Proposta Curricular para os Cursos de Bacharelado em Engenharia de Petróleo

Fórum Permanente de Estudos Ligados à Educação em Engenharia de Petróleo

SPE International

Seção Brasil

Prefácio

Prezados Colegas da Indústria do Petróleo,

Nosso empenho em apresentar um documento intitulado “Proposta Curricular para os Cursos de Bacharelado em Engenharia de Petróleo" remonta a 25 de abril de 2013, quando a SPE Seção Brasil promoveu, juntamente com o IBP, o Workshop “Os Desafios da Educação em Engenharia de Petróleo”. Neste evento, debateu-se, com a presença de 131 participantes de 11 estados da Federação, provenientes da Indústria, da Academia e de Órgãos Governamentais, o presente estágio de desenvolvimento da indústria do petróleo no Brasil e o que as empresas e instituições de ensino públicas e privadas têm feito para suprir as necessidades do país no que se refere à formação de engenheiros de petróleo capazes de enfrentar os desafios tecnológicos e organizacionais com que nos defrontamos, num momento em que as perspectivas de expansão da indústria em nosso país são excelentes.

O debate e o depoimento dos presentes ao Workshop revelaram que as instituições de ensino nacionais responderam ao desafio de forma rápida, porém desarticulada. Os cerca de 60 cursos cadastrados no MEC que trazem "Engenharia de Petróleo" em seus títulos apresentam grade curricular pouco padronizada. Na formação do Engenheiro de Petróleo parecem caber todas as atividades que se estendem da Exploração e ao Refino. As ementas de curso são por vezes superficiais; às vezes mergulham nas profundezas de detalhes que revelam a especialidade do acadêmico que as redigiu.

Procurando oferecer à Academia brasileira um projeto de grade curricular mais equilibrado e abrangente, ainda que restrito ao segmento de Exploração e Produção da indústria do petróleo, constituímos um "Fórum Permanente de Estudos Ligados à Engenharia de Petróleo”. Em 2013 e início de 2014, este Fórum trabalhou no documento que ora apresentamos. O Fórum foi composto por 20 profissionais, todos com grau mínimo de Mestrado e 16 deles com doutorado, ativistas na área de petróleo e provenientes de 8 renomadas universidades brasileiras com atuação relevante no ensino de Engenharia de Petróleo, empresas de destaque como Petrobras, Halliburton e CGG, além de membros do IBP e da Diretoria da SPE Seção Brasil

Sabemos da limitação de nosso trabalho. Ainda que tivéssemos construído uma excelente grade curricular, padronizada e disponível a todas as instituições de ensino, isto não resolveria nenhuma das mazelas do ensino nacional - a começar por uma das mais gritantes: a falta de professores especializados em Petróleo. Por isso, temos consciência de estar entregando uma boa grade curricular, sujeita a revisões futuras, que se constitui apenas num primeiro passo para a discussão mais aprofundada do tema Ensino de Engenharia de Petróleo em nosso país.

Farid Shecaira
Presidente da SPE Seção Brasil
Biênio 2012-2014

Diretoria da SPE Seção Brasil – Biênio 2012-2014

Presidente
Farid Shecaira
Petrobras

Vice-Presidente
Jacques Salies
Queiroz Galvão

Secretário
Bruno Moczydlower
Petrobras

Tecnologia
Celso Cesar M. Branco
Petrobras

Tesoureiro
Antonio Carlos Lage
Petrobras

Relações com outras Seções
Fernando Machado
Petrobras

Comunicação Institucional
Tadeu Vidal de Sousa
CGG

Eventos
Reinaldo Rezende
GE

Liderança Jovem
Gabriel Rabello
Transocean

Educação Continuada
Sergio Sousa
Halliburton

Liderança Estudantil
Raíza Vasconcelos
UFF

Afiliações
Flavia Villarroel
Baker Hughes

Relações Internacionais
Eduardo Albino
Schlumberger

Patrocínios
Thomas Whatling
BG

SMS
João Carlos Rodrigues
SBM

Relações Acadêmicas
Rogério Lacerda
UFF

Apresentação

A indústria do petróleo caracteriza-se por ser intensiva em tecnologia, se apoiando fortemente no desenvolvimento científico. A exploração e a produção de petróleo em condições cada vez mais adversas demandam o desenvolvimento de pesquisas avançadas e a formação de recursos humanos qualificados. O termo Engenharia de Petróleo denota a área da engenharia que se preocupa com o desenvolvimento das acumulações de óleo e gás, descobertas durante a fase de exploração de um campo petrolífero, com as atividades que vão desde a perfuração de poços até o processamento primário do petróleo. O termo está consagrado e em uso há pelo menos 50 anos e é utilizado em diversos países.

A *Society of Petroleum Engineers* (SPE), ou Sociedade dos Engenheiros de Petróleo, é a maior organização de membros individuais, servindo mundialmente a gerentes, engenheiros, cientistas e outros profissionais do segmento *upstream* da indústria de óleo e gás. Segundo dados do relatório anual de 2013[1], a SPE possui aproximadamente 82 mil membros profissionais (74%) e 29 mil membros acadêmicos (26%).

Fundada em 1957, a SPE tem como missão coletar, disseminar e compartilhar conhecimentos técnicos referentes à exploração, desenvolvimento e produção de recursos de óleo e gás natural e tecnologias correlatas para benefício público, além de prover oportunidades para os profissionais melhorarem suas competências técnicas e profissionais. A visão da SPE é habilitar a indústria global de exploração e produção (E&P) de óleo e gás a compartilhar conhecimento técnico necessário para atender as demandas mundiais de energia de uma maneira segura e ambientalmente responsável.

Existem atualmente 191 seções da SPE localizadas ao redor do mundo. As seções são unidades semi-autônomas e auto-governadas dentro da estrutura das políticas da SPE. Os membros residentes em uma seção elegem periodicamente uma diretoria responsável por conduzir as operações da seção. As seções são organizadas em regiões geográficas e cada região tem representatividade no conselho de administração da SPE, o principal corpo diretivo da Sociedade.

Este documento foi elaborado por uma comissão apontada pela SPE Seção Brasil, chamada "Forum Permanente de Estudos Ligados à Engenharia de Petróleo", em uma iniciativa iniciada em setembro de 2013 que culminou em abril de 2014 com a apresentação da "Proposta Curricular para os Cursos de Bacharelado em Engenharia de Petróleo" que o leitor tem em mãos.

A proposta curricular tem por finalidade servir como referencial na elaboração de projetos pedagógicos de novos cursos e reforma curricular de cursos existentes, recomendando, assim, um padrão mínimo de conteúdos na formação do Engenheiro de Petróleo no Brasil. A SPE Seção Brasil acredita que a padronização contribuirá para a qualidade dos cursos oferecidos e facilitará a mobilidade acadêmica no nível da graduação, permitindo ao aluno a compatibilização dos créditos obtidos em outra instituição, seja por intercâmbio acadêmico, seja por transferência de universidade.

[1] http://www.spe.org/about/docs/2013_AnnualReport.pdf

Durante a elaboração desta proposta, buscou-se consonância com a seguinte legislação vigente:

1) Resolução CONFEA Nº 218, de 29 de junho de 1973 – Discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da engenharia, arquitetura e agronomia;
2) Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002 – Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia;
3) MEC / SES – Referenciais Curriculares Nacionais dos Cursos de Bacharelado e Licenciatura, de abril de 2010.

A comissão responsável pela elaboração da proposta é formada por profissionais atuantes em empresas do setor petrolífero e professores de universidades brasileiras com ampla experiência em graduação e/ou pós-graduação em Engenharia de Petróleo.

Índice

Prefácio 1
Apresentação 3
Índice 5
Lista de Abreviações 8
Histórico e Motivação 10
Fórum Permanente de Estudos Ligados à Educação em Engenharia de Petróleo 11
Composição da Comissão 11
Proposta Curricular 17
Premissas 17
Diretrizes 18
Conteúdos Básicos 20
Conteúdos Profissionalizantes 20
Conteúdos Específicos 21
Geociências 23
Ementas 23
Geologia do Petróleo 23
Geofísica Aplicada ao E&P 23
Perfilagem 23
Bibliografia Recomendada 24
Engenharia de Poços 25
Ementas 25
Perfuração I 25
Perfuração II 26
Completação 26
Fluidos de Perfuração e Completação 26
Geomecânica e Estabilidade de Poços 27
Estimulação de Poços 28
Bibliografia Recomendada 29
Engenharia de Reservatórios 30
Ementas 30

Propriedades dos Fluidos 30
Propriedades das Rochas 30
Engenharia de Reservatórios I 30
Engenharia de Reservatórios II 31
Simulação Numérica de Reservatórios 31
Avaliação de Formações 31
Bibliografia Recomendada 32
Processos de Produção 33
Ementas 33
Escoamento de Petróleo 33
Garantia de Escoamento 33
Métodos de Elevação de Petróleo 34
Processamento Primário de Petróleo 35
Fundamentos de Engenharia Naval e Submarina 36
Bibliografia Recomendada 37
Gestão do Petróleo 38
Ementas 38
Direito do Petróleo 38
Economia do Petróleo 38
SMS na Indústria do Petróleo 39
Bibliografia Recomendada 40
Modelagem Matemática e Computacional 41
Ementas 41
Modelagem Matemática e Computacional I 41
Modelagem Matemática e Computacional II 41
Bibliografia Recomendada 42
Projeto Multidisciplinar de Engenharia de Petróleo 43
Considerações Finais 44
Bibliografia 45
Apêndice I - Laboratório de Ensino de Engenharia de Petróleo 46
Propriedades de Fluidos de Perfuração 46
Propriedades de Fluidos 46
Propriedades das Rochas 46

Apêndice II – Engenheiros de Petróleo e Competências Comportamentais 47
Competências Comportamentais 47
Benefícios das Competências Comportamentais 47
Como Identificar as Competências Comportamentais 48
Desenvolvimento das Competências Comportamentais 48
O Papel do Professor e da Universidade 48
O Papel do Aluno 49
Conclusões 50
Referências Bibliográficas 50

Lista de Abreviações

ABCM	Associação Brasileira de Ciências Mecânicas
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
CES	Câmara de Educação Superior
CNE	Conselho Nacional de Educação
CENPES	Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello – Petrobras
CEPETRO	Centro de Estudos de Petróleo – UNICAMP
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COPPE	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia
COPPETEC	Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos
E&P	Exploração e Produção
EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
FACHA	Faculdades Integradas Hélio Alonso
IBEC	Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos
IBP	Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis
INPG	Instituto Nacional de Pós-Graduação
LAMCSO	Laboratório de Métodos Computacionais e Sistemas *Offshore*
LENEP	Laboratório de Engenharia e Exploração de Petróleo
MEC	Ministério da Educação
MBA	*Master of Business Administration* (Mestrado em Administração de Negócios)
PE	*Petroleum Engineers*
PEC	Programa de Engenharia Civil
PFRH20	Programa de Recursos Humanos
POLI	Escola Politécnica UFRJ
PPC	Projeto Pedagógico do Curso

PUC-Rio	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
SBPC	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SES	Secretaria de Educação Superior
SMS	Segurança, Meio Ambiente e Saúde
SPE	*Society of Petroleum Engineers*
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UENF	Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNESA	Universidade Estácio de Sá
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNISIM	Grupo de Pesquisa em Simulação e Gerenciamento de Reservatórios
UO-BA	Unidade de Operações de Exploração e Produção da Bahia

Histórico e Motivação

Em 25 de abril de 2013, a SPE Seção Brasil e o IBP realizaram o Workshop "Os Desafios da Educação em Engenharia de Petróleo"[2] com o objetivo de promover a discussão, a interação e a troca de experiências entre a Academia, Representantes de Empresas e Governo para o desenvolvimento e formação de profissionais para o mercado de trabalho global. Com 131 participantes de 11 estados brasileiros, o evento foi considerado um sucesso.

Figura 1 - Material gráfico de divulgação do *workshop "Os Desafios da Educação na Engenharia de Petróleo"*

Entre os participantes, estavam representantes das universidades brasileiras, profissionais de Recursos Humanos e formação profissional das empresas, além de engenheiros e estudantes. Foram 18 palestras esclarecedoras do ponto de vista do debate e de sugestões de melhoria sobre as três temáticas no qual foi dividido: grade curricular, interação entre empresas e universidades e, interação entre instituições de ensino superior.

