

AS ATIVIDADES PRÁTICAS EM LABORATÓRIO E A FORMAÇÃO EM ENGENHARIA DE PETRÓLEO: A AQUISIÇÃO DE COMPETÊNCIAS POR MEIO DA EXPERIMENTAÇÃO

Sérgio Allan Barbosa de Ornellas - sergioornellas@id.uff.br

Lucas Velloso Oliveira da Silva - lucas_velloso@id.uff.br

Geraldo de Souza Ferreira - geraldoferreira@id.uff.br

Rogério Fernandes de Lacerda - rogeriolacerda@id.uff.br

Grupo PetroPET (www.petropet.uff.br), Programa de Educação Tutorial em Engenharia de Petróleo - Pró-Reitoria de Graduação, Divisão de Programas Especiais.

Universidade Federal Fluminense, Escola de Engenharia, TEQ - Departamento de Engenharia Química e de Petróleo, Rua Passos da Pátria, 156 - Bloco D - Sala 264, 21.210-240 - Niterói - RJ.

***Resumo:** O presente artigo tem o objetivo de mostrar a importância das práticas laboratoriais para a aquisição de competências necessárias à formação do engenheiro de petróleo. Para isso, são desenvolvidas atividades no âmbito da disciplina Laboratório em Engenharia de Petróleo, do Curso de Graduação em Engenharia de Petróleo da Universidade Federal Fluminense, de construção de um experimento no qual é simulado um fenômeno físico-químico real - a deposição de parafinas - que ocorre nos dutos dos sistemas produtivos de petróleo, em função da queda de temperatura no trajeto entre o reservatório, no subsolo, e a plataforma de petróleo, na superfície. O trabalho destaca as competências estabelecidas nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia que são adquiridas com a realização das atividades laboratoriais. As associações entre os estudos teóricos realizados, o conhecimento dos problemas do mundo real e o saber prático-laboratorial desenvolvido propiciam, ao discente, oportunidades para consolidar potencial de coordenar, elaborar e planejar projetos de engenharia, além de torná-lo capaz de identificar, formular e resolver problemas da área, de modo que venha a se tornar um profissional bem qualificado.*

***Palavras-chaves:** Engenharia de Petróleo. Competências. Laboratório. Parafina. Ensino.*

1 INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos e consequente consolidação do aprendizado, as empresas buscam aprimorar as diversas técnicas relacionadas às atividades que executam. A indústria do petróleo, sobretudo, tem passado por mudanças expressivas, principalmente em virtude dos avanços associados à implementação da transformação digital e indústria 4.0. Com isso, empresas e instituições deste setor começaram a alavancar suas pesquisas com a finalidade de estar sempre um passo à frente, em um contexto de mercado competitivo, sujeito a mudanças, no qual é importante manter condições de crescimento.

Atualmente, entende-se que o profissional engenheiro não é apenas aquele que busca a resolução de problemas das formas mais variadas e inovadoras possíveis mas, também, como

sendo um conhecedor estratégico de cada área de conhecimento. Com os contínuos e recentes avanços tecnológicos enfrentados no âmbito da indústria de óleo e gás, o engenheiro de petróleo tende a ser exigido em campos variados de suas especializações, necessitando aplicar toda sua carga de conhecimento e experiências acumulados durante sua carreira.

O cenário atual é de intensa atividade com novas pesquisas surgindo a cada dia e, assim, aquele profissional que estiver acompanhando tais mudanças continuará ganhando e adquirindo novos conhecimentos. O papel das empresas é investir nos seus funcionários, tornando-os capazes e detentores de raciocínios aprofundados e aptos a criar condições para buscar solucionar o que ainda se apresenta como inimaginável ou improvável. Concomitantemente, as instituições universitárias, responsáveis pela formação de futuros cidadãos e profissionais, são as responsáveis por disponibilizar insumos e subsídios ao discente para que ele consolide seu conhecimento e pensamento crítico, tendo maturidade na capacitação para o que o espera no mundo real. As universidades são o *locus* de oferta de mecanismos e incentivos que permitem aos jovens adquirir habilidades que serão almejadas pelas empresas no futuro. Desta forma, o investimento por parte das universidades em tecnologias que possibilitem introduzir o docente em um ambiente de aprendizado e aprimoramento de suas habilidades torna-se primordial.

