

## CONSTRUÇÃO DE MODELO DE DIDÁTICO, SANDBOX, PARA ENSINO DE GEOLOGIA ESTRUTURAL

*Kennedy da Silva Ramos – kennedyramos@crateus.com.br*  
*Universidade Federal do Ceará Campus Crateús*  
*BR 226, km 4, Bairro: Venâncios*  
*CEP: 63.700 - 000 – Crateús – Ceará*

*Samile Vitória da Silva Lima – samilevictoria2@gmail.com*  
*Universidade Federal do Ceará Campus Crateús*  
*BR 226, km 4, Bairro: Venâncios*  
*CEP: 63.700 - 000 – Crateús – Ceará*

*Joice Maria de Paiva Silva – joicepaiva930@gmail.com*  
*Universidade Federal do Ceará Campus Crateús*  
*BR 226, km 4, Bairro: Venâncios*  
*CEP: 63.700 - 000 – Crateús – Ceará*

*João Pedro de Abreu Mesquita – joaozao67@hotmail.com*  
*Universidade Federal do Ceará Campus Crateús*  
*BR 226, km 4, Bairro: Venâncios*  
*CEP: 63.700 - 000 – Crateús – Ceará*

*Helena Maria Alves Machado – helenamacd@hotmail.com*  
*Universidade Federal do Ceará Campus Crateús*  
*BR 226, km 4, Bairro: Venâncios*  
*CEP: 63.700 - 000 – Crateús – Ceará*

*Tiany Guedes Cota – tianycota@crateus.ufc.br*  
*Universidade Federal do Ceará Campus Crateús*  
*BR 226, km 4, Bairro: Venâncios*  
*CEP: 63.700 - 000 – Crateús – Ceará*

**Resumo:** A educação em engenharia possui vários desafios, sendo um deles a dificuldade de tornar o ensino mais interativo e atrativo para os alunos. Este desafio é sentido na disciplina geologia estrutural, que enfrenta a peculiaridade de suas estruturas estarem em subsuperfície e demorarem um tempo gigantesco para ocorrerem. Assim, alternativas de ensino que permitam uma metodologia ativa de aprendizagem pelos alunos são relevantes. Neste sentido, pensou-se na possibilidade da construção de um dispositivo que permita a simulação e observação de estruturas geológicas em escala de laboratório. A construção deste dispositivo visa criar um acréscimo relevante no processo de ensino-aprendizagem de conceitos de geologia estrutural e possibilite uma maior interação dos alunos da engenharia de minas com estruturas da sua área de atuação. O modelo Sandbox foi construído pelos alunos com materiais cotidianos, acessíveis e de baixo custo. Além disso, apresentou excelente funcionamento, possibilitando a observação e manipulação de inacessíveis estruturas geológicas de rupturas e a medição de parâmetros essenciais de geologia no bom desempenho das atribuições do futuro engenheiro de minas.

**Palavras-chave:** *Sandbox; Ensino-aprendizagem; Geologia Estrutural.*

## 1 INTRODUÇÃO

A educação em engenharia depara-se com o desafio de criar meios de transmissão de conhecimentos de forma efetiva e duradora. Com este propósito, o ensino-aprendizagem deve ser realizado de maneira envolvente, contextualizada e motivante. Isso cria a possibilidade que formas interativas e acessíveis de ensino possam atuar como facilitadoras do processo educacional.

Desta maneira, surgiram métodos alternativos de ensino, como a metodologia ativa. Esta é definida, como um processo interativo de conhecimento, análise, estudos, pesquisas e decisões, com a finalidade de encontrar soluções para um desafio (BASTOS, 2006, *apud*. BORGES; ALENCAR, 2014). Confúcio, um pensador chinês, disse: “O que eu ouço, eu esqueço; o que eu vejo, eu lembro; o que eu faço, eu compreendo.”, de acordo com este pensamento podemos entender que quando o estudante é apresentado a recursos didáticos interativos, que são formas de adquirir conhecimento além da aula rotineira, ele torna-se participativo e parte integrante do processo ensino-aprendizagem, tornando-se reflexivo e crítico na construção de conhecimentos e habilidades.