As seguintes constatações/realizações destacaram-se durante o *workshop*:

- A distribuição de idades dos profissionais atuantes na indústria concentra-se na faixa dos 30 a 35 anos (10 a 15 anos de experiência) e de 50 a 55 anos (sendo 30 a 35 de experiência). Um profundo "vale" representa os poucos profissionais com idades entre os 35 e 50 anos. Portanto, o primeiro desafio é formar rapidamente jovens profissionais bem capacitados; o segundo é acelerar o seu aprendizado, para que assumam posições técnicas e de gestão, mitigando o "vale" de mão de obra e vencendo os desafios tecnológicos e de gestão que devem ser superados para que a indústria cresça com sustentabilidade e segurança.
- As empresas do setor de Exploração e Produção (E&P) da indústria do petróleo consideram essencial uma sólida formação nos conhecimentos técnicos específicos para os graduados em Engenharia de Petróleo. O problema identificado é a escolha do que priorizar em termos de conteúdo, considerando a limitação de carga horária. Também, é absolutamente claro o desejo dos alunos de Engenharia de Petróleo de adquirir experiência em práticas e operações de campo. Para isso é necessário intensificar o diálogo com as empresas de modo a proporcionar aos alunos esta oportunidade.
- Atualmente há mais de 60 cursos de graduação em Engenharia de Petróleo registrados no MEC, com milhares de alunos do primeiro ao décimo períodos. Entretanto, a grande diversidade de currículos e a falta de um padrão curricular mínimo de conhecimentos específicos de Engenharia de Petróleo nos cursos constituem uma grande preocupação. Percebe-se ainda que os cursos de Engenharia de Petróleo no Brasil foram criados sem o devido apoio ou supervisão de um órgão capaz de organizar e orientar a área acadêmica da Engenharia de Petróleo, resultando em um cenário de acentuada discrepância nos currículos adotados pelas universidades brasileiras.
- Na percepção dos participantes, o foco excessivamente amplo de alguns currículos, a carência de professores com experiência industrial e um ciclo básico fraco em ciências básicas (Matemática,

[2] http://goo.gl/SUdd4I

Física, Química e Computação) causam um impacto negativo na qualidade dos cursos e, consequentemente, no perfil profissional necessário para competir no mercado de trabalho global.

- Muitos currículos não atendem aos critérios mínimos de conhecimentos e habilidades necessárias à formação de engenheiros de petróleo com o perfil desejado, muito embora os Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPCs) satisfaçam as resoluções do Ministério da Educação (MEC) e do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA).
- A falta de padronização provavelmente decorre do fato de que a composição dos currículos usualmente é fortemente dependente do departamento de engenharia (Mecânica, Minas, Química, Civil, etc.) no qual se originam.
- Devido ao caráter tecnológico das operações de exploração e produção, existe uma dificuldade das instituições de ensino em definir equipamentos para práticas laboratoriais. Existem vários equipamentos para as diversas áreas que englobam a Engenharia de Petróleo e, muitas vezes, esses equipamentos são excessivamente custosos. Nesse sentido, é necessário definir um conjunto básico de equipamentos, financeiramente viáveis, necessários para complementar a formação do aluno.

Para atender à solicitação das universidades e empresas presentes no *workshop*, a SPE Seção Brasil decidiu elaborar uma proposta curricular (este documento) para os cursos de Bacharelado em Engenharia de Petróleo e, para tanto, instituiu o "Fórum Permanente de Estudos Ligados à Educação em Engenharia de Petróleo" com a participação de associados com ampla experiência acadêmica e industrial.

Fórum Permanente de Estudos Ligados à Educação em Engenharia de Petróleo

A proposta do fórum é desenvolver ações em três vertentes consideradas fundamentais para a qualidade dos cursos de Engenharia de Petróleo: (1) currículo mínimo para os cursos de Bacharelado em Engenharia de Petróleo; (2) interação universidade-empresa; (3) integração/intercâmbio entre as diversas instituições de ensino superior.

O fórum foi oficialmente instituído em 04 de setembro de 2013, com a realização da primeira reunião da comissão, tendo como primeira tarefa elaborar uma proposta curricular para os cursos de bacharelado em Engenharia de Petróleo. Entre setembro de 2013 e abril de 2014, foram realizadas 8 (oito) reuniões, nas quais foram avaliados currículos dos cursos de Bacharelado em Engenharia de Petróleo oferecidos por universidades brasileiras e elaborado o presente documento, seguindo o que a comissão entende que sejam as atuais e reais demandas do setor petrolífero brasileiro.

Composição da Comissão

A comissão contou com a participação de uma operadora (Petrobras), duas empresas de serviços (CGG e Halliburton), uma organização privada (IBP) e oito universidades (PUC-Rio, UENF, UFCG, UFF, UFRJ, UFSC, UNESA e UNICAMP). Buscou-se na composição da comissão uma boa representatividade das partes interessadas no resultado deste trabalho. Encontre a seguir uma lista dos membros da comissão que participaram das reuniões de elaboração desta proposta, seguida de um breve resumo das qualificações de cada um.

Farid Shecaira (SPE Seção Brasil / Petrobras)

Presidente da SPE Seção Brasil (2012-2014), Engenheiro Civil pela Universidade de São Paulo (1979), Mestre pela Universidade Federal de Ouro Preto (1988) e Doutor em Engenharia de Petróleo pela Universidade do Texas em Austin (1998). Engenheiro da Petrobras desde 1980, atualmente é Coordenador do Projeto Iara, prospecto exploratório do pré-sal brasileiro.

Rogério Lacerda (SPE Seção Brasil / UFF)

Possui Graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1981), Mestrado (1983) e Doutorado (1993) em Engenharia Química pela COPPE - UFRJ. Professor do Departamento de Engenharia Química e de Petróleo da Universidade Federal Fluminense (UFF) desde 2001. Participou da implantação e coordenação dos cursos de Especialização em Engenharia de Petróleo e Gás Natural e de Graduação em Engenharia de Petróleo da UFF. Diretor de Capítulo Estudantil da SPE Seção Brasil (2012-1014).

Sergio Sousa (SPE Seção Brasil / Halliburton)

Bacharel em Engenharia de Computação (1998) e Mestre em Ciências e Engenharia de Petróleo (2007), ambos pela UNICAMP. É Gerente de Serviços de Gerenciamento de Reservatórios e Operações Inteligentes da Halliburton e Diretor de Educação Continuada da SPE Seção Brasil (2012-2014). Ingressou na Halliburton em 2007. Antes foi sócio-fundador da SHGS Consultoria (2000-2007) e pesquisador no Grupo de Pesquisa em Simulação e Gerenciamento de Reservatórios (UNISIM) da UNICAMP (2004-2007).

Tadeu Vidal (SPE Seção Brasil / CGG)

Tadeu Vidal atua na Indústria do Petróleo desde 1985. Atualmente é Gerente do Centro de Tecnologia da CGG. Sua experiência profissional também inclui passagens por Halliburton, Universidade de Oklahoma e Petrobras. Tadeu tem graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará, Mestrado e Doutorado em Engenharia de Petróleo pela UNICAMP e Universidade de Leoben - Áustria, respectivamente. Possui ainda MBA em Gestão de Negócios pelo Ibmec. Diretor de Comunicação Institucional da SPE Seção Brasil (2012-2014).

Renata Ribeiro (IBP)

Mestre em Sistemas de Gestão - UFF, com MBA em Gestão de E&P - IBP, MBA Gestão de Negócios - Ibmec e Graduação em Jornalismo - FACHA. Com mais de 16 anos de experiência na área de ensino, atua como Gerente de Cursos no IBP há 8 anos, tendo como principais responsabilidades gerir os negócios de treinamento do Instituto e gerenciar pessoas.

Nereu Carlos Milani De Rossi (Petrobras)

Bacharel em Engenharia Eletrônica pela PUC-RS (1977) e Mestre em Engenharia de Petróleo pela UFOP (1986). Trabalha na Petrobras desde 1978, atuando em diversas atividades na área de elevação e escoamento: Engenheiro de Campo, Professor na Universidade Petrobras, Coordenador de Encontros Técnicos e Seminários, Gerente Setorial na UO-BA e Consultor Sênior. Atualmente coordena o curso de formação de Engenheiros de Petróleo na Universidade Petrobras e é professor do curso de Pós-Graduação em Engenharia de Petróleo na UFBA.

Luiz Carlos Scavarda do Carmo (PUC-Rio)

Dr. Luiz Carlos Scavarda do Carmo graduou-se em Engenharia de Telecomunicações (1967) e completou Mestrado e Doutorado em Física pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1970 e 1976). Atualmente é Professor Titular e Vice-Reitor Administrativo da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Recentemente tem se dedicado a Área de Educação em Engenharia e sua relevância para o Desenvolvimento Econômico e social do País.

Sergio Fontoura (PUC-Rio)

Graduação em Engenharia Civil pela PUC-Rio (1972), Mestrado em Engenharia Civil pela PUC-Rio (1974) e Doutorado em Engenharia Civil pela Universidade de Alberta, Canadá (1980). Atualmente é Professor Associado da PUC-Rio. Tem experiência nas áreas de Engenharia Civil, Mineração e de Petróleo com ênfase em Mecânicas das Rochas, atuando principalmente nos seguintes temas: geomecânica, estabilidade de poços, comportamento de folhelhos e engenharia de reservatórios. É Coordenador dos Cursos de Graduação e de Especialização em Engenharia de Petróleo da PUC-Rio.

Adolfo Puime Pires (UENF)

Graduado em Engenharia Química com Mestrado e Doutorado em Engenharia de Petróleo. Trabalhou na Petrobras por 13 anos nas áreas de análise de testes em poços e engenharia de reservatórios. Desde 2006 é Professor Associado da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro e desenvolve pesquisas principalmente em: fluxo em meios porosos, simulação numérica de reservatórios, recuperação avançada de petróleo, análise de testes em poços e termodinâmica de equilíbrio de fases.

André Duarte Bueno (UENF)

Possui Graduação e Mestrado em Engenharia Civil e Doutorado em Engenharia Mecânica pela UFSC (2001). É Professor Associado da UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, desde 2003. Coordena o PRH20 – ANP – Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional de Petróleo e o PFRH20-PETROBRAS. Atua no ensino e pesquisa na área de Modelagem Matemática Computacional Aplicada à Engenharia de Petróleo. Participou de diversos projetos de pesquisa em parcerias com a Petrobras.

Hélio Severiano Ribeiro (UENF)

Geólogo pela UFRRJ (1978). Doutor em Geociências pela UNESP (1991). Geólogo de Petróleo da PETROBRAS (1979-1983) e Camargo Corrêa Petróleo S.A. (1983-1985). Professor Adjunto da UNISINOS-São Leopoldo/RS (1991-1994). Professor Associado do LENEP/UENF desde 1994, lecionando e conduzindo pesquisas em geologia do petróleo e geologia sedimentar, onde já orientou dois doutorados e cinco mestrados. Foi o idealizador, organizador e um dos autores do livro "Estratigrafia de Sequências - Fundamentos e Aplicações".

Adriana Almeida Cutrim (UFCG)

Presidente do Workshop de Engenharia de Petróleo (UFCG); Professora do Curso de Engenharia de Petróleo (UFCG); Pós-Doutora em Química (UFPB/2012); Doutora em Engenharia Metalúrgica e de Materiais (EPUSP/2011); Doutora em Engenharia de Processos (UFCG/ 2008); Mestre em Engenharia Química (UFCG/2005) e Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais (UFCG/2006). Especialização em Engenharia de Produção (UFCG/2007), Especialização em Gestão e Engenharia de Petróleo e Gás (INPG/IBEC2009). Graduada em Engenharia de Materiais (UFCG/ 2003).

Juliana Souza Baioco (UFRJ)

Atualmente é doutoranda do Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ, Mestre em Engenharia Civil com ênfase em Petróleo e Gás pelo PEC/COPPE/UFRJ e graduada em Engenharia de Petróleo pela POLI/UFRJ. Atua como pesquisadora no LAMCSO no projeto de Rota de Dutos Submarinos e no desenvolvimento de metodologias de geração de Diagramas de Restrição para Sondas DP. Desempenha também o papel de Professora Colaboradora no curso de Engenharia de Petróleo da POLI/UFRJ.

Paulo Couto (UFRJ)

Graduado em Engenharia de Produção e Sistemas (1996) e mestre em Engenharia Mecânica (1999) pela UFSC. Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade de Clemson (EUA, 2001-2002) em parceria com a UFSC (2003). Atualmente é Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Industrial da UFRJ e Professor Colaborador na Engenharia Civil da COPPE/UFRJ. Atua principalmente com tecnologia da engenharia de poços e engenharia de reservatórios. Associações profissionais: SPE, ABCM e SBPC.

