

# PESQUISA E PRODUÇÃO DE MODELOS TRIDIMENSIONAIS PARA ENSINO DE GEOCIÊNCIAS: BACIA DO PARANÁ

Palavras-Chave: Geologia Estrutural, Modelagem 3D, Maquete

Autores/as:

HENRIQUE RIBAS SERRAS [IG-Unicamp]

Prof. Dr. CELSO DAL RÉ CARNEIRO (orientador/a) [IG-Unicamp]

## INTRODUÇÃO

A capacidade de entender e visualizar corpos geológicos em três dimensões é decisiva na formação do geólogo e outros profissionais da área de Geociências. O estudo da Geologia abrange aspectos que abrangem variadas disciplinas e temas, em um conjunto que acaba por estruturar a formação superior nesse campo do conhecimento. Um aspecto consistente da Geologia é o estudo das formas e dos arranjos espaciais (ou estruturas) que compõem o planeta Terra, desde pequenos grãos minerais até grandes afloramentos. A visualização tridimensional é um dos mais importantes e complexos desafios no ensino e aprendizado geológico. Tendo em vista o desafio, esta pesquisa obteve apoio do CNPq com o objetivo de estudar e produzir modelos físicos 3D da Bacia sedimentar do Paraná buscando oferecer nova perspectiva no estudo da Geologia. O projeto, apoiado em vasto repositório bibliográfico, dá continuidade a uma linha de pesquisa interdisciplinar.

A situação gerada pela pandemia, que impediu o acesso da equipe à universidade e aos laboratórios, teve um impacto profundo e prejudicial no projeto, principalmente na parte relacionada à modelagem e impressão de modelos físicos 3D, já que o acesso aos computadores, softwares e às impressoras 3D manteve-se muito restringido até o segundo semestre de 2021. Devido às dificuldades, o projeto teve como resultado uma expansão e leitura de documentação bibliográfica.

## METODOLOGIA

A pandemia de Covid-19 teve um papel determinante sobre a realização, ou não, de distintas atividades relacionadas à pesquisa, uma vez que não foi possível realizar reuniões presenciais, nem imprimir os modelos físicos a partir da modelagem computacional 3D. Dessa forma, o foco se concentrou na recuperação e leitura de bibliografia direcionada aos temas de maior relevância para os objetivos da pesquisa.

A leitura da bibliografia se concentrou em três grandes temas: (a) as características

das modalidades de ensino geológico presencial e digital, tanto no campo teórico, quanto na parte prática do estudo; (b) os impactos da implementação da modelagem e da criação de modelos físicos 3D sobre técnicas de ensino-aprendizagem e sobre as perspectivas de mudanças no ensino das Geociências (KASTENS et al., 2009, ORION, 2019); (c) as características fundamentais da Geologia do Brasil e sua evolução ao longo do tempo.

## **MODELOS TRIDIMENSIONAIS**

A pesquisa é motivada pela contínua expansão e aprimoramento dos recursos de impressoras 3D, cujos produtos são aplicados em diversas áreas do conhecimento. Na escola básica o aproveitamento educacional desses materiais ainda não recebeu qualquer impulso, tampouco existe a preocupação dos pesquisadores da comunidade técnico-científica nacional de Geociências de gerar materiais interativos de divulgação científica para serem aproveitados na escola. A produção de modelos físicos de bacias vem sendo conduzida pelo IG-Unicamp junto à FEC-Unicamp e ao CTI-Renato Archer. Os primeiros resultados concretos da pesquisa foram publicados por Carneiro et al. (2018).

Recursos de modelagem 3D são cada vez mais utilizados em diversas áreas de atividade humana. São indispensáveis na prospecção de recursos naturais; a Petrobras, por exemplo, investiu dois milhões de reais na Universidade Federal do Rio Grande do Norte para construir uma sala de visualização 3D, que servirá para treinamento de alunos do programa de pós-graduação da universidade

na utilização de softwares de visualização 3D nas áreas de Geociências e Engenharia de Petróleo. Nesse campo, todo estudante é estimulado a desenvolver 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 pesquisa atual são utilizadas aplicações menos onerosas que as compatíveis com o alto investimento da indústria petrolífera, porém são programas muito úteis na modelagem 3D voltada a Geociências; alguns como: AutoCAD, CorelDRAW, Revit e ArcMap. No período de bolsa a ser iniciado, haverá dedicação do aluno em elaborar guias didáticos para modelagem 3D voltada para Geociências por meio dos sistemas computacionais que já beneficiam a visualização 3D em outros campos do conhecimento humano, como na arquitetura, engenharia, física e medicina.