Para o engenheiro de petróleo as coisas não são diferentes. O mercado nacional e internacional de óleo e gás tem se tornado cada vez mais exigente em relação à formação demandada de seus profissionais engenheiros, que, além das competências e habilidades técnicas, vão desde o domínio de um segundo, ou até mesmo um terceiro idioma, até saberes relacionados à programação e lógica computacional, com conhecimento e aplicação prática dos *softwares* mais específicos e avançados. Dentre os muitos saberes dos quais as companhias esperam do profissional de petróleo, podemos ressaltar o entendimento e aplicação real dos conceitos aprendidos, durante o período acadêmico, em âmbitos laboratoriais, explorando as mais áreas da cadeia produtiva de petróleo, em sua fase *upstream*, desde a pesquisa e prospecção, exploração, perfuração de poços, até a fase *downstream*, envolvendo a produção e refino do hidrocarboneto.

As atividades de laboratórios possuem papel relevante para a formação de engenheiros para a indústria petrolífera, pois, permitem trazer para o âmbito acadêmico parcela da realidade a ser encontrada nas atividades nos campos petrolíferos, bem como as principais questões a ela associada, tais como interrupções no fluxo de petróleo em tubulações, como incrustações e formação, precipitação e deposição de parafinas.

Portanto, a existência de laboratórios, como locais específicos para estudo em engenharia de petróleo, é essencial para o domínio de fundamentos, conhecimento de mecanismos e processos, aprimoramento de técnicas e para estar a par das tecnologias que podem ser utilizadas. Os laboratórios propiciam também familiaridade com os equipamentos e utensílios com os quais o engenheiro vai estar em contato em sua vida profissional. Sendo assim, os laboratórios possuem um importante papel na formação e construção de um profissional que será capaz de atuar em diversos segmentos e terá base para analisar e estruturar problemas desde os mais simples até os mais complexos (FERREIRA, 2013).

O presente trabalho busca analisar a importância do uso de laboratórios na formação do aluno do curso de Engenharia de Petróleo, apontando, no contexto das atividades desenvolvidas para a simulação de um fenômeno real, a deposição e precipitação de parafinas, as principais competências adquiridas, tendo-se como base o artigo 4 da nova Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, que atualizou as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia. Uma sólida aquisição de competências permite preparar o aluno para as situações e desafios que lhe serão propostos durante seu ciclo profissional, tornando-o apto a solucionar problemas enfrentados hoje pela indústria de petróleo.

2 AS ATIVIDADES DE LABORATÓRIO EM ENGENHARIA DE PETRÓLEO E A FORMAÇÃO DOS ALUNOS-ENGENHEIROS

Conforme a Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, existem competências e habilidades que o aluno deve desenvolver para tornar-se um profissional. O Dicionário Aurélio salienta que competência se refere à detenção de profundo conhecimento específico acerca de determinado assunto, enquanto a habilidade se associa a um conjunto de qualificações para o exercício de uma atividade ou cargo (HOLANDA, 2008). A resolução torna obrigatória a existência de atividades de laboratório necessárias para o desenvolvimento de competências gerais e específicas, devendo o enfoque e intensidade das mesmas serem compatíveis com a habilitação ou ênfase do curso.

Esta Resolução define que o curso deve proporcionar aos egressos as seguintes competências gerais, que, no âmbito do escopo do presente trabalho, possuem íntima relação com as práticas laboratoriais: i. formular e conceber questões de engenharia, com capacidade adequada de observação e análise de necessidades dos usuários, concebendo soluções criativas, com uso de técnicas adequadas; ii. analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos, concebendo experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo; iii. conceber e projetar sistemas, produtos ou processos, com soluções criativas e viáveis e que possuam parâmetros construtivos e operacionais adequados; iv. implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia; v. comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica; vi. trabalhar e liderar equipes multidisciplinares; vii. conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão; viii. aprender de forma autônoma, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação.

Durante o período de formação do aluno de Engenharia de Petróleo é necessário que este entre em contato com situações práticas semelhantes àquelas que serão vivenciadas durante sua atuação na área de óleo e gás, não somente para que este esteja de acordo com as competências que lhe serão exigidas, mas para que também esteja apto a lidar com imprevistos inevitáveis.

