

## MODELOS TRIDIMENSIONAIS E RECURSOS DIDÁTICOS APLICADOS AO ENSINO DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO E GEOLOGIA

Brian Siqueira Zamporoli<sup>1</sup>, Rodson de Abreu Marques<sup>1</sup>, Caroline Cibele Vieira Soares<sup>1</sup>,  
Lucas Pequeno Gouvêa<sup>2</sup>, Maria Júlia Campos Salles<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Brasil (siqbrian@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

**Resumo:** A exploração de petróleo é um ramo de extrema importância para a economia brasileira. Sintetizar conceitos e relacionar processos, torna-se mais cognitivo com o auxílio de recursos visuais didáticos. Através da promoção de eventos para divulgação da ciência, modelos tridimensionais atuam como material para apoio ao ensino, estimulando o interesse dos jovens na área de exploração do petróleo.

**Palavras-chave:** Engenharia de Petróleo; Blender 3D; Plataforma; Pré-Sal; Offshore.

### INTRODUÇÃO

A engenharia de petróleo é uma ciência que possui um viés técnico, voltado para atuação na exploração e operação em plataformas de petróleo em ambiente terrestre ou marinho. Engloba conceitos de diversas áreas de atuação dos profissionais, como a geologia, engenharia de poço, engenharia civil, engenharia química, engenharia mecânica, entre outras. Além disso, aborda a atuação do profissional em geologia numa plataforma de petróleo e técnicas de segurança do trabalho.

Com a crescente demanda do petróleo como fonte de energia, buscou-se, no final do século XIX, expandir as explorações de petróleo para um ambiente marinho, até então realizadas somente em terra (*onshore*). O processo iniciou-se em águas ultra rasas (até 30 metros), de maneira rudimentar, aplicando técnicas empíricas e conceitos de exploração *onshore*, agora em ambiente marinho. Devido as dificuldades encontradas pelo uso dos mesmos conceitos em ambientes diferentes, novas tecnologias foram implantadas, a partir da descoberta de poços em ambientes cada vez mais profundos, consequentemente, para a viabilização da exploração de forma eficiente e segura (Ortiz Neto e Shima, 2008). A partir da implementação dessas novas tecnologias, foram desenvolvidas diferentes unidades de perfuração para exploração nesses diferentes locais.

A plataforma fixa, foi uma das primeiras unidades de perfuração marítima (UPM) a serem desenvolvidas, caracteriza-se como uma estrutura rígida, fixada no fundo do mar, permitindo exploração em uma lâmina d'água de até 300 metros (Thomas, 2004). A

plataforma autoelevável (*Jack-up*) é caracterizada por uma estrutura constituída de três torres metálicas que se movimentam verticalmente, onde ao descenderem, seu mecanismo de instalação a faz ser assentada no solo marinho. Esta permite uma exploração em uma lâmina d'água de até 150 metros (Thomas, 2004).

Para perfurações em águas profundas, são operadas plataformas do tipo Semissubmersível o Navio-Sonda. A primeira é uma plataforma flutuante, estabilizada por colunas, podendo ser ancorada no solo marinho ou dotada de sistema de posicionamento dinâmico, permitindo a estabilidade da plataforma. O Navio Sonda leva os mesmos princípios de estabilização, possuindo o projeto de engenharia naval e oceânica, com a construção de cascos e estruturas de uma embarcação e o comportamento hidrodinâmico e hidroestático de um navio. São projetadas para atividades de perfuração com lâmina d'água superior a 2000 metros. Há ainda uma plataforma semelhante a Semissubmersível, a *Tension Leg Wellhead Platform* (TLWD), ancorada no fundo do mar por cabos de aço tracionados., que opera em lâminas d'água de até 1500 metros (Thomas, 2004).

Desta forma, modelos esquemáticos permitem aos alunos e visitantes interagirem com as principais diferenças entre as plataformas e as características intrínsecas a engenharia de cada uma delas. No processo, observa-se as diferenças entre os componentes das plataformas projetadas para locais próximos da costa, onde a coluna d'água não é muito espessa, a locais onde ultrapassam os dois mil metros, de modo que as tecnologias se adaptam aos mais variados locais, ultrapassando novas fronteiras e permitindo uma exploração cada vez mais segura.