## **FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

A modelagem tridimensional é apontada como sendo o futuro de diversas áreas do conhecimento. Pesquisas sobre aplicações da visualização 3D são abundantes na literatura internacional, mas as pesquisas acerca dos recursos disponíveis, no campo das Geociências, são ainda escassas no Brasil (ANDRADE et al., 2018). Podemos distinguir quatro categorias principais de técnicas para representar um objeto ou ambiente em três dimensões: o primeiro, que corresponde ao que é proposto

no projeto, é o modelo físico em 3D (Fig. 1), que pode ser gerado nas mais diversas escalas (CARNEIRO et al., 2018). Textos para tratamento de dados em ambiente AutoCAD na Geologia são escassos. Jacobson (2001a, 2001b) e Carneiro & Carvalho (2008, 2012) oferecem exemplos de uso da ferramenta para solucionar problemas de Geologia Estrutural de maneira didática e compreensível. A segunda técnica é a modelagem digital, que se apoia em diferentes tipos de recursos, tais como programas especializados da indústria de petróleo e mineração (por exemplo, Vulcan, Datamine, GeoCAD e AutoCAD). No caso dos métodos baseados exclusivamente em técnicas de Estereologia, existem exemplos educacionais que empregam recursos simples como visão estereoscópica de pares de imagens geradas em computador (Wells, 2002). A terceira técnica é a realidade virtual, que tenta recriar o mundo real em ambiente digital; a quarta e última técnica é a realidade aumentada que reconstrói virtualmente as visualizações do mundo real por meio de câmeras e, com o uso de sensores de movimento como giroscópio e acelerômetro, o usuário pode passear e interagir com a realidade criada. A Figura 1 é um modelo 3D da Bacia do Paraná, cujo tamanho aproximado de 12 X 8 cm (escala = lapiseira).

A inexistência de recursos de visualização pode desmotivar alunos de Geociências, que encontram grande dificuldade de entender as operações ou os princípios fundamentais de Geologia Estrutural envolvidos. A atitude gera dificuldades de visualização e,

*Figura 2 – Modelo 3D da Bacia do Paraná*

consequentemente, certa frustração. O projeto aproveita resultados de outras investigações no plano internacional (Krantz et al., 2016; Gagnier et al., 2016), ao se propor a avançar em área que tem sido objeto de escassas pesquisas no País.



*Figura 1 – Maquete preliminar da base da coluna sedimentar da Bacia do Paraná, gerada pela profa. Dra. Ana Lucia Nogueira de Camargo Harris, da FEC-Unicamp*

## RESULTADOS OBTIDOS

Os estudos bibliográficos, conforme mencionado acima, concentrou-se nos temas:

- Abordagens de ensino geológico teórico-prático, tanto presencial, como em ambiente virtual.
- Modelagem e da criação de modelos físicos 3D e ensino-aprendizagem das Geociências.
- Características fundamentais da Geologia do Brasil e sua evolução ao longo do tempo.

No tema das formas de ensino, a bibliografia estudada abordou o ensino presencial, no qual ocorre a presença do aluno e professor na sala de aula, e o ensino

digital, tendo o meio digital e as tecnologias móveis como ferramentas de interação entre professor e aluno (CARNEIRO et al., 2018a). No tema da modelagem e criação de modelos físicos 3D, a bibliografia explora a importância da confecção e disponibilização de modelos físicos 3D para melhorar o aprendizado.

A bibliografia examinada para se avançar no conhecimento da complexa e diversificada Geologia do Brasil explora os traços elementares da evolução tectônica e geológica nacional. A obra empregada como base nessa parte da pesquisa é o livro **Geologia do Brasil**, (HASUI et al. 2012), com destaque para os seguintes capítulos:

CARNEIRO, C.D.R.; ALMEIDA, F.F.M.de; GONÇALVES, P.W.; UHLEIN, A.; NOCE, C.M. 2012. **Um olhar geológico... para o tempo profundo**. In: Y. HASUI, C.D.R. CARNEIRO, F.F.M.de. ALMEIDA, A. BARTORELLI. eds. 2012. Geologia do Brasil. São Paulo: Ed. Beca. p. 24-31. (Cap. 2).

ALMEIDA, F.F.M.de; CARNEIRO, C.D.R.; HASUI, Y.; ZALÁN, P.W.; TEIXEIRA J.B.G. 2012. **Estágios evolutivos do Brasil no Fanerozoico**. In: Y. HASUI; C.D.R. CARNEIRO; F.F.M.de ALMEIDA; A. BARTORELLI. eds. 2012. Geologia do Brasil. São Paulo: Ed. Beca. p. 131-136. (Cap. 9).

PEREIRA, E.; CARNEIRO, C.D.R.; BERGAMASCHI, S.; ALMEIDA, F.F.M.de. 2012. **Evolução das sinéclises paleozoicas: Províncias Solimões, Amazonas, Parnaíba e Paraná**. In: Y. HASUI, C.D.R. CARNEIRO, F.F.M.de. ALMEIDA, A. BARTORELLI. eds. 2012. Geologia do Brasil. São Paulo: Ed. Beca. p. 372-394. (Cap. 16a).

ALMEIDA, F.F.M.de; ASSINE, M.L.; CARNEIRO, C.D.R. 2012. **A megadesertificação mesozoica**. In: Y. HASUI; C.D.R. CARNEIRO; F.F.M.de ALMEIDA; A. BARTORELLI. eds. 2012. Geologia do Brasil. São Paulo: Ed. Beca. p. 419-428. (Cap. 17).