Desta maneira, em consonância com a Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, a disciplina Laboratório em Engenharia de Petróleo visa atender às exigências e necessidades necessárias para a formação do engenheiro, possibilitando a capacitação tanto teórica quanto pessoal em termos de engajamento, proatividade e planejamento frente à resolução de problemas.

O experimento descrito neste artigo, realizado no âmbito das atividades de laboratório, mostra como as atividades práticas contribuem para a formação do Engenheiro de Petróleo no enfrentamento de problemas do dia a dia do mundo do trabalho.

3 PROBLEMAS RELEVANTES DA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO

Desde o século XIX, com o início da corrida por fontes de energia para a nascente civilização industrial, o engenheiro de petróleo é o profissional responsável pela qualificação e quantificação das reservas de petróleo e pela obtenção do mesmo. Com o aprimoramento de técnicas e ampliação do conhecimento sobre o negócio, este profissional é capaz de estimar e determinar a localização de ocorrências de petróleo em subsolo, dominar as técnicas e saberes necessários para a perfuração de poços com segurança para acesso a estes recursos, além de conhecer as técnicas necessárias para destinar o petróleo às unidades de tratamento e posterior produção de combustíveis.



Na fase *upstream* da cadeia produtiva, o principal problema são os *blowouts*, que podem ocorrer durante a perfuração de poços de petróleo e levar a acidentes muito sérios, como ocorreu recentemente, em 2010, no poço de Macondo, Golfo do México, nos Estados Unidos. O engenheiro de petróleo é responsável por lidar com a previsão e controle destes problemas, que são eventos decorrentes da entrada descontrolada de fluidos das rochas, em subsolo, para o poço que está sendo perfurado. (MOREIRA; D'ALMEIDA, 2018). Um *blowout* é um fluxo descontrolado de hidrocarbonetos, gás e água que saem do poço e geram danos ao meio ambiente, além de oferecer grande risco à vida dos funcionários (P&Q, 2017).

Outra questão importante com a qual os engenheiros se ocupam na indústria petrolífera é a emissão de gases poluentes oriundos da queima de combustíveis derivados do petróleo, que ocorre na fase *downstream* da cadeia produtiva. O arcabouço legal moderno estimula as empresas e seus respectivos engenheiros a buscar soluções para diminuir a emissão de gases poluentes, prejudiciais ao meio ambiente e à saúde (MARIANO, 2001).

Além destes problemas, há diversos outros desafios com os quais os engenheiros devem lidar no dia a dia do trabalho, em especial aqueles que ocorrem durante o processo de produção de petróleo. Dentre estes destacam-se a presença de fluidos corrosivos (ácido sulfúrico e gás carbônico) no petróleo, as incrustações inorgânicas e a precipitação e deposição de parafinas que ocorrem nas tubulações de produção e nos dutos que transportam o óleo e gás para armazenamento.

As incrustações e a deposição de parafinas diminuem o diâmetro interno dos tubos, diminuem o fluxo de petróleo e podem levar ao fechamento dos mesmos, gerando atrasos e prejuízos. Para sanar estes problemas é preciso parar o processo de produção de petróleo para consertar o duto transportador (VIDAL, 2015). Em alguns casos, deve ser feita a substituição total ou parcial dos dutos. Quando ainda existe fluxo no duto é possível utilizar raspadores mecânicos (PIGs) para remoção do material depositado nas paredes internas dos dutos.

O presente trabalho dá atenção aos fenômenos físicos e químicos associados ao processo de formação, precipitação e deposição da parafina, e mostra como a elaboração e construção de um modelo físico em laboratório que simula este fenômeno, possibilita a compreensão do mesmo e permite a aquisição de competências necessárias à formação do engenheiro, conforme o artigo 4 da Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019.

4 A SIMULAÇÃO DA DEPOSIÇÃO DE PARAFINAS: UM EXPERIMENTO

O petróleo é um fluido orgânico complexo, que possui compostos químicos com cadeias orgânicas constituídas com desde um átomo de carbono (gás metano) até cadeias muito pesadas, com até duas centenas de átomos de carbono. Desde o reservatório de petróleo, no subsolo, em profundidades superiores a 5000 metros, com pressões elevadas (em uma ordem de grandeza de 2000 atm) e alta temperatura (valores médios na faixa de 50°C a 80°C) até à superfície (pressão de 1 atm e temperatura na faixa de 25°C), ocorrem diversos fenômenos físico-químicos durante o escoamento do petróleo no interior dos dutos, dentre os quais a formação, precipitação e deposição de parafinas.