Virgílio J. M. Ferreira (UFRJ)

Possui Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Juiz de Fora (1982), Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção pela COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro (1990, 1995). Entre julho de 2011 e julho de 2012 foi Pesquisador Visitante na Universidade de Montreal (Canadá). É Professor Associado da UFRJ atuando na Engenharia de Produção e de Petróleo. Sua área de atuação principal é Gestão de Operações e Logística com foco em otimização de sistemas.

Clovis Maliska (UFSC)

Professor do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina com Graduação e Mestrado em Engenharia Mecânica pela UFSC (1973 e 1975) e Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade de Waterloo, Canadá (1981). Atua na área de desenvolvimento e aplicações do método de volumes finitos para escoamentos, principalmente em simulação de reservatórios de petróleo, acoplamento poço-reservatório e escoamentos em meios porosos/geomecânica. Pesquisador 1B do CNPq e Membro da Ordem Nacional do Mérito Científico.

Larissa de Carvalho Alves (UNESA)

Possui Graduação em Engenharia Civil (2000) e Mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2002), Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela UFRJ (2006) e Pós Doutorado pela Escola de Engenharia de São Carlos - USP. Foi pesquisadora da Fundação COPPETEC. É professora e atua como coordenadora geral dos cursos de Engenharia de Petróleo, Engenharia Ambiental e Sanitária e Gestão Ambiental da Universidade Estácio de Sá.

Óscar Javier Celis Ariza (UNESA)

Engenheiro Químico formado pela *Universidad Industrial de Santander* (UIS, Colômbia, 2007). Possui Mestrado (2008) e Doutorado (2012) em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atualmente trabalha na Universidade Estácio de Sá no cargo de Coordenador Pedagógico Nacional dos cursos de Engenharia de Petróleo, Engenharia Química e CST de Petróleo e Gás.

Regiane Burger (UNESA)

Possui Bacharelado em Física Teórico Experimental (1993), Mestrado (1996) e Doutorado (2001) em Ciências pelo Instituto de Física de São Carlos – USP. Atua como Diretora de Exatas e Engenharias da Universidade Estácio de Sá. Desenvolveu competências em gestão de educação superior e utilização de ferramentas educacionais. Promoveu desenvolvimento e atualização de matrizes curriculares dos cursos de graduação e pós graduação. Tem conhecimento de legislação educacional e processos de avaliação do MEC.

Osvair Vidal Trevisan (UNICAMP)

Possui graduação em Engenharia Mecânica (1979), Mestrado em Engenharia Mecânica (1981) e Doutorado em Engenharia Mecânica (1986) todos pela Universidade Estadual de Campinas. Atualmente é Professor Titular da Universidade Estadual de Campinas. Tem experiência nas áreas de Engenharia Mecânica e Engenharia de Petróleo, atuando principalmente nos seguintes temas: escoamento em meios porosos, transferência de calor, engenharia de reservatórios, análise de testes de pressão e recuperação avançada de petróleo. Diretor do Centro de Estudos de Petróleo CEPETRO/UNICAMP desde 2007.

Proposta Curricular

O principal objetivo da criação desta proposta curricular é contribuir para a criação de uma padronização das ementas das diversas instituições que oferecem o curso de graduação em Engenharia de Petróleo, para auxiliar o desenvolvimento de cursos sólidos e de excelência. Um efeito colateral positivo da padronização seria a facilitação da mobilidade acadêmica no nível da graduação, permitindo ao aluno a compatibilização dos créditos obtidos em outra instituição, seja por intercâmbio acadêmico, seja por transferência de universidade.

Outro objetivo direto da proposta é orientar as universidades para as habilidades requeridas de seu quadro docente. Com a definição de quais disciplinas serão contempladas no curso e seu conteúdo programático, é possível direcionar a abertura de contratação/concurso para as determinadas áreas, além de guiar concessão de cursos de reciclagem e/ou extensão ao quadro atual, de acordo com as necessidades observadas.

Durante a elaboração desta proposta curricular, muitas escolhas foram feitas na direção de estabelecer um equilíbrio entre abrangência de conteúdos versus profundidade na abordagem de cada um. Estas escolhas geraram propostas com cargas horárias diferenciadas para cada área e nortearam a definição das ementas para as disciplinas. Esta comissão entende que uma área dinâmica como é a Engenharia de Petróleo exigirá um processo de revisão contínua para atender às novas demandas do mercado para este profissional.

Finalmente, a comissão do fórum acredita que a presente proposta auxiliará a criação/expansão dos cursos de Engenharia de Petróleo no Brasil, uma vez que, através das diretrizes aqui propostas em concomitância com as recomendações/exigências do Ministério da Educação (MEC), é possível efetuar de forma mais eficiente a abertura/expansão dos cursos.

Premissas

As seguintes premissas nortearam a criação desta proposta curricular:

- Formação básica com alto nível científico e técnico;
- Formação geral que permita ao aluno desenvolver sua cultura geral e atuar em um ambiente onde não só o conhecimento técnico-científico é importante, mas também a formação nas áreas humanas e econômicas (*soft skills*);
- Formação profissional com conhecimentos politécnicos nas áreas de geoengenharia de reservatórios, engenharia de poço, processo de produção, tecnologias *offshore*, economia do petróleo, saúde, meio ambiente e segurança;
- Multidisciplinaridade caracterizada pela oferta de disciplinas originadas de diversas áreas da engenharia, geologia e química;
- Sólidas formações teóricas, desenvolvendo a capacidade de compreender a Engenharia de Petróleo como ciência aplicada, de forma a poder participar ativamente de discussões sobre problemas com profissionais de outras áreas;
- Formação básica de caráter generalista, com estruturação multi e interdisciplinar, possibilitando a articulação entre as atividades que compõem a proposta curricular;
- Integração da teoria com a prática de maneira flexível, para desenvolvimento de competências e habilidades que levem o aluno a procurar, interpretar, analisar e selecionar informações, identificar problemas relevantes e realizar projetos de pesquisa através de sólida instrumentalização técnica.

- Permitir a formação de cidadãos críticos, reflexivos, participativos e atuantes, que possam contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população humana e para a conservação de todas as formas de vida do planeta, a partir de ações pautadas em valores éticos e legais;
- Preparar Engenheiros de Petróleo para atender às demandas do mercado de trabalho e suprir as necessidades das diferentes comunidades, participando ativamente do seu desenvolvimento sociocultural e econômico;
- Contribuir para que as diversas instituições de ensino alcancem níveis de excelência no desenvolvimento de suas atividades, produzindo benefícios culturais, científicos e tecnológicos que possam ser revertidos em prol de toda a sociedade.

Diretrizes

As diretrizes estabelecidas por esta proposta estão em consonância com a legislação vigente:

1) CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia – Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973: discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da engenharia e agronomia em nível superior;
2) CNE/CES – Conselho Nacional de Educação / Câmara de Educação Superior – Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002: institui diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em engenharia.
3) MEC/SES – Ministério da Educação / Secretaria de Educação Superior: Referenciais curriculares nacionais dos cursos de bacharelado e licenciatura, de abril de 2010.

A profissão do Engenheiro de Petróleo é reconhecida pelo CONFEA e o Artigo 16 da Resolução nº 218 estabelece que o Engenheiro de Petróleo está habilitado a desempenhar todas as atividades estabelecidas para o exercício profissional da engenharia, "referentes a dimensionamento, avaliação e exploração de jazidas petrolíferas, transportes e industrialização do petróleo; seus serviços afins e correlatos". É importante salientar que esta definição é mais ampla do que a tradicionalmente utilizada no mundo. Alguns exemplos de definição para a profissão seguem:

- **Colorado School of Mines**[3]: “Petroleum Engineers are specialists that access the subsurface liquid and gaseous resources of the Earth. They work with many other disciplines such as geology, geophysics, mechanical engineering, electrical engineering, and many others. A Petroleum Engineer is involved with wellbore construction (Drilling and Completion Engineers), producing the liquids and gasses (Production Engineers), and managing the resources (Reservoir Engineers). The goal of a PE’s work is to maximize resource recovery with respect to environmental and safety impact as well as economic benefit. This can be accomplished starting with initial production through water flooding and enhanced recovery methods. A significant part of a petroleum engineer’s sphere of specialized knowledge are the unconventional hydrocarbon resources such as coal bed methane, low permeable sands, shale gases and liquids, tar sands, oil shales, and hydrates. While Petroleum Engineers have as a primary focus the hydrocarbon resource recovery, they are also involved in many other areas. These include geothermal energy recovery, carbon dioxide sequestration, subsurface waste disposal, scientific drilling operations, and extraterrestrial resources.”

[3] http://goo.gl/8ni8xY (acessado em 25/3/2014)

- **Louisiana State University**[4]: "Petroleum engineers are involved in drilling and petroleum-producing operations. As a petroleum engineer, you will supervise and seek to improve drilling operations that today include the challenge of arctic, jungle, and deep ocean drilling. Petroleum engineers must make thorough studies of geologic and engineering data in order to predict maximum oil and gas recovery as well as ultimate production and production rates."
- **Penn State University**[5]: "The process of making the oil and gas available in the huge quantities needed to sustain our industrial economy and maintain our standard of living is quite challenging. Petroleum engineers are trained to face these challenges. Oil and gas must be discovered: its quantity and production potential must be assessed: optimal extraction methods must be established to maximize recovery; and it must be transported from the point of production to the refinery and then stored. All these processes need to be carried out in an environmentally benign manner. Petroleum engineers must be multi-faceted in order to cover all these various aspects."
- **Prospects**[6]: "A petroleum engineer is involved in nearly all of the stages of oil and gas field evaluation, development and production. The aim of their work is to maximise hydrocarbon recovery at minimum cost while maintaining a strong emphasis on reducing environmental impact."
- **Texas A&M University**[7]: "Petroleum engineering is primarily concerned with the economic extraction of oil, gas and other natural resources from the earth. This is accomplished through the design, drilling and operation of wells and well systems, and the integrated management of the underground reservoirs in which the resources are found."
- **Wikipedia**[8]: "Petroleum engineering is a field of engineering concerned with the activities related to the production of hydrocarbons, which can be either crude oil or natural gas. Exploration and Production are deemed to fall within the upstream sector of the oil and gas industry. Exploration, by earth scientists, and petroleum engineering are the oil and gas industry's two main subsurface disciplines, which focus on maximizing economic recovery of hydrocarbons from subsurface reservoirs. Petroleum geology and geophysics focus on provision of a static description of the hydrocarbon reservoir rock, while petroleum engineering focuses on estimation of the recoverable volume of this resource using a detailed understanding of the physical behavior of oil, water and gas within porous rock at very high pressure."

É possível ver nos exemplos acima que três grandes áreas se destacam na Engenharia de Petróleo: Engenharia de Poços, Engenharia de Reservatórios e Engenharia de Produção. Estas três áreas são o foco do currículo apresentado nesta proposta.

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002) determinam que todo o curso de engenharia, independentemente de sua modalidade, deve possuir em seu currículo um núcleo de **conteúdos básicos**, um núcleo de **conteúdos profissionalizantes** e um núcleo de **conteúdos específicos** que caracterizem a modalidade. As cargas horárias dos núcleos de conteúdos básicos, profissionalizantes e específicos correspondem, respectivamente, a 30%, 15% e 55% da carga horária mínima. Por sua

[4] https://www.pete.lsu.edu/academics/undergraduate/info (acessado em 25/3/2014)
[5] http://www.eme.psu.edu/pnge/career (acessado em 25/3/2014)
[6] http://www.prospects.ac.uk/petroleum_engineer_job_description.htm (acessado em 25/3/2014)
[7] http://engineering.tamu.edu/academics/degrees/undergraduate/pete (acessado em 25/3/2014)
[8] http://en.wikipedia.org/wiki/Petroleum_engineering (acessado em 25/3/2014)

vez, os "Referenciais Curriculares Nacionais dos Cursos de Bacharelado e Licenciatura" (MEC – Ministério da Educação / SES – Secretaria de Educação Superior) recomenda que os cursos de Bacharelado em Engenharia devam ter carga horária mínima de 3.600 h e tempo de integralização de 5 anos. Estas diretrizes apontam para a divisão de horas exibida na Tabela 1.

