

# EDITAL DE BOLSAS DE GRADUAÇÃO DO PRH-ANP 7

## EDITAL DE FLUXO CONTÍNUO

Rio de Janeiro - outubro de 2025

### 1. DO PROGRAMA

O Programa de Formação de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (PRH-ANP) tem por finalidade a capacitação de estudantes em áreas estratégicas relacionadas à indústria do petróleo, gás e energias renováveis. O PRH-ANP 7.1 tem como tema **Integridade Estrutural em Instalações na Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis (IE-PGE)**, abrangendo projetos e formações que contemplem esse eixo multidisciplinar.

### 2. DO OBJETO

O presente edital tem por objeto a seleção de estudantes de graduação regularmente matriculados na Escola Politécnica da UFRJ, visando à concessão de até **7 (sete) bolsas de Graduação (GRA)**, no valor mensal de **R\$ 1.080,00 (um mil e oitenta reais)**, pelo prazo máximo de **24 (vinte e quatro) meses**.

Este edital é de **fluxo contínuo**, permanecendo aberto enquanto houver cotas disponíveis de bolsas. As inscrições poderão ser realizadas a qualquer momento, e a Comissão Gestora do PRH-ANP 7.1 avaliará periodicamente as candidaturas, conforme a disponibilidade de vagas e de recursos.

### 3. DOS CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

3.1. Poderão se candidatar estudantes dos cursos de:

- Engenharia de Materiais;
- Engenharia Metalúrgica;

- Engenharia de Petróleo;
- Engenharia Naval e Oceânica;
- Engenharia Civil;
- Engenharia Mecânica.

3.2. O candidato deve:

- a) estar matriculado no período letivo **no curso de graduação em andamento no momento da inscrição**;
- b) estar cursando, no mínimo, o **4º (quarto) período** e possuir **pelo menos 24 meses** até a conclusão do curso;
- c) ter cursado todas as disciplinas do ciclo básico estabelecidas na Resolução PRH-7 nº 01 de 17 de agosto de 2021 (Anexo VII).

## **4. DAS OBRIGAÇÕES DO BOLSISTA**

4.1. O bolsista deverá:

- a) manter matrícula ativa e desempenho acadêmico satisfatório;
- b) dedicar-se às atividades previstas no plano de trabalho aprovado;
- c) cursar, **no mínimo, 3 (três) disciplinas vinculadas ao PRH-ANP 7.1**, previamente aprovadas pelo Comitê Gestor (CG) e/ou Pesquisador Visitante, sendo altamente recomendável que estas disciplinas sejam escolhidas em departamentos diferentes dentro do PRH-ANP 7.1, de modo a fortalecer a multidisciplinaridade do programa;
- d) apresentar o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) **ou uma publicação científica**, na qual conste como um dos autores de trabalho completo (limitado a três autores), em periódico classificado como **A1 ou A2 pela CAPES** até 30 meses após o início de vigência da bolsa;
- e) O aluno deverá elaborar **relatórios semestrais** e submetê-los no **SAGE** dentro dos prazos estabelecidos.

f) Até seis meses após a assinatura do Termo de Outorga e Aceitação de Bolsa, o bolsista deverá apresentar, por meio do Coordenador do Programa, o Plano de Trabalho de Pesquisa, contendo:

- i. Tema do trabalho de conclusão de curso a ser desenvolvido (é permitida a revisão do Plano de Trabalho de Pesquisa em até 12 meses após a assinatura do Termo de Outorga e Aceitação de Bolsa).
- ii. Cronograma das atividades a serem empreendidas; e
- iii. Prazo previsto para defesa de seu trabalho de fim de curso, respeitando o prazo máximo previsto para a concessão da bolsa;
- iv. Disciplinas a serem cursadas

g) cumprir todas as obrigações estabelecidas no Manual do Usuário PRH-ANP, disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/tecnologia-meio-ambiente/prh-anp-programa-de-formacao-de-recursos-humanos-1/prh-anp-2025-hoje>.

h) O outorgado se obriga a devolver os valores recebidos como bolsa de estudos em caso de desistência ou da não conclusão do curso, conforme Acórdão do TCU nº 4917/2010, publicado no DOU nº 173, de 09/09/2010, seção 1, página 79, ao PRH do qual fora bolsista.

## 5. DA SUBMISSÃO DE CANDIDATURAS

5.1. Duas modalidades de submissão serão avaliadas pela Comissão Gestora (CG):

a) **Candidatos que tenham acordado projeto com docente habilitado:** o Plano de Trabalho Simplificado (Anexo I) deve ser preenchido e enviado junto com o Histórico Escolar atualizado, o Boletim de Orientação Acadêmica (BOA) do semestre atual e o currículo Lattes, via site <https://prh7.prh.ufrj.br/editais> e para o e-mail **prh7@metalmat.ufrj.br** com o assunto “*Documentos inscrição PRH7*”.

b) **Candidatos sem contato prévio com docente habilitado:** devem enviar Histórico Escolar atualizado, BOA do semestre atual e currículo Lattes via site <https://prh7.prh.ufrj.br/editais> e para o e-mail **prh7@metalmat.ufrj.br** com o assunto “*Documentos inscrição PRH7*”. O candidato poderá escolher um Plano de Trabalho

dentre os divulgados no Anexo VI. Caso não tenha interesse em nenhum, a Profa. Marysilvia Ferreira da Costa agendará reunião (presencial ou remota) junto à CG para avaliar possibilidade de alocação em projeto orientado por docente habilitado.