ALMEIDA, F.F.M.de; CARNEIRO, C.D.R.; BARTORELLI, A. 2012. **Magmatismo pós-paleozoico no Brasil**. In: Y. HASUI; C.D.R. CARNEIRO; F.F.M.de

ALMEIDA; A. BARTORELLI. eds. 2012. Geologia do Brasil. São Paulo: Ed. Beca. p. 430-452. (Cap. 18a).

## CONCLUSÕES

Devido à pandemia, o trabalho à distância obrigou a equipe a manter uma dinâmica de reuniões semanais para troca de experiências e leituras. Houve ganhos na aquisição de conhecimentos pelo bolsista no que se refere às abordagens potencialmente relevantes para ensino-aprendizagem de Geociências e ao conhecimento da evolução geológica do território brasileiro. Contudo, se examinarmos os objetivos específicos do projeto, o resultado é insuficiente, pois não houve avanços na produção física dos maquetes, que ficou aquém do desejável, devido ao distanciamento das equipes e à impossibilidade de se acessar os laboratórios da universidade para desenvolver diversas tarefas. Será necessário buscar outra maneira de produzir o modelo físico. Nas últimas tentativas de produção dos modelos priorizou-se Blender, que é um software free. Após essa etapa, daremos continuidade ao projeto investigando a aplicabilidade do produto final no âmbito da educação básica.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE W.S.; CARNEIRO C.D.R.; BASILICI G. 2018. 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-. URL: <http://www.ige.unicamp.br/geoscied2018/en/p>

- [apers/](#). [Proc. VIII GeoSci-Edu 2018, 8th Quadr. Conf. Intern. Geosc. Educ. Org. (IGEO): Geoscience for everyone. Campinas, SBGeo, 2018]. (ISBN 978-85-479-0067-0).
- 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. 2018. Three-Dimensional physical models of sedimentary basins as a resource for teaching-learning of Geology. **Terræ Didactica** **14**(4), 379-384. DOI: <https://doi.org/10.20396/td.v14i4.8654098>.
- CARNEIRO, C. D. R., CARVALHO, A. M. A. de. 2008. **CAD resources for resolving Structural Geology problems**. In: INTERN. GEOL. CONGR., 33, Oslo, 2008. Abstract CD-ROM... Oslo: IUGS. (Symp. IEI-01 General contributions to geoscience information). URL: <http://www.cprm.gov.br/33IGC/1344380.html>. Acesso 19.09.2020.
- CARNEIRO, C. D. R., CARVALHO, A. M. A. de. 2012. Utilização de recursos de ambiente CAD em Geologia Estrutural. **Terræ Didactica**, **8**(2), 83-93. DOI: <https://doi.org/10.20396/td.v8i2.8637417>.
- GAGNIER, K. M. SHIPLEY, T. F. TIKOFF, B.; GARNIER, B. C.; ORMAND, C.; ATIT, K.; & RESNICK, I. 2016. Training Spatial Skills in Geosciences: A Review of Tests and Tools. In: FREEMAN, B.; KRANTZ, B.; ORMAND, C. J. 2016. **3-D structural interpretation : earth, mind, and machine**. Tulsa, OK: The American Association of Petroleum Geologists. AAPG Memoir 111. p. 7-31.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; ALMEIDA, F.F.M.de; BARTORELLI, A. eds. 2012. **Geologia do Brasil**. São Paulo: Ed. Beca. 900p. (Livro). (ISBN 978-85-62768-10-1).
- JACOBSON, C. E. 2001a. Using AutoCAD for descriptive geometry exercises in undergraduate structural geology. **Computers & Geosciences**, **27**(1), 9-15.
- KASTENS, K., MANDUCA, C. A., CERVATO, C., FRODEMAN, R., GOODWIN, C., LIBEN, L. S., MOGK, D. W., SPANGLER, T. C., STILLINGS, N. A., TITUS, S. 2009. **How Geoscientists Think and Learn**, **Eos Trans. AGU**, **90**(31), 265. (Unedited Preprint). URL: <http://serc.carleton.edu/serc/EOS-90-31-2009.html>. Acesso 19.09.2020.
- 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>.
- KRANTZ, B.; ORMAND, C.; FREEMAN, B. 2016. Learning from the 2013 3-D Interpretation Hedberg Conference: How Geoscientists See 3-D. In: FREEMAN, B.; KRANTZ, B.; ORMAND, C. J. 2016. **3-D structural interpretation: Earth, mind, and machine**. Tulsa, OK: The American Association of Petroleum Geologists. AAPG Memoir 111. p. 1-5.
- ORION, N., AULT, C. 2007. Learning Earth sciences. In S. ABELL, N. LEDERMAN. eds. 2007. **Handbook of research on science teaching and learning**. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- WELLS, N. 2002. Study of earthquakes, while also learning about data and visualization. **J. Geosc. Educ.**, **50**(3):271-286. DOI: <https://doi.org/10.5408/1089-9995-50.3.271>.