As parafinas são hidrocarbonetos saturados lineares, ramificados ou cíclicos da família dos alcanos, que se cristalizam com a redução de temperatura no escoamento. Para lidar com problemas relacionados à parafina, os pesquisadores na indústria de petróleo procuram determinar a temperatura inicial de aparecimento de cristais (TIAC) de parafina. Para tal, são feitos experimentos com resfriamento controlado de amostras de petróleo. Em temperaturas de escoamento abaixo da TIAC ocorre um processo aglomerativo de cristais que levam à acumulação de depósitos nos sistemas de produção. Quanto menor for a temperatura abaixo

da TIAC, mais intensa é a cristalização, e o petróleo se composta como um fluido viscoso e mesmo um gel.

O aparecimento de cristais de parafina no petróleo produzem os seguintes efeitos aos sistemas de produção: i. aumento da viscosidade do petróleo causado pela fase sólida dispersa formada, levando a aumento da perda de carga; ii. deposição gradativa das parafinas na parede da tubulação, reduzindo a seção transversal disponível ao escoamento e diminuindo a produção; e iii. gelificação do fluido durante as paradas de produção, o que demanda aumento de pressão para superar uma tensão limite de escoamento maior (GONÇALVES; MARQUES; OLIVEIRA, 2018).

4.1 Materiais

Para a realização do experimento foram utilizados equipamentos do Laboratório de Engenharia de Petróleo da UFF. A parafina foi simulada com o uso de velas. Foi utilizado petróleo do campo de Marlim para fazer as eventuais misturas. Usou-se também um termômetro para medir a temperatura do ponto de fluidez e de cristalização, bem como béquer, serpentina de metal, mangueira, suporte de madeira, banho ultratermostático, tubo de cobre e um aparelho para realizar banho-maria. Os pesos do béquer, da amostra de petróleo e da parafina, usados nos experimentos são mostrados na Tabela 1.

4.2 Procedimentos experimentais

Ponto de fluidez (experimento 1 - 5% de parafina)

O experimento para observação do ponto de fluidez foi realizado com uma amostra contendo 5% de parafina. Os passos realizados foram: i. foi pesado um béquer vazio, com adição no mesmo de uma quantidade de petróleo, posteriormente também pesada; ii. a parafina foi derretida, e adicionada, em uma quantidade correspondente a 5% da massa do petróleo, à amostra de petróleo, já previamente aquecida; iii. o petróleo e a parafina foram misturados e aquecidos em banho-maria até à temperatura de 90°C; iv. a amostra aquecida foi retirada do banho-maria e envolvida em uma manta térmica para evitar queda brusca de temperatura; v. um termômetro foi utilizado para monitorar a queda de temperatura da amostra e determinar o ponto de fluidez. A amostra foi observada e, quando o béquer pôde ser virado de ponta cabeça sem escoamento do fluido, o valor registrado no termômetro foi adotado como o ponto de fluidez da amostra. Dados relatados na Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 - Itens pesados para medição do ponto de fluidez (5% de parafina)

| Item pesado | Peso (g) |
|-------------------------------|----------|
| Béquer vazio | 49,7 |
| Béquer + Petróleo | 136,97 |
| Petróleo | 87,27 |
| Parafina (5% do peso do óleo) | 4,36 |
| Béquer + Petróleo + Parafina | 141,33 |

Fonte – Elaboração dos autores

Deposição de parafina no tubo de cobre (experimento 2)

O sistema para a realização do experimento 2 foi composto de um termômetro (com escala de 0°C à 80°C), um banho hidrostático, um tubo de cobre de 10 cm de comprimento e um béquer contendo a amostra que foi utilizada no ensaio, conforme o aparato mostrado na Figura 1.

Em um béquer foi colocada a amostra de óleo, na qual foi feita a adição de uma massa de parafina conhecida, com posterior aquecimento até a temperatura de 50°C. Durante todo o



experimento, o conteúdo do béquer foi mantido na temperatura de 50°C. A massa m_1 do conjunto Béquer + Petróleo + Parafina alcançou o valor de 141,33 gramas (Tabela 1).