Sendo assim, durante as exposições foram montadas plataformas de petróleo em maquetes, usando modelos pré-existentes. Desses modelos, buscou-se um avanço de modo a permitir uma versão digital com movimentação simples, auxiliando nos recursos visuais.

Entendendo que os conhecimentos aplicados são voltados para atuação profissional do geólogo, é necessário o entendimento dos processos geológicos para a geração e acumulação comercial do petróleo. O processo se inicia com a deposição de matéria orgânica em ambiente anóxico, submetidos a rápidas taxas de sedimentação. A matéria então submetida a processos diagenéticos, converte a querogênio após liberação do metano, CO<sub>2</sub> e água. A fase seguinte, denominada catagênese, é a responsável pela geração do petróleo pela conversão do querogênio, após novos sedimentos serem depositados, a pressão e temperatura se elevam. A terceira fase, denominada metagênese, permite a expulsão do metano, já em condições próximas ao metamorfismo. No processo seguinte, as condições deverão permitir a expulsão dos hidrocarbonetos da rocha geradora (folhelhos) para as rochas carreadoras permeáveis (arenitos e calcários). Posterior a essa etapa, as rochas permeáveis, denominadas reservatório, deverão ser capazes de conter esse óleo por meio de armadilhas estruturais e/ou estratigráficas, evitando o processo de exsudação (Selley e Sonnenberg, 2016).

Dentre as rochas que atuam como selantes, permitindo o aprisionamento do petróleo na camada abaixo, o sal atua como uma das principais. Há mais de 100 milhões de anos, com a quebra do paleocontinente Gondwana, formaram-se grandes lagos, e depositaram-se as rochas do petróleo e do Pré-Sal. A camada de sal depositada através de ciclos transgressivos do oceano, atualmente possui 2 quilômetros de espessura e, por depositar-se acima da camada orgânica, reteve-a, permitindo que os processos geradores dos hidrocarbonetos fossem realizados com êxito (Petrobrás, 2020).

Simultaneamente a construção de modelos de plataforma e demais esquemas associados a engenharia naval e de petróleo, entende-se que o conhecimento da geologia de é imprescindível para o aprofundamento dos conceitos abordados durante o curso. No início da década passada, indícios da existência de grandes jazidas petrolíferas abaixo de camadas de sal de até 2.000 metros de espessura, através da leitura de dados sísmicos, dariam início a uma série de estudos para exploração de um local remoto, sob uma lâmina d'água de 2.000 metros com distância de 300 quilômetros do litoral. A comprovação dessas jazidas somente ocorreria após uma série de estudos geológicos e desenvolvimento de novas tecnologias que permitissem atravessar essa camada salina, que apresentava caráter dúctil, dificultando ainda mais a exploração do local. Cerca de 2 anos após o início das perfurações para

exploração do petróleo no Pré-Sal, as dificuldades foram superadas, e os resultados foram promissões, encontrando-se petróleo de boa qualidade com elevado volume de jazidas (Morais, 2013). Dada a importância do Pré-Sal para a exploração de petróleo no país, construiu-se um modelo de sequência da camada "Pré-sal" em um aquário, permitindo nortear explicações acerca da geologia e da ocorrência de petróleo.

O trabalho tem como objetivo a construção de materiais didáticos e modelos tridimensionais para o ensino fundamental, médio e universitário. Os modelos didáticos mostram a engenharia de poço com o sistema de sustentação de carga, sistema de rotação, sistema de circulação, sistema de fornecimento de energia e sistema de controle de poço. Entende-se que na construção de modelos esquemáticos, além de permitir uma diversificação no método de ensino, dá ao aluno uma noção do que é realizado na prática do trabalho, como é o caso dos modelos esquemáticos construídos para o cálculo do "lag time", onde o aluno necessita de um instrumento visual do poço de petróleo para realizar os cálculos referentes ao tempo de retorno da lama de perfuração para descrição de amostras, sendo esta uma das funções do geólogo na plataforma.