De acordo com Ribeiro (2005), a aprendizagem com metodologias ativas deixa o aluno mais confiante nas tomadas de decisões e para aplicação do seus conhecimentos na prática. Assim, com o uso de modelo prático de ensino, assimilar o conhecimento teórico geram outras indagações que não existiriam sem utilizá-lo como recurso, ajudando na discussão e entendimento pleno do conteúdo. Com isto, segundo Nogueira e Oliveira (2011) o ensino torna-se mais do que a transmissão de conhecimento, passa a exigir o fornecimento de métodos e de ferramentas para o desempenho desse papel ativo. Logo, o professor, mais do que transmissor de conhecimento, torna-se um facilitador da aprendizagem.

A educação em engenharia requer mudanças significativas, cujos pontos críticos são os seguintes: a matriz curricular de engenharia foca em disciplinas teóricas de ciência e tecnologia com deficitária integração com a prática, assim percebe-se que as disciplinas são voltadas para os conteúdos teórico (MILLS; TREAGUST *apud*. GARCIA, 2014), diante disso, o desenvolvimentos de modelos interativos que proporcionem a manipulação de processos reais permitem superar metodologias arcaicas e levar o ensino para além da sala de aula.

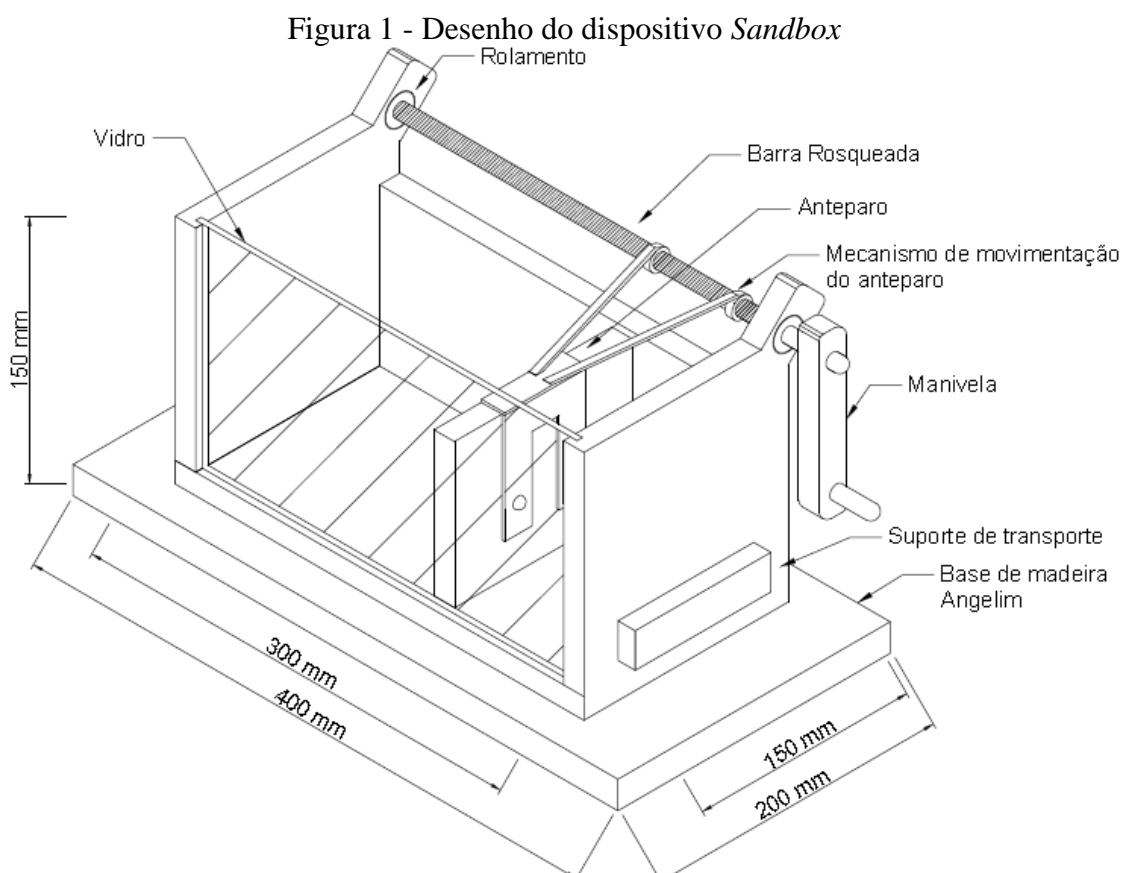
Ademais, o atual contexto social e econômico faz com que o mercado de trabalho demande engenheiros que possuam algumas habilidades e competências específicas, tais como: bom relacionamento interpessoal, dinamismo, criatividade, motivação, elevada preocupação com ações que impactem o meio, domínio de tecnologias de ponta e boas tomadas de decisões. Porém, muitas vezes, o método tradicional de ensino não é adequado para a aprendizagem dessas habilidades e competências (DA SILVA; FROM, *apud* SIQUEIRA *et al.*, 2013 p.167).