O tubo de cobre foi vinculado à parte de circulação do banho hidrostático, e deu-se início ao experimento, com água circulando à temperatura de 40°C. Em seguida, o tubo de cobre (que, também se encontra à temperatura de 40°C, devido à troca de calor com a água) foi mergulhado dentro do béquer, contendo a amostra de petróleo. Feito isso, o béquer foi retirado e pesado, ainda quente, obtendo-se um valor m_2 de 137,55 gramas. O valor de 3,78 gramas - diferença entre $m_1=141,33$ e $m_2=137,55$ - representa o peso de petróleo que fica depositado no tubo de cobre, devido à tensão superficial. Esse valor deve ser identificado e levado em consideração para determinação dos valores corretos de petróleo depositado no tubo de cobre em função da variação de temperatura.

Figura 1 - Aparato com óleo e parafina



Fonte - Elaboração própria

Em seguida, é feito o seguinte procedimento: o tubo de cobre, à temperatura de 40°C, é mergulhado no béquer (com óleo e parafina a 50°C), por 10 minutos. Após esse tempo, o tubo é retirado e o béquer é pesado, obtendo-se m_3 igual a 137,31 gramas. A diferença entre o peso m_2 e m_3 , igual a 0,83 gramas, representa o peso de petróleo com parafina, depositado no tubo de cobre neste intervalo de tempo de 10min. Após a medição, a temperatura da água do banho hidrostático, que passa no interior do tubo de cobre é reduzida em 3°C, passando a ser de 37°C. O tubo é inserido novamente no béquer, por 10 minutos e retirado a seguir. O peso do béquer é novamente registrado. Este procedimento é repetido até que a temperatura da água do banho hidrostático que circula pelo tubo de cobre chegue a 4°C, valor correspondente à temperatura da água do mar em águas ultraprofundas. Nesta temperatura, já ao final do experimento, observa-se que o peso do petróleo depositado manteve-se constante, indicando que, toda a parafina presente no petróleo no béquer já havia sido depositada no tubo.

O aparato descrito e os procedimentos citados reproduzem e simulam por experimentação, o choque térmico que o petróleo produzido sofre no sistema produtivo, ao sair do poço produtor e entrar em dutos instalados no fundo do mar, em condições de água ultraprofundas à temperatura de 4°C.

4.3 Resultados e discussão

Ponto de fluidez (experimento 1 - 5% de parafina)

A mistura petróleo parafina foi aquecida até 90°C e, após atingir esse valor, foi resfriada espontaneamente até alcançar o seu ponto de fluidez, que ficou em cerca de 26,3°C. Os valores de cada amostra estão relatados na Tabela 1.

Deposição de parafina no tubo de cobre (experimento 2)

"Os desafios para formar hoje o engenheiro do amanhã"

Pôde-se observar que, em certo momento, quando a temperatura da serpentina alcança os 4°C, a quantidade de parafina depositada diminuiu drasticamente, revelando que a esta temperatura toda parafina adicionada já havia sido depositada na serpentina de metal.

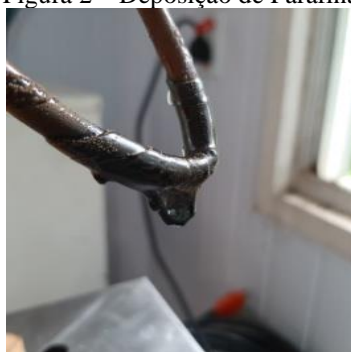
Os dados e resultados são mostrados na Tabela 2, Figura 2 e Gráfico 1, a seguir:

Tabela 2 – Deposição de Parafina

| Temperatura (°C) | Quantidade de Parafina Depositada (g) | Quantidade de Óleo restante no Béquer (g) |
|------------------|---------------------------------------|---|
| 40 | 0 | 137,55 |
| 37 | 0,83 | 137,31 |
| 34 | 0,91 | 137,23 |
| 31 | 1,01 | 137,13 |
| 28 | 1,3 | 136,84 |
| 25 | 1,56 | 136,58 |
| 22 | 1,87 | 136,27 |
| 19 | 2 | 136,14 |
| 16 | 2,11 | 136,03 |
| 13 | 2,27 | 135,87 |
| 10 | 3,03 | 135,11 |
| 7 | 3,39 | 134,22 |
| 4 | 3,58 | 133,08 |