Tabela 1 - Divisão da carga horária mínima entre os três tipos de conteúdo

Tipo de Conteúdo	Carga Horária (%)	Carga Horária (h)
Básico	30%	1080
Profissionalizante	15%	540
Específico	55%	1980
Total		**3600**

Conteúdos Básicos

Para as disciplinas que compõem o núcleo de conteúdos básicos, foi proposta uma carga horária de 1.200 horas (120 horas a mais que o mínimo de 1.080 horas), com forte ênfase em matemática e física, conforme consta na Tabela 1. Não foram detalhados os conteúdos destas disciplinas e nem se considerou conveniente subdividir ou estabelecer o nome das disciplinas, pois, apesar de ligeiramente diferentes nas várias universidades brasileiras, os tópicos nelas apresentados atendem às demandas de todos os cursos de graduação tradicionais em Engenharia.

Tabela 2 - Carga horária dos conteúdos básicos conforme resolução CNE/SES nº 11 de 11/03/2002

Item da Resolução CNE/CES nº11 de 11/3/2002	Conteúdo	Carga Horária
I	Metodologia Científica e Tecnológica	30
II	Comunicação e Expressão	30
III	Informática	30
IV	Expressão Gráfica	60
V	Matemática	360
VI	Física	270
VII	Fenômenos de Transporte	60
VIII	Mecânica dos Sólidos	30
IX	Eletricidade Aplicada	60
X	Química	60
XI	Ciência e Tecnologia dos Materiais	30
XII	Administração	60
XIII	Economia	60
XIV	Ciências do Ambientes	30
XV	Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania	30
Total		**1200**

Conteúdos Profissionalizantes

As disciplinas que compõem o núcleo de conteúdos profissionalizantes devem dar suporte para o desenvolvimento das disciplinas específicas de Engenharia de Petróleo. Totalizando 540 horas, foram priorizadas ferramentas para facilitar o entendimento dos processos envolvidos na perfuração, completação e estimulação de

poços de petróleo, avaliação, acompanhamento e gerenciamento de reservatórios de petróleo, produção de poços de petróleo e gás, processamento primário de petróleo e transferência de fluidos. A Tabela 3 sugere alguns conteúdos sem a preocupação de especificar nomes de disciplinas, tampouco seu detalhamento, pois a comissão do fórum entende que estas são de domínio das universidades brasileiras.

Tabela 3 - Carga horária dos conteúdos profissionalizantes de acordo com a resolução CNE/CES nº 11 de 11/03/2002

Item da Resolução CNE/CES nº11 de 11/3/2002	Conteúdo	Carga Horária
I	Algoritmo e Estrutura de Dados	30
XI	Ciência dos Materiais	60
XIX	Gestão Ambiental	60
XXIII	Instrumentação	30
XXIV	Máquinas de Fluxo	60
XXIX	Mecânica Aplicada	60
XXX	Métodos Numéricos	60
XLII	Química Orgânica	60
XLVIII	Sistemas Térmicos	60
LI	Termodinâmica Aplicada	60
Total		**540**

Conteúdos Específicos

Para o núcleo de conteúdos específicos, foco desta proposta, foi considerada uma carga horária total de 1.980 horas, correspondentes a 55% da carga horária mínima de 3.600 horas. O estágio curricular, totalizando 160 horas, está incluído na carga horária de conteúdos específicos. A comissão julgou conveniente alocar nesta proposta apenas 1.350 horas das 1.980 disponíveis de forma que as universidades possam completar a formação de seus alunos, observando particularidades regionais de exploração de campos de petróleo e gás e/ou aproveitando a disponibilidade de docentes especialistas em áreas específicas da indústria do petróleo. De forma a garantir um conteúdo mínimo em áreas essenciais da indústria de petróleo *upstream*, optou-se em subdividir os conteúdos específicos em áreas que a comissão julgou importantes para a formação dos engenheiros de petróleo no Brasil (Tabela 4).

Tabela 4 – Divisão da proposta curricular dos conteúdos específicos nas grandes áreas da Engenharia de Petróleo

Grandes Áreas da Engenharia de Petróleo	Número de Disciplinas	Carga Horária
Geociências	3	180
Engenharia de Poços	6	300
Engenharia de Reservatórios	6	300
Processos de Produção	5	300
Gestão do Petróleo	2	150
Modelagem Matemática e Computacional	2	120
Projeto Multidisciplinar	1	60
Total		**1410**

As três grandes áreas da Engenharia de Petróleo – Engenharia de Poços, Engenharia de Reservatórios e Processos de Produção – estão obviamente contempladas nesta proposta. Há um conjunto de disciplinas em Geociências que a comissão entende que seja importante, pois muitos dos dados trabalhados pelos engenheiros de petróleo são gerados por este campo da ciência. Outro importante grupo de disciplinas está sob a área "Gestão do Petróleo" que cobre questões legais, aspectos econômicos, além de tópicos em saúde, segurança e meio ambiente. As disciplinas na área de modelagem matemática e computacional cobrem aspectos relacionados à criação/desenvolvimento de modelos numéricos e computacionais de processos físicos e/ou químicos, típicos da indústria *upstream* de óleo e gás. Finalmente, o projeto multidisciplinar é um trabalho que deve ser desenvolvido integrando conceitos de duas ou mais das três grandes áreas: engenharia de poços, engenharia de reservatórios e processos de produção. Acredita-se que a atuação multidisciplinar seja o futuro da profissão e os novos formandos devem estar preparados desde a graduação para atuar desta forma. Cabe salientar que o projeto multidisciplinar não substitui o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e nem o estágio supervisionado. As seções a seguir detalham as disciplinas (ementa e bibliografia recomendada) presentes nas áreas especificadas na Tabela 4.

Geociências

Conjunto de disciplinas selecionadas para permitir aos engenheiros de petróleo maior interatividade com profissionais de geologia e geofísica. Servem como base para o desenvolvimento das disciplinas das áreas de engenharia de poços e engenharia de reservatórios. Assim, esta proposta contempla três disciplinas de 60 horas cada, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Disciplinas da área de Geociências

Disciplinas	Carga Horária
Geologia do Petróleo	60
Geofísica Aplicada ao E&P	60
Perfilagem	60
Total	**180**

Ementas

Geologia do Petróleo

- Introdução à geologia: ciclo geológico.
- Estrutura da Terra.
- Geologia estrutural.
- Tectônica de Placas.
- Minerais e Rochas.
- Rochas sedimentares.
- Estratigrafia e Sedimentação.
- Tempo geológico.
- Formação de Bacias Sedimentares.
- Geoquímica do Petróleo.
- Plays e Prospectos.
- Sistemas Petrolíferos.
- Modelagem Geológica.

Geofísica Aplicada ao E&P

- Sequência exploratória de uma bacia sedimentar.
- Noções de métodos potenciais aplicados à exploração de petróleo.
- Fundamentos da sísmica de reflexão. Fatores de propagação das ondas elásticas e parâmetros de aquisição de dados.
- Noções de processamento de dados e imageamento.
- Obtenção do campo de velocidades. Relações tempo-profundidade.
- Interpretação de dados geofísicos. A sísmica 3D.
- Atributos sísmicos, mapas de amplitudes, pseudo impedâncias na caracterização de reservatórios.
- Fator fluido (AVO), *geobodies* sísmicos, correlação poço-sísmica-produção. A sísmica 4D.
- Sistemas multicomponentes, microsísmica e monitoramento de fraturas.

Perfilagem

- Propriedades físicas das rochas.
- Ambiente de perfilagem.
- Equipamentos de perfilagem.
- Tipos de perfis:
  - Potencial espontâneo;
  - Raios gama;
  - Elétrico convencional;
  - Indução;
  - Latero-perfis;
  - Microresistividade;
  - Sônico;
  - Densidade Neutrônico.
- Interpretação quantitativa de perfis:
  - Fator de formação;

- Fórmula de Archie;
- Gradiente geotérmico;
- Cálculo de resistividade e saturação de água.
- Interpretação qualitativa de perfis.
- Outros perfis a poço aberto:
  - Ressonância magnética nuclear;
  - Espectrometria de raios gama;
  - Perfis de mergulho – *Dipmeter*;
  - Perfis de imagens;
  - Amostragem lateral.
- Perfilagem a poço revestido:
  - *Production Logging Tool* (*continuous* flowmeter, gradiomanômetro, densidade, *hydro-log* e *temperature*);
  - *Pulse neutronlogging*;
  - Perfis de testes a cabo.

Bibliografia Recomendada

BJøRLYKKE, K. **Sedimentology and Petroleum Geology**. Tradução de Beverly Wahl. 1st. ed. [S.l.]: Springer, 1989. 363 p.

LINK, P. K. **Basic Petroleum Geology**. 3rd. ed. [S.l.]: PenWell Books, 2007. 443 p.

MAGOON, L. B.; DOW, W. G. (Eds.). **The Petroleum System:** From Source to Trap. [S.l.]: American Association of Petroleum Geologists, v. 60, 1994. 655 p.

POPP, J. H. **Geologia Geral**. 6ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010. 322 p.

PRESS, F. et al. **Para Entender a Terra**. Tradução de Rualdo Menegat; Paulo César Dávila Fernandes, *et al.* 4ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 656 p.

SKINNER, B. J.; PORTER, S. C. **Physical Geology**. [S.l.]: John Wiley & Sons Inc., 1987. 750 p.

TEIXEIRA, W. et al. **Decifrando a Terra**. 2ª. ed. [S.l.]: IBEP Nacional, 2008. 558 p.

TISSOT, B. P.; WELTE, D. H. **Petroleum Formation and Occurrence:** A New Approach to Oil and Gas Exploration. New York: Springer Berlin Heidelberg, 1978.

Engenharia de Poços

Na seleção das disciplinas de engenharia de poços (Tabela 6), buscou-se contemplar as atividades de perfuração e completação de poços. As disciplinas de "Fluidos de Perfuração e Completação", "Geomecânica e Estabilidade de Poços" e "Estimulação de Poços" complementam os conteúdos citados anteriormente. As 60 horas alocadas para a disciplina "Fluidos de Perfuração e Completação" preveem 30 horas de teoria e 30 horas de prática.

Tabela 6 – Disciplinas da área de Engenharia de Poços

Disciplinas	Carga Horária
Perfuração I	60
Perfuração II	60
Completação	60
Fluidos de Perfuração e Completação	60
Geomecânica e Estabilidade de Poços	30
Estimulação de Poços	30
Total	**300**

Ementas

Perfuração I

- Introdução à perfuração.
- Sondas e equipamentos de sonda:
  - Tipos de sonda;
  - Sistema de geração e transmissão de energia;
  - Sistema de movimentação de cargas;
  - Sistema de rotação;
  - Sistema de circulação e tratamento de fluido;
  - Sistema de segurança;
  - Sistema de monitoramento.
- Brocas:
  - Tipo;
  - Classificação;
  - Desgaste.
- Início de poço:
  - Início de poço terrestre;
  - Início de poço submarino.
- Resistência em elementos tubulares:
  - Introdução à resistência dos materiais;
  - Introdução à mecânica de tubos;
  - Tração, pressão interna, pressão externa e torção;
  - Esforços combinados.
- Coluna de perfuração:
  - Elementos tubulares;
  - Especificação;
  - Conexões, acessório e manuseio;
  - Carregamentos típicos;
  - Elongação da coluna;
  - Linha neutra;
  - Flambagem;
  - Vibração;
  - Dimensionamento.
- Colunas de revestimento:
  - Funções;
  - Especificação;
  - Conexões, acessórios e manuseio;
  - Carregamentos típicos;
  - Flambagem;
  - Dimensionamento.
- Cimentação primária:
  - Função;
  - Operação;
  - Fatores que afetam a cimentação;
  - Aditivos;
  - Teste de pasta;
  - Volumetria e densidade da pasta;
  - Especificação.

Perfuração II

- Perfuração direcional:
  - Projeto de poço direcional;
  - Ferramentas;
  - Acompanhamento.
- Perfuração marítima:
  - Noções de posicionamento dinâmico e ancoragem em sondas;
  - E.S.C.P. (Equipamentos de Controle e Segurança de Poço);
  - Conectores hidráulicos;
  - Desconexão de Emergência;
- Sistema de *riser* de perfuração;
  - Tensionador de *riser* e compensador de movimentos.
- Tópicos especiais:
  - Otimização da perfuração;
  - Pescaria;
  - Controle de poço;
  - Testemunhagem;
  - Teste de formação;
  - Poços HPHT;
  - Poços não convencionais.