Pensando nisto, o curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal do Ceará *Campus Crateús* busca a construção de modelos didáticos nas disciplinas. Um exemplo pode ser visto no ensino de geologia estrutural, que apresenta grande carga teórica devido a algumas peculiaridades inerentes, como o longo período de tempo em que ocorrem os eventos e a inacessibilidade a toda extensão das estruturas geológicas formada. Isto poderia ser um empecilho físico para o entendimento e visualização de tais eventos, porém a engenhosidade humana permite contornar este problema e criar métodos acessíveis e práticos por meio de modelos reduzidos.

O presente trabalho objetiva apresentar a construção e teste de um modelo em escala reduzida, na disciplina Geologia Estrutural, de evento geológico colisional rúptil de blocos tectônicos e as estruturas resultantes geradas.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia do trabalho focou na construção de um dispositivo, *Sandbox*, que representasse o processo tectônico colisional rúptil em escala de bancada. Assim, a elaboração do dispositivo se deu através de um desenho técnico (Figura 1), em CAD (*Computer Aided Design*), em perspectiva isométrica do *Sandbox*. Este desenho foi a base para a construção do modelo.



Fonte: Autores, 2019

Com base no desenho realizou-se a aquisição dos materiais construtivos (Figura 2). A Tabela 1 apresenta os materiais, quantidades, dimensões e custos, sendo que todos estes foram de fácil acesso e encontrados na região. Percebe-se que o custo de 93,80 reais é um custo baixo para um modelo didático relevante, visto que a compra do mesmo teria valor maior já que apenas o despacho custaria mais que metade do custo total.



Figura 2 - Materiais construtivos do dispositivo



Fonte: Autores, 2019

Tabela 1–Materiais utilizados

Material	Quantidade	Dimensões	Custo
Placa de madeira de Angelim	1 unidade	400x200x30 mm	14,00 reais
Placa de vidro	1 unidade	600x600x15 mm	8,00 reais
Barra rosqueada	1 unidade	1.000x5 mm	6,00 reais
Rolamentos	2 unidade	Anel interno 5 mm Anel externo 20 mm	20,00 reais
Barras chatas	3 unidade	70x20x3 mm	3,00 reais
Parafusos	2 unidade	4mm	0,50 reais
Porcas	11 unidade	4 mm	1,10 reais
Eletrodo de solda	0,5 kg	2,5 mm	8,5 reais
Tinta	1 unidade	--	3,00 reais
Lixa	1 unidade	Gramatura 80	1,20 reais
Disco de corte	1 unidade	--	1,50 reais
Cola instantânea	1 unidade	--	27,00 reais
<b>Total:</b>			93,80 reais

Fonte: Autores, 2019

Posterior à aquisição do material teve início a construção do dispositivo. Esta foi realizada pelos alunos com uso de equipamento de proteção individual, na supervisão do professor e contou com o apoio da oficina da Universidade Federal do Ceará *Campus Crateús*, desta forma a construção não teve custo de mão de obra. As ferramentas utilizadas na construção do dispositivo foram (Figura 3): serra circular, serra tico-tico, esmerilhadeira, furadeira, máquina de solda, brocas, compasso e régua.