Os projetos desenvolvidos para aplicação no ensino, com enfoque nos modelos esquemáticos, se enquadram também para auxílio no incentivo a crianças e adolescentes interessados na área do petróleo. Alguns desses modelos montados, desempenham uma importante função em apresentações, durante diversas visitas técnicas ao Laboratório de Microscopia do curso de Geologia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e ao Museu de História Natural do Sul do Estado do Espírito Santo (MUSES).

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a construção dos modelos em sala de aula, os materiais aplicados são modelos pré-existentes de plataformas desenvolvidos para montagem em papel e peças de isopor. Os modelos escolhidos foram: plataforma do tipo fixa, plataforma do tipo *Jack-up*, plataforma semissubmersível e navio-sonda. Com isso, os modelos impressos em folha de ofício são recortados e todo o material é montado com os grupos de visitantes.

Pensando na diversificação do método de ensino, com o auxílio de programas de modelagem 3D, tais como o Tinkercad e Blender, as plataformas, que antes eram modelos estáticos construídos de papel e isopor, foram projetadas e geraram-se animações. A metodologia se deu por construir elementos geométricos simples no Tinkercad, onde toda a armação da plataforma foi gerada. Um modelo de torre telefônica foi baixado do banco de dados online da 3D Warehouse e editada para que se assemelhasse a torre de uma plataforma, sendo todo o processo

subsequente desenvolvido no Blender, desde o término da confecção do modelo tridimensional até a animação do modelo. Isso permitiu aos estudantes e visitantes uma ideia do processo de instalação e perfuração desses mecanismos de exploração. Do mesmo modo, o modelo de perfuração simplificado das etapas de perfuração do poço também foi digitalizado, visto que o cálculo do *lag time* necessita de uma noção do diâmetro e profundidade do poço, características da broca e dos tubos de perfuração. Portanto, um modelo tridimensional permite uma melhor didática.

Dando foco a geologia, e efetivando a interdisciplinaridade, foi construído um modelo tridimensional em um aquário de dimensões 70x30x30 centímetros com coberturas de areia e terra marrom para representação da sedimentação terrígena, sal para representação do próprio sal e do fenômeno do diapirismo e café para a representação do petróleo. Esse modelo facilita as explicações acerca da geologia básica das bacias sedimentares das margens costeiras do país, onde também dá noções da estrutura das rochas e do comportamento do sal como material dúctil, bem como os processos de instalações de unidades de perfuração marítima.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os primeiros modelos de unidades de perfuração gerados para aplicação no ensino foram obtidos após impressão dos modelos em folhas de ofício, posteriormente recortados e colados. Os modelos gerados foram de uma plataforma fixa (ver figura 1), plataforma Jack-up (ver figura 2), e Navio-sonda (ver figura 3). A construção dessas plataformas, gerou discussão entre os grupos sobre os aspectos principais que diferiam uma de outra. Além disso, a plataforma Jack-up serviu de base para construção de modelos animados, gerados no Blender.



Figura 1. Modelo esquemático de uma plataforma fixa montada em folha de ofício.



Figura 2. Modelo esquemático de uma plataforma Jack-up montada em folha de ofício.

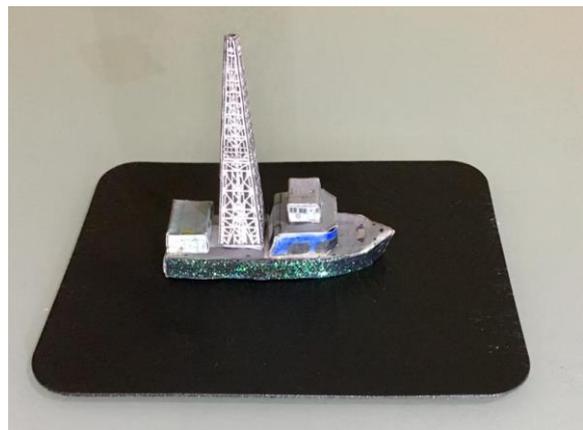


Figura 3. Modelo esquemático de uma plataforma Navio-Sonda.

