnologia desenvolvida para sua extração. O horizonte do Pré-Sal encontra-se a grande profundidade sob o fundo do mar, abaixo de mais de mil metros de sedimentos clásticos e evaporíticos. Sem as inovações tecnológicas desenvolvidas pelo Brasil, a extração desse óleo seria um desafio impossível de se vencer.

## DISCUSSÃO

Os trabalhos revelam grande potencial de aplicação das maquetes 3D em outras áreas das Geociências. Os estudos preliminares de modelagem em 3D e confecção de maquetes são ainda pouco explorados na Didática das Geociências, para tanto foi utilizado o Blender software de livre acesso e em associação com o Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI).

Para tornar possível a inserção de tópicos de Geociências no ensino, é preciso haver preparação dos docentes, juntamente com a oferta de materiais didáticos diversificados (Vieira et al., 2016). Este trabalho reúne a fundamentação necessária para produzir material didático em 3D e para se validar, avaliar e confirmar o alcance da aprendizagem, tanto em termos de simplificação da aprendizagem, como na avaliação do espectro de tópicos abordados do objeto de estudo.

Ao início do projeto tínhamos a ideia de que a modelagem 3D era um grande avanço para a didática aplicada nos dias de hoje, mas não era claro o impacto geral que poderia haver; no entanto, à medida em que o projeto foi ganhando corpo e se desenvolvendo, ficou claro que é um caminho sem volta, é o futuro de uma aprendizagem mais clara e de mais simples. Agora a grande questão é como produzir em escala as maquetes de maneira eficiente e acessível, e ao mesmo tempo simplificar os métodos para a confecção de modelos didáticos na área de Geociências.

## CONCLUSÕES

O projeto da Bacia de Santos possibilitou um entendimento mais próximo do que realmente é a região e o relevo submarino onde a bacia se insere. No entanto, por falta de dados mais recentes sobre a bacia é preciso obter novos dados para que a maquete tenha uma proximidade maior da realidade. Para que o projeto seja totalmente concluído, também é preciso aplicar testes práticos com as maquetes em escolas, além da necessidade de mais tempo para refinamento das técnicas de construção de maquetes que evidenciem didática e fielmente a geometria e a morfologia do objeto de estudo. Para se atingir o objetivo de utilizar as maquetes nas escolas, as etapas desenvolvidas devem ser aprimoradas, de modo a atingir as etapas finais de refinamento e assegurar a eficiência dos modelos e sua reprodutibilidade.

---

## Referências

- Almeida, F. F. M. de. (1976). The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 48(Supl.), 15-26.
- Andrade, W. S. (2015). *Montagem de maquetes tridimensionais com base em conceitos desenvolvidos em aulas*. In: Geosudeste 2015, 14º Simpósio de Geologia do Sudeste, 8º Simpósio do Cretáceo do Brasil e VI Simpósio Nacional de Ensino e História de Ciências da Terra, 2015, Campos do Jordão, SP, 26-29.10.2015. *Anais...* Campos do Jordão, SBGeo. p. 642-644. URL: <http://www.acquacon.com.br/geosudeste/anais.php>. Acesso 12.11.2019.
- Andrade, W. S., Carneiro, C. D. R., Basili, G. (2018a). Didactic environments for teaching and developing abilities in geological 3D visualization. In: Carneiro, C. D. R., Gonçalves, P. W., Imbernon, R. A. L., Machado, F. B., Cerri, C. A. D. (Eds.) (2018). *Geosciences Teaching and History*. Campinas: Soc. Bras. Geol. p. 286-292. URL: <http://www.ige.unicamp.br/geoscienced2018/en/papers/>. [Proc. VIII GeoSciEd 2018, 8<sup>th</sup> Quadr. Conf. Intern. Geosc. Educ. Org. (IGEO): Geoscience for everyone. Campinas, SBGeo, 2018]. (ISBN 978-85-479-0067-0).
- Carneiro, C. D. R., Gondok, T. P., Ferreira, R., Polly, D., Fontolan, L. S. B., Oliveira, M., Noritomi, P. (2022). *Aplicação de maquetes físicas tridimensionais da Bacia do Paraná no Ensino de Geociências*. In: Congr. Bras. Geol. Eng. e Ambiental, 17, Belo Horizonte, 2022. Anais CD-ROM..., Belo Horizonte, ABGE. (5º Simpósio de Educação e Ensino, 5º SEGEA, submetido).
- Carneiro C. D. R., Santos K. M. dos, Lopes T. R., Santos F. C. dos, Silva J. V. L. da, Harris A. L. N. C. (2018a). Three-Dimensional physical models of sedimentary basins as a resource for teaching-learning of Geology. *Terræ Didática*, 14(4), 379-384. DOI: <https://doi.org/10.20396/td.v14i4.8654098>.
- Gondok, T. P., & Carneiro, C. D. R. (2022). *Aplicação prática da maquete física 3D da Bacia do Paraná na pesquisa educacional em Geociências*. Campinas, Inst. Geoc. Unicamp. 9p. (PIBIC/CNPq, Rel. Final).

- Kastens, K. A., Passow, M. J., & Pistolesi, L. (2014). Analysis of Spatial Concepts, Spatial Skills and Spatial Representations in New York State Regents Earth Science Examinations. *J. Geosc. Educ.*, 62:278-289. DOI: <http://www.nagt-ige.org/doi/pdf/10.5408/13-104.1>. Acesso 09.11.2019.
- Santos, F.C. dos & Carneiro, C.D.R. (2018). *Pesquisa e produção de modelos tridimensionais para ensino de geociências: maquete da bacia de São Paulo*. Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica da Unicamp. DOI: <https://doi.org/10.20396/revpibic262018448>.
- Vieira, T. C., Velloso, A., & Rodrigues, A. P. C. (2016). Estudo de caso sobre o ensino de Geociências em uma turma de ensino fundamental da rede privada de Duque de Caxias, RJ. *Terræ Didática*, 12(3), 153-162. DOI: <http://dx.doi.org/10.20396/td.v12i3.8647892>.
- CPRM. (2013). Projeto Batimetria. Serviço Geológico do Brasil. Acesso em 2 de dezembro de 2015. <http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Geologia-Marinha/Projeto-Batimetria-3224.html>.
- Mohriak, W.U. (2003). Bacias Sedimentares da Margem Continental Brasileira. In: L.A. Bizzi, C. Schobbenhaus, R.M. Vidotti, J.H. Gonçalves (eds.). *Geologia, Tectónica e Recursos Minerais do Brasil* (pp. 87-165). Serviço Geológico do Brasil - CPRM.