Figura 3 - Ferramentas utilizadas



Fonte: Autores, 2019

Iniciou-se a construção do dispositivo com a marcação das peças (Figura 4) com régua e compasso, para o corte de acordo com o desenho técnico. Estas marcações foram cortadas com serra tico-tico e serra circular.

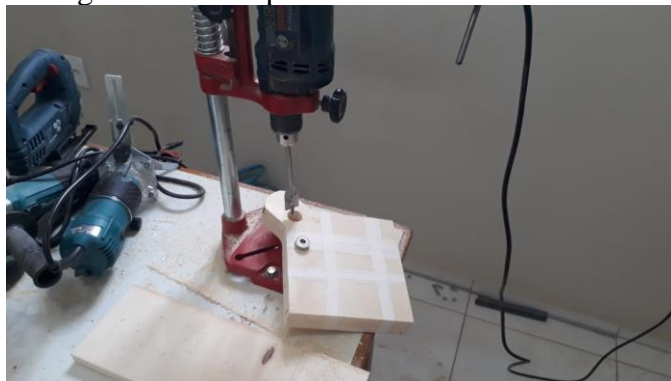
Figura 4 - Marcações para o corte



Fonte: Autores, 2019

Posteriormente, foi realizado os furos (Figura 5), com a furadeira e uma broca chata de 20mm, para o encaixe dos rolamentos que receberam o eixo motriz, no caso a barra rosqueada.

Figura 5 - Furos para encaixe dos rolamentos

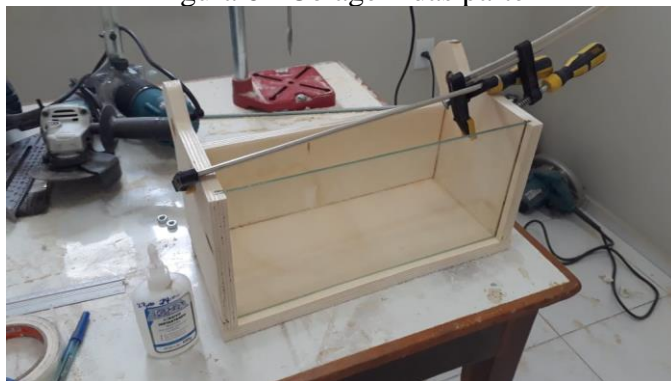


Fonte: Autores, 2019

Continuando, foi realizada a colagem das partes com cola instantânea a base de cianoacrilato (Figura 6), mesmo o vidro foi colado na estrutura com cola instantânea.



Figura 6 - Colagem das parte



Fonte: Autores, 2019

Em seguida, foi realizada a construção do anteparo de movimentação dos estratos e da estrutura que liga o anteparo a barra rosqueada (Figura 7). Para a construção desta etapa realizou-se o corte da barra chata com a esmerilhadeira e sua soldagem, posteriormente fez-se a união com uma placa de compensado através de parafusos e porcas formando um anteparo que desloca os estratos. A esta estrutura barra chata-placa de compensado foi soldada uma estrutura em forma de triângulo conectada por porcas a barra rosqueada.

Figura 7 - Construção do anteparo e mecanismo de movimentação dos estratos



Fonte: Autores, 2019

Em seguida, foi colocada uma manivela de compensado (Figura 8) para a realização do giro da barra rosqueada e consequente transmissão do movimento ao anteparo.