Completação

- Introdução à completação de poços:
  - Conceito;
  - Tipos;
  - Etapas.
- Equipamentos da cabeça de poço para completação:
  - Equipamentos de superfície para completação seca;
  - Equipamentos de subsuperfície para completação molhada.
- Coluna de produção:
  - Funções;
  - Componentes;
  - Tipos de colunas usuais;
  - Descida da coluna de produção;
  - Dimensionamento.
- Avaliação da cimentação:
  - Técnicas de avaliação;
  - Revisão dos princípios acústicos;
  - Ferramentas sônicas e ultra-sônicas.
- Operações com cimento na completação:
  - Fundamentos teóricos;
  - Operação com cimento;
  - Recimentação;
  - Tampões.
- Canhoneio:
  - Componentes básicos;
  - Técnicas;
  - Aplicações.
- Operações com arame e flexitubo:
  - Unidades;
  - Ferramentas;
  - Operações.
- Tópicos especiais:
  - Controle de produção de areia;
  - Barreiras de segurança;
  - Operações de *workover*;
  - Completação inteligente.

Fluidos de Perfuração e Completação

- Fundamentos de Fluidos de Perfuração:
  - Introdução e definição de fluidos de perfuração;
  - Histórico;
  - Funções;
  - Tipos.
- Sistemas terrestre e marítimo de circulação de fluidos.
- Química Coloidal:
  - Definição de coloide e a relação entre química coloidal e perfuração;
  - Fenômenos interfaciais (dupla camada elétrica, potencial zeta, molhabilidade, capilaridade...);
  - Surfactantes, detergentes, agentes molhantes...;
  - Emulsões (características, estabilidade e agentes emulsificantes/ desemulsificantes).

- Interface Rocha-Fluido:
  - Folhelhos;
  - Arenitos;
  - Evaporitos;
  - Carbonatos.
- Fluidos Aquosos:
  - Composição;
  - Testes laboratoriais;
  - Peculiaridades e possíveis contaminações.
- Fluidos Não Aquosos:
  - Composição;
  - Testes laboratoriais;
  - Peculiaridades e possíveis contaminações.
- Dano à Formação:
  - Modelos de filtração;
  - Mecanismos de dano à filtração.
- Reologia:
  - Tipos de regime de fluxo;
  - Taxa de deformação;
  - Tensão cisalhante;
  - Reogramas para Fluidos Newtonianos, Binghamianos, de Potência e Potência Modificada;
  - Tixotropia;
  - Influência da temperatura, pressão e composição do fluido nos aspectos reológicos.
- Hidráulica de Poço e Limpeza de Poço:
  - Cálculos de pressão;
  - Limpeza de poço.
- Controle de Sólidos e Outros Contaminantes:
  - Introdução e arranjo de tanques;
  - Peneiras vibratórias;
  - Hidrociclones;
  - Centrífugas decantadoras;
  - Secadores de cascalho;
  - Descarte de fluido e cascalhos.
- Problemas de Poços:
  - *Kick* e *blowout*;
  - Perda de circulação;
  - Prisão de coluna;
  - Obstrução de anular;
  - Enceramento;
  - Hidrato;
  - *Washout*;
  - Gases ácidos;
  - Topada de coluna.
- Fundamentos de Fluidos de Completação:
  - Definição;
  - Tipos de fluidos de completação;
  - Aditivos e composição de fluidos de completção;
  - Condicionamento do poço.

Geomecânica e Estabilidade de Poços

- Introdução à Mecânica das Rochas:
  - Aplicação da Mecânica das Rochas;
  - Natureza das Rochas.
- Minerais, Classificação, Intemperismo e Propriedades das rochas:
  - Minerais de rocha;
  - Classificação das rochas;
  - Alterabilidade e grau de intemperismo das rochas;
- Propriedades das rochas:
  - Peso específico;
  - Porosidade;
  - Velocidade de propagação de onda (grau de fissuramento da rocha);
  - Alterabilidade e durabilidade;
  - Resistência;
  - Permeabilidade;
- Propriedades de Resistência e Deformabilidade de Rochas, Descontinuidade e Maciços Rochosos.
  - Propriedades de resistência das rochas:
    - Ensaios de resistência de rochas em laboratório, ensaio de compressão uniaxial e triaxial, ensaio de tração, ensaio de tenacidade;
    - Comportamento tensão-deformação de rochas sob compressão: hidrostática e cisalhamento;
    - Efeito de pressão confinante;

- Critério de ruptura: critério de Mohr-Coulomb, critério de Griffith, critérios de ruptura empíricos;
- Efeito de anisotropia.
- Propriedades de resistência de descontinuidades;
- Deformabilidade das rochas;
- Classificação e caracterização de maciços rochosos.

Estimulação de Poços

- Tratamentos químicos.
- Dano de formação:
  - Ocorrências;
  - Causas;
  - Tipos de dano.
- Tratamentos para remoção de dano.
- Projeto de tratamentos matriciais em arenitos e carbonato:
  - Seleção dos fluidos de tratamento;
  - Dimensionamento.
- Projeto de remoção de incrustação inorgânica e depósitos orgânicos.
  - Fraturamento hidráulico:
- Aspectos gerais;
- Poços candidatos ao faturamento hidráulico;
- Mecânica das rochas aplicada ao faturamento hidráulico;
- Fluido de faturamento:
  - Reologia do fluido;
  - Aditivos.
- Agente de sustentação:
  - Tipos;
  - Propriedades;
  - Seleção.
- Técnicas de faturamento:
  - Através do revestimento;
  - Seletivo com bolas selantes;
  - Entrada limitada;
  - TSO.
- Fraturamento ácido.
- Testes de Calibração: TI, *step rate test* e *step down test*, *minifrac* e interpretação do *minifrac*.
- Simuladores de faturamento.

Bibliografia Recomendada

BELLARBY, J. **Well Completion Design**. 1st. ed. Amsterdam: Elsevier, v. 56 (Developments in Petroleum Science), 2009. 726 p.

BOURGOYNE JR, A. T. et al. **Applied Drilling Engineering**. [S.l.]: Society of Petroleum Engineers, v. 2, 1986. 502 p.

CAENN, R.; DARLEY, H. C. H.; GRAY, G. R. **Composition and Properties of Drilling and Completion Fluids**. 6th. ed. Waltham: Gulf Professional Publishing (Elsevier), 2011. 720 p.

NAUROY, J. F. **Geomechanics Applied to The Petroleum Industry**. [S.l.]: Editions Technip, 2011. 198 p.

ROCHA, L. A. S.; AZEVEDO, C. T. D. **Projetos de Poços de Petróleo:** Geopressões e Assentamento de Colunas de Revestimentos. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2009. 562 p.

SANTOS, R. A. A. V. **Perfuração Direcional**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 342 p.

ZOBACK, M. D. **Reservoir Geomechanics**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

Engenharia de Reservatórios

A área de reservatórios inclui disciplinas relacionadas às propriedades dos fluidos e das rochas, escoamento em meios porosos, mecanismos de produção de reservatórios, previsão de comportamentos de reservatórios, estimativa de reservas, simulação de reservatórios e avaliação de formações. A disciplina de "Propriedades das Rochas" prevê 30 horas teóricas e 30 horas práticas.

Tabela 7 – Disciplinas da área de Engenharia de Reservatórios

Disciplinas	Carga Horária
Propriedades dos Fluidos	30
Propriedades das Rochas	60
Engenharia de Reservatórios I	60
Engenharia de Reservatórios II	60
Simulação Numérica de Reservatórios	30
Avaliação de Formações	60
Total	**300**

Ementas

Propriedades dos Fluidos

- Composição, variáveis e definições.
- Misturas e soluções.
- Propriedades dos gases.
- Equação de estado.
- Fator volume de formação e razão de solubilidade.
- Fator volume de formação de duas fases.
- Viscosidade e grau API.
- Análise PVT: Bo, RGO, liberação flash, diferencial, etc.
- Correlações.
- Emulsões.
- Reologia.

Propriedades das Rochas

- Componentes da rocha;
- Porosidade;
- Compressibilidade;
- Saturação de fluidos;
- Permeabilidade;
- Permeabilidade relativa;
- Capilaridade e pressão capilar;
- Molhabilidade;
- Processos de embebição e drenagem;
- Função J de Leverett.

Engenharia de Reservatórios I

- Escoamento de Fluidos em Meios Porosos
  - Equação da difusividade hidráulica, equação da conservação da massa, equação de Darcy e equação de estado;
  - Fluxo linear e fluxo radial;
  - Fluxo multifásico;
- Índice de produtividade, razão de dano e razão de produtividade;
- Raio efetivo de um poço;
- Reservatórios naturalmente fraturados;
- Produtividade de poços verticais:
  - Cone de água ou gás em poços verticais.
- Produtividade de poços horizontais.

- Classificação de Reservatórios:
  - Envelope de fases;
  - Reservatórios de óleo, gás, óleo-água, etc.
- Mecanismos de Produção de Reservatórios:
  - Gás em solução;
  - Capa de gás;
  - Compressibilidade;
  - Influxo de água:
    - Aquíferos radiais e lineares;
    - Modelo de Van Everdinger e Hurst;
    - Modelo aproximado de Fetkovich;
    - Modelo de Carter-Tracy.
    - Modelo de Leung;
    - Modelo de influxo de água de fundo;
- Mecanismos combinados.

Engenharia de Reservatórios II

- Previsão de Comportamento de Reservatórios de Óleo e Gás
  - Balanço de materiais:
    - Balanço de materiais em reservatórios de gás;
    - Balanço de materiais em reservatórios de óleo;
    - Equação generalizada;
    - Linearização da equação de balanço;
    - Reservatórios com gás em solução;
    - Reservatórios com capa de gás;
    - Reservatórios com mecanismo de influxo de água.
  - Análise de curvas de declínio;
  - Ajuste de histórico;
  - Métodos Convencionais de Recuperação;
  - Métodos Especiais de Recuperação;
  - Estimativa de Reservas.

Simulação Numérica de Reservatórios

- Modelo Conceitual.
- Modelo Matemático (Equações Diferenciais Básicas).
- Modelo Numérico:
  - Discretização das Equações;
  - Tipos de Formulação.
- Modelo Computacional:
  - Dados de Entrada / Pré-processamento;
  - Montagem dos Sistemas de Equações;
  - Solução dos Sistemas de Equações;
  - Saída dos Resultados;
  - Pós-processamento.
- Modelagem de Reservatórios:
  - Ajuste histórico;
  - Atualização dos Modelos;
  - Previsão do Comportamento.
- Noções de simulação em linha de fluxo.
- Aplicação Prática (Simulação Black Oil).
- Análise do Valor da Informação.

Avaliação de Formações

- Testes de Formação:
  - Equipamentos;
  - Procedimentos.
- Escoamento transiente em meio poroso:
  - Modelo linear e Modelo radial.
- Efeitos de película.
- Interpretação de testes de vazão.
- Testes de crescimento de pressão.
- Testes de poços não surgentes.
- Outros tipos de testes:
  - Interferência;
  - *Fall-off*;
  - Poços de gás;
  - Reservatórios fraturados.

Bibliografia Recomendada

AHMED, T. H. **Reservoir Engineering Handbook**. 3rd. ed. Burlington, MA, USA: Gulf Professional Publishing, Elsevier, 2010. 1376 p.

AZIZ, K.; SETTARI, A. **Petroleum Reservoir Simulation**. Essex: Kluwer Academic Publishers, 1979. 497 p.

DAKE, L. P. **Fundamentals of Reservoir Engineering**. Amsterdam: Elsevier, v. 8 (Developments in Petroleum Science), 1983. 462 p.

FANCHI, J. R. **Principles of Applied Reservoir Simulation**. 3rd. ed. Burlington: Gulf Professional Publishing (Elsevier), 2005. 532 p.

MCCAIN, W. D. **The Properties of Petroleum Fluids**. 2nd. ed. Tulsa: PennWell Books, 1990. 548 p.

ROSA, A. J.; CARVALHO, R. D. S.; XAVIER, J. A. D. **Engenharia de Reservatórios de Petróleo**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2006. 808 p.

SATTER, A.; IGBAL, G. M.; BUCHWALTER, J. L. **Practical Enhanced Reservoir Engineering:** Assisted with Simulation Software. Tulsa: PennWell Corporation, 2007. 706 p.

Processos de Produção

Esta área de Engenharia de Petróleo inclui disciplinas relacionadas ao escoamento de petróleo e gás através de tubulações desde o fundo do poço até as facilidades de produção. Inclui equipamentos de elevação artificial de petróleo e equipamentos submarinos utilizados na produção de campos marítimos. Contém também procedimentos e equipamentos utilizados na separação, tratamento e transferência dos fluidos produzidos (vide Tabela 8).