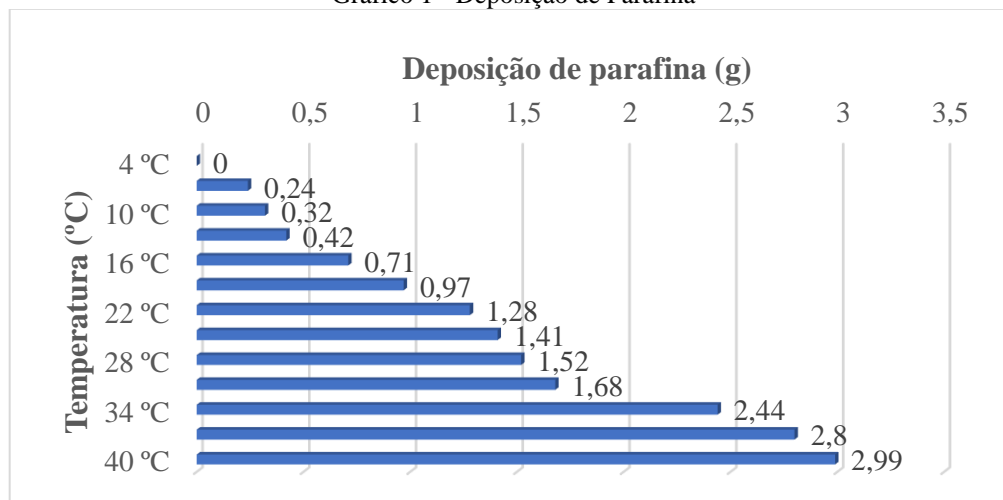
Fonte – Elaboração dos autores

Figura 2 – Deposição de Parafina



Fonte – Elaboração dos autores

Gráfico 1 - Deposição de Parafina



Fonte: Elaboração dos autores

5 A CONTRIBUIÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO PARA A AQUISIÇÃO DE COMPETÊNCIAS DO ENGENHEIRO DE PETRÓLEO

A concepção e realização dos experimentos descritos para a modelagem da formação e deposição de parafinas envolveram diversos estudos dentre os quais podem ser citados:: investigação sobre a composição química do petróleo; compreensão do contexto e dos sistemas de transporte do mesmo, de um ambiente de alta temperatura e pressão no reservatório, em subsolo, à temperatura e pressão ambientes na superfície e o entendimento dos fenômenos físicos e químicos envolvendo a formação, precipitação e deposição da parafina durante o escoamento do petróleo nos dutos.

As atividades e os procedimentos laboratoriais envolveram: elaboração de aparato técnico e de procedimentos metodológicos para simular experimentalmente a formação, precipitação e deposição da parafina; coletas de dados e informações durante a realização do experimento, bem como a documentação digital, fotográfica e tabulação dos mesmos.

Após a realização dos experimentos foi necessário compreender as principais variáveis e parâmetros associados às grandezas físicas envolvidas nos fenômenos em estudo, interpretar e compreender a metodologia e os resultados do experimento; realizar uma analogia entre os resultados do experimento e o fenômeno no mundo real.

As atividades desenvolvidas em estudos, pesquisas e no laboratório, permitem elaborar a Tabela 3, na qual constam as principais competências necessárias para a formação do engenheiro que são adquiridas, tendo como base a Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019:

Tabela 3 - Competências potencialmente adquiridas pelas atividades laboratoriais desenvolvidas

| Competência geral adquirida | Meio/Experimento |
|---|--|
| I - formular e conceber soluções desejáveis de engenharia a) formular questões de engenharia concebendo soluções criativas; | Concepção do experimento |
| II - analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos: a) ser capaz de modelar os fenômenos físicos e químicos; b) prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos; c) conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo. d) verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas. | Concepção e realização do experimento/ Interpretação dos resultados do experimento |
| III - comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica | Realização de relatório e apresentação na disciplina; Redação e apresentação deste artigo |
| IV - trabalhar e liderar equipes multidisciplinares | Trabalho em equipe para a realização das atividades. |
| V - Aprender de forma autônoma | Buscar soluções para a construção do experimento |

Fonte – Elaboração dos autores

6 CONCLUSÃO

A realização das atividades práticas na disciplina Laboratório de Engenharia de Petróleo são essenciais para o entendimento dos fenômenos que perpassam o mundo real, possibilitando a aquisição e aprimoramento de competências pelos alunos, estimulando-os a serem criativos para desenvolver soluções adequadas à modelagem experimental de fenômenos do mundo real, por meio da busca de técnicas e ferramentas simples e de baixo custo.