Figura 8 - Colocação de manivela

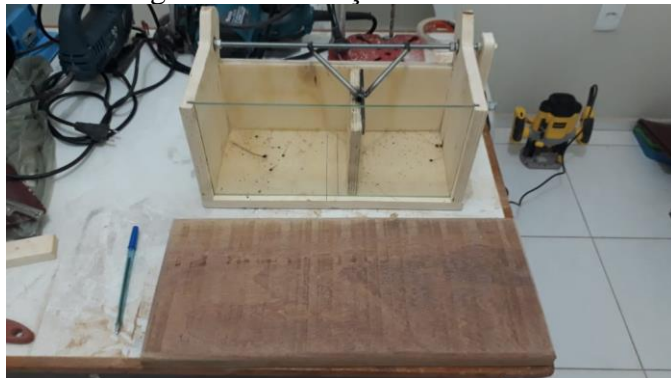


Fonte: Autores, 2019



Devido à leveza do dispositivo e a força de giro da manivela foi necessário a colagem de uma placa de madeira (Figura 9) de angelim (400x200x30 mm) com cola instantânea para que o dispositivo não se deslocasse com o giro da manivela.

Figura 9 - Colocação da manivela



Fonte: Autores, 2019

Por fim, o dispositivo foi lixado e pintado com tinta branca para contrastar com os estratos sedimentares (Figura 10).

Figura 10 - Dispositivo, *Sandbox*, concluído



Fonte: Autores, 2019

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado da construção obteve-se um *Sandbox*, de acordo com o desenho do projeto. Para verificar o funcionamento do dispositivo foram realizados testes. Estes utilizaram como estratos sedimentares materiais cotidianos (Figura 11), sendo estes: areia (acinzentado), amido de milho (branco), café (preto) e fubá (amarelo).

Figura 11 - Materiais dos estratos sedimentares



Fonte: Autores, 2019

Para a formação dos estratos, os materiais foram dispostos em camadas sucessivas e espalhados homogeneamente com pincéis (Figura 12).

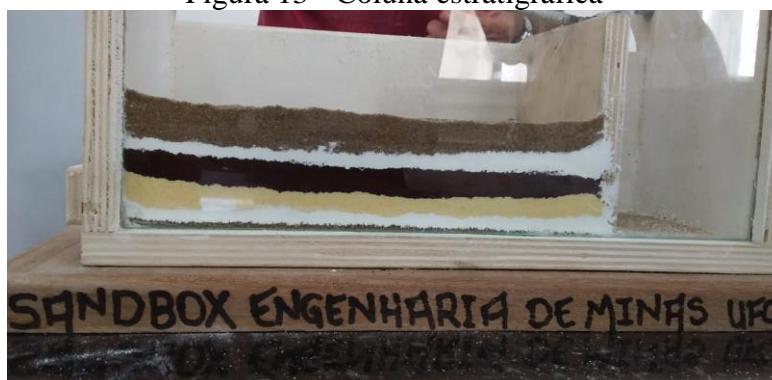
Figura 12 - Construção das camadas



Fonte: Autores, 2019

Assim, foi construída uma coluna estratigráfica (Figura 13) com as seguintes camadas, de baixo para cima: areia (0,5 cm), amido (0,5 cm), fubá (1,0 cm), café (1,5 cm), amido (0,6 cm) e areia (2 cm).

Figura 13 - Coluna estratigráfica



Fonte: Autores, 2019

Com isso, realizou-se o giro da manivela várias vezes, isto provocou o deslocamento do anteparo e, consequentemente, a compressão das camadas lateralmente. O movimento do anteparo causou o encurtamento da extensão lateral das camadas gerando forças de



compressão lateral, isto criou esforços cisalhantes que fizeram as camadas cavalgarem umas as outras em planos de cisalhamento (falhas reversas) bem definidos e de fácil observação (Figura 14).