Tabela 8 - Disciplinas da área de Processos de Produção

Disciplinas	Carga Horária
Escoamento de Petróleo	60
Garantia de Escoamento	60
Métodos de Elevação De Petróleo	60
Processamento Primário de Petróleo	60
Fundamentos de Engenharia Naval e Submarina	60
Total	**300**

Ementas

Escoamento de Petróleo

- Escoamento Monofásico:
  - Equações do balanço de massa, momento e energia;
  - Gradiente de fricção;
  - Determinação de coeficientes de atrito;
  - Diagrama de Moody.
- Escoamento Multifásico:
  - Definição de variáveis para o escoamento multifásico;
  - Adaptação das equações de balanço de massa, momento e energia;
  - Padrões de escoamento;
  - Modelagem física (hidrodinâmica, termodinâmica, transferência de calor);
  - Correlações para o escoamento vertical, horizontal e inclinado, modelos mecanicistas;
  - Escoamento através de restrições;
  - Escoamentos transientes e ocorrência de golfada severa.
- Simulação de escoamento.

Garantia de Escoamento

- Conceitos relevantes na garantia de Escoamento:
  - Análise Térmica;
  - Escoamento em Estado Estacionário;
  - Transiente Hidráulico;
  - Propriedades dos Fluidos Produzidos, etc.
- Transferência de Calor e Isolamento Térmico:
  - Coeficiente global de transferência de calor;
  - Perfil de temperatura em tubulações para regime permanente;
  - Análise transiente;
  - Técnicas de gerenciamento de temperatura no escoamento.
- Parafinas e Asfaltenos:

- Conceitos e influência no escoamento;
- Previsão da deposição, prevenção e remediação.
- Hidratos:
  - Conceitos, causas e ocorrências;
  - Previsão da deposição, prevenção e remediação.
- Incrustações:
  - Conceitos, principais tipos, causas e ocorrências;
  - Previsão de potencial de precipitação, prevenção e remoção.
- Corrosão:
  - Conceitos, causas e ocorrências;
  - Prevenção da corrosão por gases ácidos.
- Erosão:
  - Conceitos, causas e ocorrências;
  - Gerenciamento da produção de areia.

Métodos de Elevação de Petróleo

- Sistemas de Produção:
  - Produção de campos em terra (*onshore*);
  - Produção de campos no mar (*offshore*).
- Análise nodal aplicada à produção:
  - Escolha do nó;
  - Traçado das curvas de pressões necessárias vs. vazão;
  - Traçado das curvas de pressões disponíveis vs. vazão.
- Elevação Natural:
  - Escoamento em meio poroso (Curva de IPR);
  - Escoamento na coluna de produção (Curva de TPR);
  - Escoamento na linha de produção;
  - Escoamento no *riser* de produção;
  - Escoamento através de *manifolds*;
  - Escoamento utilizando *chokes*.
- Gas-Lift Contínuo (GLC):
  - Conceitos, sistema de *gas-lift*, tipos de instalações;
  - Válvulas de *gas-lift*;
  - Razão gás-líquido ótima e econômica;
  - Comportamento das válvulas;
  - Dimensionamento de um poço para o GLC;
  - Otimização de um sistema de poços produzindo por GLC.
- *Gas-Lift* Intermitente (GLI):
  - Conceitos, aplicações;
  - Ciclo de intermitência;
  - Dimensionamento de um poço para o GLI;
  - Acompanhamento de poços produzindo por GLI;
  - *PlungerLift*.
- Bombeio Mecânico:
  - Conceitos, sistema de bombeio mecânico;
  - Bomba de subsuperfície (tipos, componentes, ciclo de operação);
  - Coluna de hastes (características, cargas estáticas e dinâmicas);
  - Carta dinamométrica;

- Unidade de bombeio (componentes, tipos, cinemática da unidade);
- Dimensionamento de um poço para o bombeio mecânico;
- Problemas operacionais (interferência de gás, fluidos viscosos).

- Bombeio por Cavidades Progressivas (BCP):
  - Conceitos, sistema de BCP, princípio de funcionamento.
  - Bomba de subsuperfície (tipos, componentes, aplicações, curvas características).
  - Coluna de hastes (tipos, características, cargas).
  - Cabeçote (tipos, características).
  - Dimensionamento de um poço para o BCP,
- Bombeio Centrífugo Submerso (BCS):
  - Conceitos, sistema de BCS, características do método;
  - Bomba (tipos, partes, curvas características);
  - Tipos de admissão e aplicações;
  - Separadores de gás de fundo de poço;
  - Selo protetor e funções;
  - Motores elétricos;
  - Cabos e conectores elétricos;
  - Equipamentos de superfície (quadro de comando, transformadores, VSD's);
  - Dimensionamento de um poço para o BCS;
  - Variantes do BCS (BCSS, Skid-BCSS, MOBO, VASPS);
  - Acompanhamento de poços produzindo por BCS.

Processamento Primário de Petróleo

- Esquemas de processamento primário.
- Separação de fases: temperatura, pressão e número de estágios de separação.
- Separação gravitacional:
  - Equipamentos;
  - Dimensionamento de separadores;
  - Condições ótimas de separação.
- Tratamento do gás produzido:
  - Equipamentos;
  - Desidratação;
  - Adoçamento;
  - Unidades de Processamento de Gás Natural.
- Tratamento do óleo produzido:
  - Equipamentos;
  - Tratamento termoquímico;
  - Tratamento eletrostático;
  - Dessalgação;
  - Estabilização do óleo.
- Tratamento da água produzida:
  - Equipamentos;
  - Legislação para descarte de água produzida;
  - Sistemas de tratamento de água produzida em terra;
  - Sistemas de tratamento de água produzida no mar.
- Tratamento da água de injeção:
  - Captação;
  - Injeção de água produzida;

- Requisitos necessários;
- Especificações;
- Monitoração da qualidade.
- Sistemas de bombeio:
  - Arranjo geral das instalações de superfície;
  - Tipos de bombas;
  - Curvas de performance;
  - Controle de capacidade;
  - Critérios de seleção;
  - Sistemas de bombeio das instalações de superfície.
- Sistemas de compressão:
  - Tipos de compressores;
  - Termodinâmica da compressão;
  - Curvas características;
  - Sistemas de compressão em instalações de superfície;
  - Sistemas de alívio e descarte de hidrocarbonetos gasosos.

Fundamentos de Engenharia Naval e Submarina

- Introdução à Produção *Offshore* e à Engenharia Submarina.
- Unidades Estacionárias de Produção.
- Sistemas de ancoragem e de posicionamento dinâmico.
- Embarcações de apoio às operações *offshore*.
- Operações com mergulho humano e com veículos de operação remota (ROV).
- Dutos Submarinos rígidos e flexíveis:
  - Características;
  - Aplicações;
  - Dimensionamento;
  - Instalação;
  - Integridade.
- Umbilicais submarinos.
- Sistemas de *risers* de produção.
- Equipamentos Submarinos:
  - Válvulas submarinas;
  - Árvore de natal molhada;
  - *Manifolds* Submarinos;
  - Sistemas de controle e monitoramento;
  - Instalação e recuperação;
  - Sistemas de conexão.
    - Sistemas de bombeamento submarino.
    - Sistemas de processamento submarino.
    - Arranjos submarinos.
    - Descomissionamento de sistemas submarinos.

Bibliografia Recomendada

ARNOLD, K. E. (Ed.). **Facilities and Construction Engineering (Petroleum Engineering Handbook)**. Richardson: Society of Petroleum Engineers, v. III, 2007. 605 p. ISBN 978-1-55563-116-1.

BEGGS, H. D. **Production Optimization Using Nodal Analysis**. 2nd. ed. [S.l.]: Oil & Gas Consultants International, 2008. 411 p.

BRILL, J. P.; BEGGS, H. D. **Two-Phase Flow in Pipes**. 6th. ed. Tulsa: [s.n.], 1991.

CHAKRABARTI, S. (Ed.). **Handbook of Offshore Engineering (Elsevier Ocean Engineering Series)**. 1st. ed. Amsterdam: Elsevier B.V., 2005. 1321 p. ISBN 0-08-044381-8.

ECONOMIDES, M. J. et al. **Petroleum Production Systems**. 2nd. ed. Westford: Prentice Hall, 2012. 848 p.

GUO, B.; LYONS, W. C.; GHALAMBOR, A. **Petroleum Production Engineering:** A Computer-Assisted Approach. 1st. ed. [S.l.]: Gulf Professional Publishing, 2007. 312 p.

JAHN, F.; COOK, M.; GRAHAM, M. **Hydrocarbon Exploration and Production (Developments in Petroleum Science)**. 2nd. ed. Amsterdam: Elsevier B.V., v. 55, 2008. 456 p. ISBN 978-0-444-53236-7.

LANE, W. **Artificial Lift Methods (Well Servicing and Workover Series)**. 2nd. ed. Austin: Petroleum Extension Service, v. Lesson 5, 2013. 184 p. ISBN 978-0-88698-258-4.

Gestão do Petróleo

A área de gestão do petróleo envolve conhecimentos em três disciplinas principais: (a) direito, (b) economia e (c) Segurança, Saúde e Meio Ambiente (SMS),, conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 - Disciplinas da área de Gestão do Petróleo

Disciplinas	Carga Horária
Direito do Petróleo	30
Economia do Petróleo	60
SMS na Indústria do Petróleo	60
Total	**150**

Ementas

Direito do Petróleo

- Noções básicas do direito administrativo, direito tributário e direito civil aplicado ao direito do petróleo.
- Direito de águas e petróleo: o domínio público, águas públicas (energia hidráulica), jazidas (petróleo, minérios, energia nuclear).
- Propriedade: O problema da propriedade em relação à instalação de atividades petrolíferas.
- Lei do petróleo e suas regulamentações.
- Direito internacional relacionado ao petróleo.
- O papel do Engenheiro de Petróleo à luz do direito.

Economia do Petróleo

- Introdução à Economia.
- Geopolítica energética e geopolítica do petróleo:
  - História econômica do setor de hidrocarbonetos e evolução dos sistemas tecnológicos de E&P;
  - As crises do petróleo e seus desdobramentos.
- Estratégias de empresa e políticas governamentais para o setor petrolífero.
- Competição e regulação na indústria do petróleo.
- Concessões, licenças, parcerias e *joint ventures*.
- Gestão de Projetos de Óleo e Gás.
  - Fundamentos de Engenharia Econômica:
    - Valor do dinheiro no tempo;
    - Cálculo de juros:
      - Taxas de juros reais;
      - Taxas de juros nominais.
    - Fluxos de Caixa:
      - Taxa de desconto, valor presente, valor futuro, TIR;
      - Equivalência de fluxos de caixa.
  - Análise Sob Condições de Risco:
    - Decisão sobre condições de risco e incerteza;
    - Valor esperado / valor monetário esperado;
    - Probabilidade: teoremas da adição, multiplicação e de Bayes;
    - Árvore de decisão;
    - Simulação: Método de Monte Carlo
  - Análise de Investimentos;
    - Critérios para a avaliação econômica de projetos;
    - Escolha entre alternativas de investimentos;
    - Carteira de projetos.
  - Avaliação Econômica de Projetos:
    - Elementos do fluxo de caixa de um projeto de óleo e gás:
      - CAPEX e OPEX;
      - Tributos e taxas (royalties e participação especial).

SMS na Indústria do Petróleo

- Engenharia de Segurança de Sistemas: saúde e segurança do trabalho, sistemas de gestão ambiental, sistemas de gestão integrada.
- Noções de higiene, segurança e ergonomia.
- Promoção da saúde do trabalhador: produtividade, responsabilidade social, redução de custo social e empresarial.
- Ato e condição insegura: teorias das causas dos acidentes de trabalho.
- Procedimentos e requisitos de segurança. Equipamento de proteção coletiva (EPC) e individual (EPI).
- Critérios de projeto e de especificação técnica para instalações em áreas classificadas.
- Instalação, manutenção e inspeção em áreas classificadas.
- Sistemas de proteção e combate a incêndios.
- Meio Ambiente e Sensibilidade dos Ecossistemas
- Características Tecnológicas da Produção de O&G e Riscos Associados.
- Principais Acidentes da História do Petróleo e Impactos Observados.
- Planos de Emergência Individual e por Vazamento de Óleo
- A nova indústria dos ativos não-convencionais e os riscos ambientais associados.
- Passivos Ambientais.
- Seguro Ambiental.
- Gerenciamento de Riscos. Ferramental para Avaliação de Riscos.
- Etapas do Processo de Licenciamento dos Empreendimentos de E&P no Brasil
- Estudos Prévios e Relatórios de Impacto Ambiental

Bibliografia Recomendada

BARBOSA FILHO, A. N. **Segurança do Trabalho e Gestão Ambiental**. 4ª. ed. [S.l.]: Atlas, 2001. 158 p.