A simulação de deposição de parafinas por meio de experimentos permite compreender que o fenômeno que toma lugar ao longo do sistema de produção de petróleo é bastante prejudicial ao transporte do óleo causando entupimentos, diminuição do fluxo e, em alguns casos, interrupção e parada de produção.

O experimento permitiu também compreender que, nas condições de elaboração do modelo, o decréscimo de temperatura é o principal fator responsável pela formação e precipitação da parafina. Portanto, para evitar os problemas citados anteriormente, a melhor solução é o isolamento térmico e eficiente da tubulação para que não haja choque térmico e cristalização da parafina, entre o reservatório e a superfície.

As experimentações contínuas feitas no laboratório permitem que o aluno adquira maior sensibilidade acerca da compreensão do fenômeno, o que não pode ser obtido somente com a leitura de livros e realização de pesquisas.

As atividades práticas possibilitam ao aluno capacidade de analisar resultados e de definir caminhos e procedimentos para que os objetivos sejam alcançados. Além disso, o discente é estimulado a assumir um pensamento crítico em casos em que o resultado não seja conforme o esperado.

A partir das informações coletadas e de toda a metodologia do experimento, pode-se concluir que é importante que as universidades invistam cada vez mais em oportunidades e tecnologias que desenvolvam as habilidades dos alunos do curso, permitindo que os mesmos adquiram e consolidem as competências descritas nas normas legais para os Cursos de Engenharia, sendo capazes de entender os problemas apresentados no mundo real e formular as respostas e soluções adequadas e criativas para os mesmos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Educação/Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior. **Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 de Abril de 2019; Edição: 80, Seção: 1, Página: 43.

Entenda o que é e como evitar o kick e blowout. P&Q Engenharia Jr. Disponível em: <https://peqengenhariajr.com.br/entenda-o-que-e-o-kick-e-blowout/>. Acesso em: 04 mar. 2020.

FERREIRA, G. S. **Projeto Político-Pedagógico do Curso de Graduação em Engenharia de Petróleo**. Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2013.

GONÇALVES, M. A. L.; MARQUES, L. C. C; OLIVEIRA, M. C. K. **Fundamentos de Garantia de Escoamento**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2018.

HOLANDA, A. B. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. São Paulo: Editora Positivo, 2010.

MARIANO, J. B.. **Impactos Ambientais do Refino de Petróleo**. Rio de Janeiro: Interciência 2001.

MOREIRA, J. F. M.; D'ALMEIDA, A. L.. Indústria de petróleo e gás: acidentes relevantes no mundo. XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2018, Salvador. **Anais**. Bahia, p. 1-8. 2018.

VIDAL, L. A. **Estudo sobre as incrustações inorgânicas nos campos de petróleo**. Trabalho (Conclusão de Curso) – Departamento de Engenharia Química e de Petróleo – Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2015.

PRACTICAL ACTIVITIES IN LABORATORY AND THE FORMATION IN PETROLEUM ENGINEERING: ACQUISITION OF SKILLS THROUGH EXPERIMENTATION

***Abstract:** This article aims to show the importance of laboratory practices for the acquisition of skills necessary for the formation of petroleum engineers. For this, activities are developed under the discipline Laboratory in Petroleum Engineering, of the Program of Petroleum Engineering at Universidade Federal Fluminense, to build an experiment in which a real physical-chemical phenomenon is simulated - the deposition of paraffins - that occurs in the pipelines of petroleum production systems, due to the temperature drop in the path between the reservoir, underground, and the petroleum platform, on the surface. The work highlights the competencies established in the National Curriculum Guidelines for the Undergraduate Engineering Course that are acquired with the performance of laboratory activities. The associations between the theoretical studies carried out, the knowledge of real-world problems and the practical laboratory knowledge developed provide the student with opportunities to consolidate the potential to coordinate, elaborate and plan engineering projects, in addition to making him able to identify, formulate and solve problems in the area, so that it becomes a well qualified professional.*

Keywords: Petroleum Engineering. Skills. Laboratory. Paraffin. Teaching.