Figura 14 - Formação de zona de cisalhamento



Fonte: Autores, 2019

Através dos testes foi possível verificar o bom resultado do dispositivo, sua resistência aos esforços contrareativos na estrutura e sua aplicabilidade como material didático prático, devido a fácil visualização e possibilidade de criação de diversos cenários geológicos com materiais cotidianos. Através do *Sandbox* observou-se estruturas geológicas de ruptura (Figura 15), falha reversa ou de empurrão, além disso foi possível medir o ângulo de mergulho dos dois principais planos de falhas de empurrão (40 graus e 34 graus).

Figura 15 - Estrutura geológica de ruptura



Fonte: Autores, 2019

O dispositivo cria a possibilidade de simulação de diversos cenários de geologia estrutural, podendo ser manipuladas distintas variáveis, como: tipo de estrato, espessura da camada, forma do anteparo, aplicação de forças de tração, entre outras. O dispositivo se mostrou de aplicação imediata nas disciplinas: geologia geral, geologia estrutural, mecânica das rochas, hidrogeologia e gênese de depósitos minerais, por permitir a observação de estruturas estudadas em tais disciplinas. Isto reforça a considerável importância e aplicação do modelo tanto para aulas práticas como para pesquisas geológicas.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como conclusão observa-se que a construção do dispositivo *Sandbox* foi exitosa, de baixo custo e, além disso, teve um excelente funcionamento, propiciando a observação de

estruturas geológicas não acessíveis aos alunos. Depreende-se do teste que o dispositivo pode ser utilizado tanto em aulas práticas, como em pesquisas geológicas. Com isso, o *Sandbox* acrescentou à metodologia de ensino permitindo aos alunos atuarem ativamente na construção do seu próprio conhecimento e permitindo que o professor ensine sobre geologia estrutural de uma maneira prática e acessível. Podendo os alunos observarem eventos geológicos e medirem estruturas, que ocorrem em uma escala de tempo gigantesca e em uma profundidade inalcançável, de maneira simples e direta.

## REFERÊNCIAS

BORGES, Tiago Silva; ALENCAR, Gidéia. **Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior.** 2014. Disponível em: <https://ufsj.edu.br/portal2repositorio/File/napecco/Metodologias/Metodologias%20Ativas%20na%20Promocao%20da%20Formacao.pdf>. Acesso em: 28 de abril de 2019.

GARCIA, Gilson Piqueras. **O Ensino de Engenharia e o Método PBL.** Tese de Doutorado, Universidade de Sorocaba (UNISO), São Paulo, 2014.

NOGUEIRA, Regina da Silva; OLIVEIRA, Ernesto Borba. **A importância da Didática no Ensino Superior** 2011. Disponível em: <http://www.ice.edu.br/TNX/storage/webdisco/2011/11/10/outros/75a110bfbd8a88954e5f511ca9bdf8c.pdf>. Acesso em: 28 abril de 2019.

RIBEIRO, R. C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em Engenharia.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2005.

## CONSTRUCTION OF DIDACTIC MODEL, SANDBOX, FOR EDUCATION OF STRUCTURAL GEOLOGY

**Abstract:** *Engineering education has several challenges, one of which is the difficulty of making teaching more interactive and engaging for students. This challenge is felt in the discipline structural geology that faces the peculiarity of its structures being in subsurface and taking a gigantic time to occur. Thus, alternatives of teaching that allow an active methodology of learning by the students are relevant. This created the possibility of the construction of a device, Sandbox, by the students, that allows the simulation and observation of geological structures in laboratory scale. The construction of this device aims to create a relevant addition in the teaching-learning process of structural geology concepts and to allow a greater interaction of mine engineering students with structures in their area of activity. The model was built with affordable, low-cost everyday materials and also showed excellent operation, allowing the observation and manipulation of inaccessible geological rupture structures and the measurement of essential parameters of geology in the good performance of the assignments of the future mining engineer.*

**Key-words:** *Sandbox; Teaching-learning; Structural Geology.*