BARBOSA, A. R.; BITELLI, M. A. S. (Eds.). **Coletânea de Petróleo e Gás**. [S.l.]: Revista dos Tribunais, 2004. 352 p.

BARBOSA, E. M. **Introdução ao Direito Ambiental**. 1ª. ed. Campina Grande: EDUFCG, 2007.

BEGA, E. A. et al. **Instrumentação Industrial**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência e IBP, 2006.

BRAUER, R. L. **Safety and Health for Engineers, 2nd Edition**. 2nd. ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc., 2006. 758 p.

BUCHEB, J. A. **Direito do Petróleo:** A Regulação das Atividades de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural no Brasil. 1ª. ed. [S.l.]: Lumen Juris, 2007.

REDMILL, F.; ANDERSON, T. (Eds.). **Developments in Risk-based Approaches to Safety:** Proceedings of the Fourteenth Safety-citical Systems Symposium, Bristol, UK, 7-9 February 2006. Bristol, UK: Springer, 2007. 302 p.

SAMUELSON, P. A.; NORDHAUS, W. D. **Introdução à Economia**. [S.l.]: McGraw-Hill, 2005.

SILVA, C. R. L. D.; LUIZ, S. **Economia e Mercados:** Introdução à Economia. 19ª. ed. [S.l.]: Editora Saraiva, 2010. 220 p.

SOUZA, N. D. J. D. **Economia Básica**. São Paulo: Editora Atlas, 2007. 284 p.

ZOCCHIO, Á. **Prática da Prevenção de Acidentes:** ABC da Segurança do Trabalho. 7ª. ed. [S.l.]: Editora Atlas, 2002. 280 p.

Modelagem Matemática e Computacional

As disciplinas desta área fornecem ferramentas para a construção de simuladores dos fenômenos e processos típicos da indústria do petróleo e gás. As disciplinas e cargas horárias sugeridas estão resumidas na Tabela 10.

Tabela 10 – Disciplinas da área de Modelagem Matemática e Computacional

Disciplinas	Carga Horária
Modelagem Matemática e Computacional I	60
Modelagem Matemática e Computacional II	60
Total	**120**

Ementas

Modelagem Matemática e Computacional I

- Conceitos de modelagem matemática aplicados à Engenharia de Petróleo.
- Equações Diferenciais Parciais (EDP´s):
  - EDP´s de primeira ordem;
  - EDP´s de segunda ordem;
  - Modelos clássicos aplicados a processos ondulatórios;
  - Processos difusivos (calor e pressão);
  - Regime transiente e dominado por fronteiras.
- Métodos Analíticos da Solução de EDP´s:
  - Problema de Cauchy;
  - Problemas mistos;
  - Método de Laplace;
  - Método de Fourier;
  - Outros (opcionais):
    - Método da função de Green;
    - Método das características.
- ***Exemplos:*** processos ondulatórios, processos difusivos (calor e pressão), regime transiente e dominado por fronteiras, advecção, fluxo em meios porosos.

Modelagem Matemática e Computacional II

- Métodos Numéricos para Solução de EDP's:
  - Método das Diferenças Finitas;
  - Método dos Elementos Finitos;
  - Método de Volumes Finitos.
- ***Exemplos:*** processos ondulatórios, processos difusivos (calor e pressão), regime transiente e dominado por fronteiras, advecção, fluxo em meios porosos.
- ***Recomendação:*** Ligar alguma disciplina de programação para auxiliar os alunos em projetos práticos de desenvolvimento de simuladores aplicados à Engenharia de Petróleo.

Bibliografia Recomendada

BOYCE, W. E.; DIPRIMA, R. C. **Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno**. 9ª. ed. [S.l.]: [s.n.], 2010. 624 p.

BUTKOV, E. **Física Matemática**. 1ª. ed. [S.l.]: Editora LTC, 1988.

CORMEN, T. H. et al. **Algoritmos:** Teoria e Prática. 3ª. ed. [S.l.]: Campus (Elsevier), 2012. 944 p.

CUMINATO, J. A.; MENEGUETTE JR, M. **Discretização de Equações Diferenciais Parciais:** Técnicas de Diferenças Finitas. Rio de Janeiro: SBMAC, v. 1, 1999. 200 p.

FOWLER, M. J. **UML Essencial:** Um breve guia para a linguagem padrão da modelagem de objetos. 3ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 160 p.

MALISKA, C. R. **Transferência de Calor e Mecânica dos Fluidos Computacional**. 2ª. ed. [S.l.]: Livros Técnicos e Científicos, 2004. 453 p.

OLIVEIRA, E. C. D.; TYGEL, M. **Métodos Matemáticos para a Engenharia**. 1ª. ed. [S.l.]: Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional, 2005. 375 p.

ROUSON, D.; XIA, J.; XU, X. **Scientific Software Design:** The Object-Oriented Way. 1st. ed. [S.l.]: Cambridge University Press, 2011. 406 p.

TEIXEIRA-DIAS, F. et al. **Método dos Elementos Finitos:** Técnicas de Simulação Numérica em Engenharia. 1ª. ed. [S.l.]: ETEP - Edições Técnicas e Profissionais (Grupo LIDEL), 2011. 488 p.

YEVICK, D. **A Short Course in Computational Science and Engineering:** C++, Java and Octave Numerical Programming with Free Software Tools. 1st. ed. New York: Cambridge University Press, 2012. 280 p.

ZILL, D. G. **Equações Diferenciais com Aplicações em Modelagem**. 2ª. ed. São Paulo: Thompson, 2003. 492 p.

Projeto Multidisciplinar de Engenharia de Petróleo

Esta área é constituída de apenas uma disciplina, com o mesmo nome da área (vide Tabela 11). O seu objetivo é desenvolver habilidades associadas ao desenvolvimento de projetos de engenharia de forma metodológica, sistemática e disciplinada.

Tabela 11 – Disciplina e carga horária da área projeto multidisciplinar de Engenharia de Petróleo

Disciplina	Carga Horária
Projeto Multidisciplinar de Engenharia de Petróleo	60
Total	**60**

A principal característica da disciplina é fornecer uma oportunidade para o aluno de Engenharia de Petróleo realizar um trabalho de integração de conceitos de áreas diferentes. Nela, equipes de alunos, com apoio de um ou mais professores (ou profissionais da indústria), desenvolverão um projeto de engenharia típico da indústria de exploração e produção de óleo e gás. Deverão ser considerados padrões e normas nacionais e internacionais. Alguns exemplos de projetos que poderão ser realizados durante a disciplina são:

- Projeto de desenvolvimento de um campo (exploração, avaliação, modelo de reservatório e produção);
- Projeto de dimensionamento de poço;
- Projeto de distribuição/alocação de poços;
- Projeto de dimensionamento de sistemas de elevação e escoamento;
- Projeto de equipamento experimental (medição);
- Projeto de simulador aplicado a Engenharia de Petróleo.

O trabalho final deve ser um documento que inclua as etapas padrão de um projeto de engenharia:

I. Escopo e especificação do problema/sistema/produto;
II. Elaboração ou estudo do problema (envolve pesquisa em livros e artigos, consulta a especialistas, consulta a projetos/sistemas/produtos existentes);
III. Análise (estrutura e dinâmica da solução, esboços, diagramas, plantas, cálculos e dimensionamentos);
IV. Projeto de implantação/execução (definições associadas a equipamentos, ferramentas, infraestrutura física e de pessoal, custos, prazos), documentação, testes e manutenção.

Cada equipe deve buscar algum tipo de inovação/diferencial. Para isso, é recomendado contatar empresas de serviços, fabricantes de equipamentos e/ou operadoras na escolha do projeto a ser elaborado.

Considerações Finais

Com a finalização da primeira versão desta "Proposta Curricular para os Cursos de Bacharelado em Engenharia de Petróleo", a SPE Seção Brasil acredita ter dado um primeiro passo na direção de padronizar o conteúdo dos cursos de Engenharia de Petróleo no Brasil. A padronização dos cursos de Engenharia de Petróleo tem o potencial de originar diversos benefícios, dentre eles: (a) a formação de profissionais mais preparados para atender as demandas da indústria de E&P de petróleo e gás natural; (b) a possibilidade de maior integração entre as universidades através do intercâmbio de alunos e professores e (c) a possibilidade de reciclar o corpo docente atual e/ou direcionar a contratação de novos professores para suprir deficiências no quadro.

A Comissão que elaborou esta proposta curricular entende que este é um "documento vivo" e que deve ser atualizado periodicamente, visto que as demandas da Indústria do Petróleo mudam com o tempo, à medida que os desafios do passado tornam-se rotina. Para tanto, é muito importante receber comentários e sugestões de mais entidades e instituições, que podem inclusive pleitear vagas na Comissão do "Fórum Permanente de Estudos Ligados à Educação em Engenharia de Petróleo". Comentários e sugestões podem ser enviados para o e-mail da SPE Seção Brasil (brazil_section@spemail.org). Espera-se que este intercâmbio seja capaz de gerar propostas curriculares cada vez mais pertinentes e de maior qualidade.

Quando o "Fórum Permanente de Estudos Ligados à Educação em Engenharia de Petróleo" foi criado, ele foi incumbido de implementar ações nas três seguintes áreas: (a) currículo mínimo para os cursos de Bacharelado em Engenharia de Petróleo, (b) interação universidade-empresa e (c) integração/intercâmbio entre as diversas instituições de ensino superior. A tônica nestes primeiros meses de funcionamento do Fórum foi a elaboração da presente proposta curricular. A Comissão entende que, após a entrega desta primeira versão da proposta, seu foco principal deverá migrar para a implementação de ações nas segunda e terceira áreas citadas acima, uma vez que a atualização periódica desta proposta demandará muito menos esforço do que aquele necessário para concebê-la.

Gostaríamos de convidar todos os leitores desta proposta a nos ajudar em uma questão fundamental para o seu sucesso: a sua ampla divulgação. Em especial, a Comissão gostaria que este documento chegasse às mãos de todas as universidades e órgãos do governo que, de alguma forma, estejam ligados à educação de Engenharia de Petróleo. A distribuição de cópias impressas e digitais deste documento é, não somente legal, mas fortemente incentivada.

Finalmente, a Comissão gostaria de agradecer formalmente o apoio dos empregadores de seus membros que cederam espaços para as reuniões, tempo de seus funcionários e, em alguns casos, passagens aéreas para comparecer às reuniões. Em especial, gostaríamos de agradecer às seguintes empresas, universidades e entidades: Petrobras, Halliburton, CGG, IBP, UFF, PUC-Rio, UENF, UFCG, UFRJ, UFSC, UNESA e UNICAMP. Agradecemos também cada membro da Comissão pelo tempo investido, muitas vezes em finais de semanas e feriados, para elaborar as diversas partes que constituem este documento. Há pelo menos um exemplo no time onde o membro financiou do próprio bolso passagens aéreas para se deslocar ao Rio de Janeiro onde se deram as reuniões.

Bibliografia

BOBO, J. E.; REECE, C. **The Advancement of the Petroleum Engineering Professional:** Establishment of Professional Competency Guidelines. SPE Annual Technical Conference and Exhibition. Houston, TX: Society of Petroleum Engineers. 1999.

COLORADO SCHOOL OF MINES. Petroleum Engineering Fact Sheet, 2013. Disponivel em: <http://goo.gl/8ni8xY>. Acesso em: 25 março 2014.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. Resolução Nº 218, de 29 de Junho de 1973. Disponivel em: <http://normativos.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=266>. Acesso em: 18 Fevereiro 2014.

DWIGHT LOOK COLLEGE OF ENGINEERING. Undergraduate Petroleum Engineering. **Texas A&M University**. Disponivel em: <http://engineering.tamu.edu/academics/degrees/undergraduate/pete>. Acesso em: 25 março 2014.

LOUISIANA STATE UNIVERSITY. General Undergraduate Information. **Craft & Hawkings Department of Petroleum Engineering**. Disponivel em: <https://www.pete.lsu.edu/academics/undergraduate/info>. Acesso em: 25 março 2014.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002. Disponivel em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso em: 18 fevereiro 2014.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA, SECRETARIA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR. Referenciais Curriculares Nacionais dos Cursos de Bacharelado e Licenciatura, 2010. Disponivel em: <http://www.castelobranco.br/site/arquivos/pdf/Referenciais-Curriculares-Nacionais-v-2010-04-29.pdf>. Acesso em: 18 abril 2014.