O modelo da plataforma gerada no Blender, é uma animação de 200 quadros, onde é mostrado o deslocamento da plataforma, descida das colunas de apoio, fixação e elevação da plataforma acima no nível d'água, posteriormente descida coluna de perfuração com movimentação circular representando a atividade da mesma (ver figura 4). O modelo tridimensional para apresentação dos cálculos de retorno da lama de perfuração até a superfície após a injeção na coluna de perfuração, também foi gerado no processo (ver figura 5). Este apresenta uma visão simplificada do poço, abordando diferentes etapas de perfuração e revestimento, com o poço aberto na última etapa. Sendo assim, tendendo a contribuir como material didático no ensino.

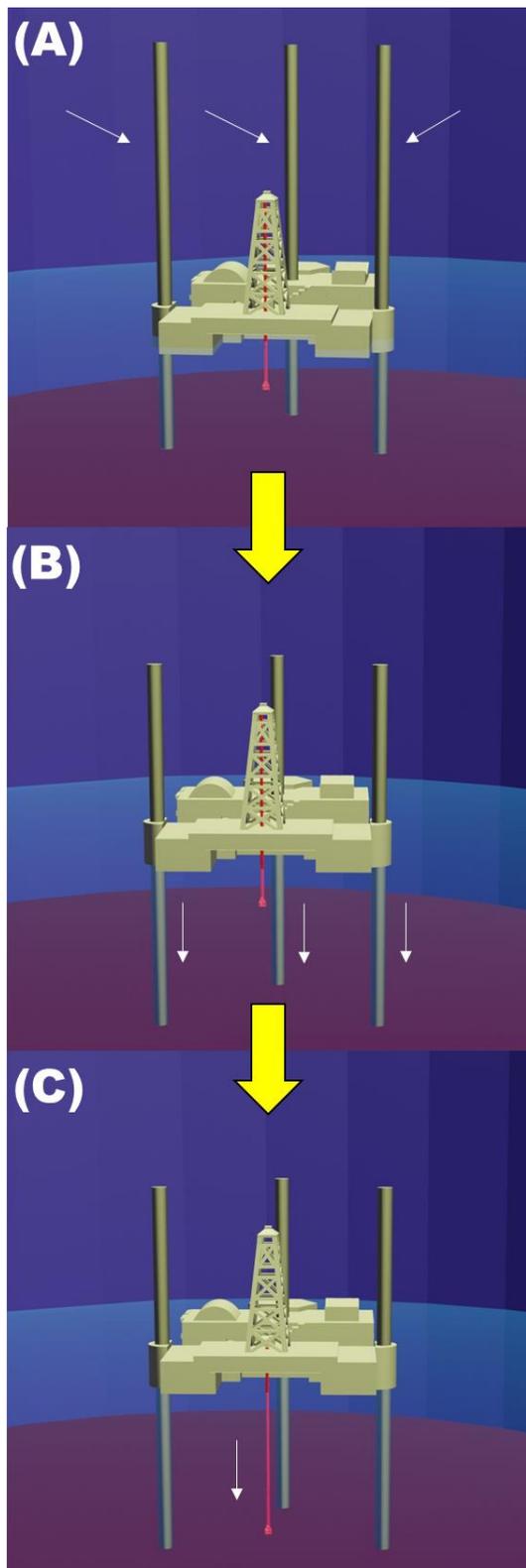


Figura 4. Recorte de quadros da sequência de animação feita no Blender da instalação de uma Plataforma Jack-up. Em (A), torres suspensas; em (B), torres afixadas no fundo do mar; e (C) coluna de perfuração descida.

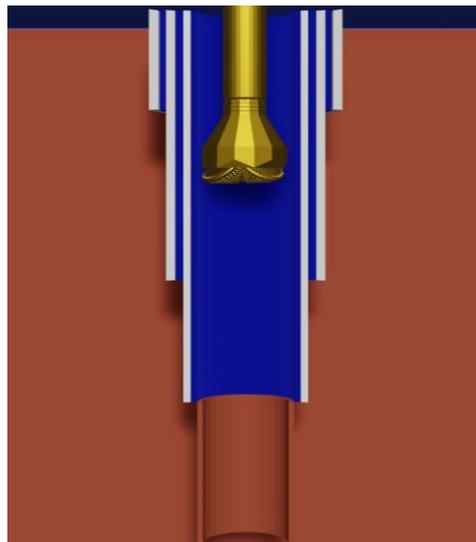


Figura 5. Etapas de perfuração de um poço.