PENN STATE UNIVERSITY. Petroleum and Natural Gas Engineering. **John and Willie Leone Family Department of Energy and Mineral Engineering - College of Earth and Mineral Sciences**. Disponivel em: <http://www.eme.psu.edu/pnge/career>. Acesso em: 25 março 2014.

PROSPECTS. Petroleum Engineer: Job Description. **Prospects:** the UK's official graduate careers website. Disponivel em: <http://www.prospects.ac.uk/petroleum_engineer_job_description.htm>. Acesso em: 25 março 2014.

SOCIETY OF PETROLEUM ENGINEERS. **SPE Annual Report**. Society of Petroleum Engineers. [S.l.], p. 16. 2013.

WIKIPEDIA. Petrolem Engineering. **Wikipedia:** The Free Encyclopedia. Disponivel em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Petroleum_engineering>. Acesso em: 25 março 2014.

Apêndice I - Laboratório de Ensino de Engenharia de Petróleo

Diversas práticas laboratoriais poderiam ser incluídas no curso de Engenharia de Petróleo, porém a grande maioria das instituições não tem capacidade para financiar e operar laboratórios muito sofisticados na área. Na elaboração desta proposta curricular, buscou-se listar um conjunto mínimo de práticas laboratoriais que estivesse ao alcance da maioria das instituições, conforme detalhes a seguir:

Propriedades de Fluidos de Perfuração

- Preparação de fluidos de perfuração;
- Determinação da densidade, viscosidade e força gel;
- Avaliação do comportamento da filtração e das características da torta formada;
- Determinação dos volumes de água, óleo e sólidos no fluido de perfuração;
- Determinação do teor de areia;
- Avaliação de características físico-químicas (pH e salinidade).

Propriedades de Fluidos

- Avaliação visual de amostras de petróleo;
- Determinação da viscosidade, massa específica e grau API de diferentes tipos de petróleo;
- Avaliação do efeito da temperatura nas propriedades do petróleo;
- Determinação da concentração de sais e da condutividade elétrica na água da formação;
- Determinação do teor de água no petróleo;
- Avaliação (propriedades, características, estabilidade etc.) de emulsões água-óleo.

Propriedades das Rochas

- Caracterização e identificação das rochas sedimentares;
- Preparação de plugues de testemunhos;
- Procedimentos de limpeza de plugues;
- Determinação da saturação de água;
- Avaliação da interação rocha-fluido (molhabilidade);
- Determinação da saturação de água na rocha;
- Determinação da porosidade e permeabilidade das rochas;
- Determinação de propriedades físicas das rochas.

Apêndice II – Engenheiros de Petróleo e Competências Comportamentais

A tônica desta Proposta Curricular foi no detalhamento do que seria adequado para os conteúdos específicos na formação dos Engenheiros de Petróleo. Entretanto, em um mercado de trabalho em constante transformação, cada vez mais global, multicultural e que apresenta problemas que exigem soluções de maior complexidade e nível de inovação, o sucesso profissional não depende exclusivamente das habilidades técnicas, mas também de um conjunto de habilidades ou competências comportamentais. Esse é um dos grandes desafios desta nova geração de Engenheiros de Petróleo que não foi exigido da geração que a sucedeu. Tendo em vista a importância deste assunto, a SPE criou em 2011 o *Soft Skills Council* (conselho de competências comportamentais), tendo como base os seguintes pontos fundamentais:

- A natureza global da indústria do petróleo apresenta amplas implicações socioeconômicas, culturais e regionais que exigem que as capacidades e ações dos engenheiros de petróleo se expandam para além do conhecimento técnico, requerendo quebra de paradigmas;
- Num ambiente tão complexo e desafiador, o desenvolvimento da capacidade técnica já não é mais suficiente para o sucesso profissional. Portanto, torna-se fundamental desenvolver também competências comportamentais. O desenvolvimento dessas competências é um processo de descoberta e ampliação de capacidades subdesenvolvidas ou latentes;
- Melhorias nas competências comportamentais dos engenheiros de petróleo ajudarão também a determinar a credibilidade e a imagem da nossa indústria.

Desta forma, faz-se necessário incluir as competências comportamentais em todos os processos educacionais do curso de Engenharia de Petróleo. Note que tais competências não se desenvolvem em disciplinas específicas, devendo ser incorporadas de forma natural às disciplinas técnicas existentes e aos mecanismos de avaliação, fazendo parte intrínseca da forma de educar.

Competências Comportamentais

Competências comportamentais são essencialmente habilidades pessoais, não técnicas e intangíveis e estão relacionadas à comunicação, à liderança, à flexibilidade no processo decisório (mesmo nos casos técnicos), ao trabalho em equipe, à negociação e mediação de conflitos, à solução de problemas (capacidade de lidar com temas complexos), ao gerenciamento de projetos, à facilidade de interagir com profissionais de outras áreas, à propensão a expor-se a outras culturas, ao interesse em educar-se continuamente, à sensibilidade às questões ambientais e sociais (sustentabilidade), ao comportamento ético, dentre outras.

Algumas dessas habilidades são naturais ou podem ser desenvolvidas. Entretanto, não podem ser adquiridas simplesmente através de leitura, pois são passadas mais pelo exemplo do que por palavras ou textos. Para se consolidarem, precisam ser continuamente praticadas. A chave do sucesso é fazer com que as competências comportamentais e técnicas se complementem.

Benefícios das Competências Comportamentais

As competências comportamentais são benéficas aos atuais e futuros engenheiros porque:

- Ajudam a avançar na carreira profissional;
- Criam novas oportunidades profissionais e pessoais e ampliam as já existentes;

- Possibilitam crescimento pessoal;
- Ajudam o profissional a crescer além da motivação financeira;
- Ajudam os profissionais a se destacarem em relação àqueles que negligenciaram a importância dessas competências.

Como Identificar as Competências Comportamentais

As competências comportamentais podem ser identificadas através de:

- Autoconhecimento
  - Conhecer seus pontos fortes e fracos;
  - Realizar auto-avaliações, por exemplo, durante e após situações de crise, realização de projetos, etc.
- Avaliação Externa
  - Avaliações e *feedbacks* de pessoas que você respeita;
  - Informações Externas.
- Leitura de livros, documentos, sites especializados;
- Testes específicos para identificar competências comportamentais.

Desenvolvimento das Competências Comportamentais

Para desenvolver as competências comportamentais, o aluno de Engenharia de Petróleo deve ser exposto a situações em que elas se tornem necessárias. Há diversas oportunidades que o ambiente educacional oferece que podem ser exploradas. Em termos gerais, qualquer situação onde é requerido o trabalho com outras pessoas é uma oportunidade de desenvolvimento, como reuniões e trabalhos voluntários. Professores e alunos de níveis mais avançados também podem atuar como mentores (*coaching*) no desenvolvimento das competências comportamentais. O importante é buscar, sempre que possível, experimentar/treinar novas competência comportamentais, pois cada trabalho ou tarefa exige um conjunto específico de competências comportamentais.

O desenvolvimento das competências comportamentais durante o curso de Engenharia de Petróleo é uma responsabilidade compartilhada entre o professor da universidade e o aluno. As seções a seguir descrevem os papéis dos professores e dos alunos no sentido de desenvolver as competências comportamentais durante o curso de Engenharia de Petróleo.

O Papel do Professor e da Universidade

- Planejar adequadamente as estratégias para estimular o desenvolvimento das competências comportamentais entre os alunos. Antes do início de cada semestre, os professores devem se reunir e revisar os objetivos gerais do curso e de cada disciplina, sempre a partir de uma visão prática dos recursos disponíveis. Devem então desenvolver estratégias para incorporar naturalmente as competências comportamentais em cada disciplina e nos processos de avaliação;
- Dar ênfase a trabalhos em equipe. Essa capacidade pode ser desenvolvida na forma como os trabalhos dos alunos são propostos. Por exemplo, a capacidade de trabalhar em equipe pode ser desenvolvida na execução de projetos que exijam uma ativa cooperação entre os alunos. Eventualmente, esses projetos podem ser muito mais atraentes do que simples provas. A complexidade do tema pode também fazer parte dos projetos, uma vez que projetos reais dificilmente são unidisciplinares e, muitas vezes, envolvem conhecer pessoas de outras áreas (uma proposta não é assinada sem a supervisão de advogados, por

exemplo) ou de outras culturas. Os projetos nos últimos semestres devem incluir explicitamente elementos de sustentabilidade. Os trabalhos propostos precisam ser tão próximos da vida real quanto possível;

- Estimular os alunos a melhorar suas habilidades de comunicação, não apenas oral, mas também escrita. Elaborar relatórios e preparar apresentações com clareza e objetividade representam importantes desafios para muitos engenheiros;
- Estimular apresentações de alunos não apenas em português, mas também em inglês. Durante as apresentações, os alunos devem ser avaliados pela qualidade dos *slides* apresentados, sua postura durante a apresentação, clareza e objetividade na transmissão do conteúdo, respeito ao tempo estipulado para apresentação, capacidade de responder às perguntas com clareza, empatia com o público etc;
- Criar oportunidades para que os alunos sejam expostos a situações em que tenham que lidar com diferenças culturais. É importante notar que esses alunos, ao ingressarem no mercado de trabalho, farão muitos dos seus treinamentos em outros países. Além disso, promoções com frequência também implicam em mudanças para outros países ou regiões;
- Estimular a criatividade dos alunos, incentivando-os a propor soluções pouco usuais para problemas propostos. Entretanto, pensar "fora-da-caixa" aumenta o risco de insucessos. Portanto, o professor deve valorizar, sempre que possível, essa preferência pelo risco calculado;
- Propor situações em que as habilidades de negociação e de gerenciamento de conflitos possam ser exercitadas;
- Estimular a troca de experiências entre a universidade e a indústria:
  - Convidar engenheiros de petróleo para fazer apresentações ou ministrar seminários que enfatizem situações vivenciadas por eles em que as habilidades comportamentais foram, juntamente com as habilidades técnicas, fundamentais para o seu sucesso;
  - Convidar especialistas que estejam envolvidos em seleção e recrutamento de candidatos para que eles discutam com os alunos: (a) as competências comportamentais que precisem ser mais enfatizadas; (b) como essas competências são avaliadas durante o processo de seleção e recrutamento e (c) como tais competências serão fundamentais para o sucesso do candidato durante sua vida profissional;
  - Estabelecer uma comunicação franca e contínua com a indústria de tal forma que as empresas possam dar *feedbacks* frequentes sobre os desempenhos dos engenheiros de petróleo juniores e como eles estão atendendo às necessidades do mercado. Essa é uma ótima forma da universidade avaliar o resultado de suas iniciativas na preparação dos alunos para o mercado de trabalho, identificar e corrigir possíveis deficiências, além de desenvolver novas ideias.

O Papel do Aluno

- Apresentar um genuíno interesse pelo desenvolvimento das competências comportamentais, notadamente pelas questões éticas, sociais, ambientais, de saúde e segurança;
- Ter grande interesse em educação continuada, uma vez que a realidade da Indústria do Petróleo apresenta constantes mudanças, impondo sempre novos desafios;
- Durante o período de estágio nas empresas, além da ênfase na parte técnica, observar atentamente o ambiente corporativo, como ele funciona, aproveitando ao máximo situações de aprendizado que alavanquem o desenvolvimento de competências comportamentais.

Conclusões

Para garantir a formação de Engenheiros de Petróleo que atendam de forma exitosa os crescentes desafios da indústria do petróleo, as universidades têm que proporcionar aos estudantes oportunidades para que eles desenvolvam competências que vão além das competências técnicas. Tais competências, descritas neste documento, possibilitarão a formação de profissionais mais preparados para atender um mercado cada vez mais exigente, complexo e dinâmico.

Referências Bibliográficas

CUNHA, J. C.; CUNHA, L. B. Looking Ahead: Challenges for Petroleum Engineering Education. **Oil and Gas Business**, 2005.

FATTAHI, B. et al. Soft Skills Council: A New SPE Initiative. **Journal of Petroleum Technology (JPT)**, p. 52-55, August 2012.

OKIROAFOR, R. Soft Skill Development for Young Professionals: presented at the YP Technical Lecture Benin Section 116, 2008. Disponivel em: <http://www.docstoc.com/docs/80907753/Soft-Skill-Development-for-Young-Professionals>. Acesso em: 22 abril 2014.