O modelo de maquete, baseada no modelo da PETROBRÁS, abordando uma sequência sedimentar com presença de óleo numa camada abaixo do sal (ver figura 6) permite uma visão comportamental das camandas de deposição, assim como a migração do óleo para locais onde são geradas as acumulações comerciais. Além disso, leva em consideração o caráter comportamental do sal (diapirismo) como rocha evaporítica, apresentando um caráter dúctil. Este modelo, além de facilitar a visualização para os alunos e visitantes (ver figura 7), permite a utilização em oficinas de de divulgação para ciência e tecnologia do Museu de História Natural do Sul do Estado do Espírito Santo (ver figura 8) uma noção da geologia dos depósitos offshore.



Figura 6. Modelo esquemático da Sequência da Camada Pré-Sal montada em aquário de vidro.

A interação dos modelos e a diversificação nos métodos de ensino e exposições (Feira de Cursos da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Semanas Nacional de Ciência e Tecnologia, Semana Nacional de Museus, visitas guiadas e exposições itinerantes em várias cidades do Espírito Santo) são de extrema importância para a ciência e tecnologia como ferramenta didática, promovendo o interesse dos alunos nos aspectos referentes a exploração de petróleo e permitindo maior aprendizado quando se tem uma melhor visualização do que está sendo explicado.



Figura 7. Interação entre os alunos de graduação e visitantes durante a Feira de Cursos da UFES.



Figura 8. Evento anual de visitação ao MUSES durante a Semana Nacional de Museus, promovendo interação de crianças e adolescentes com a ciência.

### CONCLUSÃO

Os modelos gerados no processo, servirão de material didático para aulas e exposições, dando margem para geração de novos modelos e aplicação em outras disciplinas, de modo a permitir diversificação no modo de ensino.

A construção desses modelos também permite a divulgação do universo das unidades de perfuração marítima e do trabalho de profissionais, visto a importância econômica no ramo do petróleo. Portanto, estimula o entusiasmo de jovens capixabas nas ciências e tecnologia, promovida por meio de

visitas ao Departamento de Geologia da UFES e ao MUSES.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Federal do Espírito Santo e ao Museu de História Natural do Sul do Estado do Espírito Santo pela organização dos eventos para exposição das atividades.

### REFERÊNCIAS

3D Warehouse. Banco de dados de modelos tridimensionais disponíveis para download. Disponível em: <<https://3dwarehouse.sketchup.com>>. Acesso em: 13 set. 2019.

Blender. Pacote de criação 3D - Modelagem, Rigging, Animação, Simulação, Renderização, Composição e Rastreamento de movimento, Edição de vídeo e Pipeline de animação 2D. Disponível em: <<https://www.blender.org/>>. Acesso em: 30 out. 2019.

Morais, J. M. Petróleo em águas profundas: uma história tecnológica da Petrobras na exploração e produção offshore. Brasília: Ipea: Petrobras, 2013.

ORTIZ NETO, José Benedito; SHIMA, Walter Tadahiro. Trajetórias tecnológicas no segmento offshore: ambiente e oportunidades. Revista de Economia Contemporânea, v. 12, n. 2, p. 301-332, 2008.

PETROBRAS. Pré-Sal: Desde as primeiras descobertas em águas profundas, temos trilhado uma longa jornada tecnológica. Disponível em: <<https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/pre-sal/>>. Acesso em: 11 jul. 2020.

Selley, R. C.; Sonnenberg, Stephen A. Geologia do Petróleo: Tradução da 3ª edição. Elsevier Brasil, 2016.

Thomas, J. E. (org). Fundamentos de engenharia de petróleo. 2. ed. – Rio de Janeiro : Interciência: PETROBRAS. 267p. 2004.

Tinkercad: Aplicativo online gratuito para projetos 3D. Disponível em: <<https://www.tinkercad.com>>. Acesso em: 31 ago. 2019.