5.2 As inscrições poderão ser realizadas a qualquer momento, por meio do formulário eletrônico disponível no site <https://prh7.prh.ufrj.br/editais> E pelo e-mail [prh7@metalmat.ufrj.br](mailto:prh7@metalmat.ufrj.br)

*Observação: No preenchimento do formulário de candidatura, caso o número do RG ou CPF não atenda à quantidade de dígitos exigida pelo sistema, utilize zeros adicionais no início ou final. A equipe corrigirá posteriormente.*

## 6. DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

6.1. A avaliação será realizada pela Comissão Gestora do PRH-ANP 7.1.

6.2. Serão considerados, **não necessariamente nesta ordem**:

- a) o **CRA** como indicador de desempenho acadêmico;
- b) a adequação do projeto a um dos temas do PRH-ANP 7.1 (Anexo II);
- c) a clareza, qualidade e viabilidade do plano de trabalho;
- d) a multidisciplinaridade da formação do candidato;
- e) o Boletim de Orientação Acadêmica;
- f) a correlação entre as disciplinas escolhidas e o plano de trabalho proposto.

6.3. O projeto submetido não deve deixar margens de dúvida quanto à sua adequação ao tema do programa.

6.4. O Plano de Trabalho deve indicar as **3 (três) disciplinas obrigatórias de graduação** vinculadas ao PRH-ANP 7.1 (Anexo III).

6.5. A lista de docentes habilitados como orientadores e a relação das disciplinas elegíveis constam nos Anexos IV e V.

6.6 As avaliações ocorrerão conforme a ordem de chegada das candidaturas, em rodadas periódicas, observando-se os mesmos critérios estabelecidos neste edital.

## 7. DO CRONOGRAMA

7.1. O presente edital permanecerá **aberto de forma contínua** enquanto houver disponibilidade de bolsas.

7.2. As candidaturas serão avaliadas pela Comissão Gestora (CG) de acordo com o envio das candidaturas.

7.3. Os resultados serão divulgados no site <https://prh7.prh.ufrj.br/editais> e comunicados por e-mail aos candidatos.

7.4. A Comissão Gestora poderá suspender temporariamente novas inscrições caso todas as cotas estejam preenchidas, reabrindo o fluxo quando houver novas vagas.

7.5 Candidato aprovado deverá se cadastrar no endereço eletrônico <https://sage.fapesp.br/>

## 8. DA IMPLEMENTAÇÃO DAS BOLSAS

8.1. O candidato aprovado deverá encaminhar cópias do RG/RNE e CPF para o e-mail: [prh7@metalmat.ufrj.br](mailto:prh7@metalmat.ufrj.br).

8.2. O aluno deverá ter cadastro completo no endereço eletrônico: <https://sage.fapesp.br/>

8.3. A não apresentação da documentação no prazo implicará na exclusão do candidato e, caso haja lista de classificação, na chamada do próximo colocado.

## 9. DA LEI GERAL DE PROTEÇÃO DE DADOS (LGPD)

Os dados fornecidos pelos candidatos serão usados exclusivamente neste processo seletivo e não serão distribuídos, manipulados ou compartilhados com pessoas ou entidades que não estejam diretamente envolvidas neste processo de seleção. As informações ficarão armazenadas em ambiente seguro e apenas pelo período necessário à viabilização das contestações estipuladas no presente edital. Os dados das inscrições não aceitas e de candidatos que tiveram suas inscrições aceitas, mas não foram classificados ou considerados aptos, serão apagados ao final desse período. Ao efetuar sua inscrição neste Edital, o candidato aceita automaticamente as condições sobre uso e tratamento dos dados para todas as etapas do processo de seleção.

## 10. DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

10.1. Os casos omissos serão resolvidos pela Comissão Gestora do PRH-ANP 7.1.

10.2. Dúvidas deverão ser enviadas para o e-mail: [vasconcelos@coppe.ufrj.br](mailto:vasconcelos@coppe.ufrj.br).

10.3. Este edital permanecerá vigente até nova publicação que o substitua ou até o esgotamento das cotas de bolsas disponíveis para o nível de graduação.

### Comissão Gestora do PRH-ANP 7.1

Prof<sup>a</sup>. Marysilvia Ferreira da Costa, Ph.D. – Coordenadora DMM/POLI – PEMM/COPPE

Prof<sup>a</sup>. Bianca de Carvalho Pinheiro, D.Sc. – Vice-Coordenadora DENO/POLI – PENO/COPPE

Prof. Hector Guillermo Kotik, Dr.Ing. – DMM/POLI – PEMM/COPPE

Prof<sup>a</sup>. Geovana Pereira Drumond. (Petróleo/POLI), D.Sc. – DEI/POLI

Prof. Fernando Jorge Mendes de Sousa, D.Sc.. – DES/POLI

## ANEXO I - PLANO DE TRABALHO SIMPLIFICADO

INTEGRIDADE ESTRUTURAL EM INSTALAÇÕES NA INDÚSTRIA DO  
PETRÓLEO, GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS (IE-PGE)

ALUNO(A):
-----------

DRE do Aluno(a): CRA da Graduação: e-mail: Orientador(a) (caso possua ou sugestão):
NÍVEL: ( ) Graduação Candidato a Bolsa do PRH-ANP 7: ( ) Sim ( ) Não Departamento/Programa de Origem:
Ênfase / Tema (vide Anexo II):
Título do Trabalho em Português:
Título do Trabalho em Inglês:
Palavras-chave (no máximo 6):
Resumo em Português:
Resumo em Inglês:
Objetivos:
Metodologia:
Resultados Esperados:
Cronograma:
Disciplinas a Cursar:

Plano de Trabalho: 2 páginas no máximo.

## ANEXO II

## **ÁREA I - EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL - ONSHORE E OFFSHORE**

Tema I - Exploração - Horizonte Pré-Sal, Águas Profundas, Bacias Maduras e Novas Fronteiras Exploratórias

Tema II - Produção - Horizonte Pré-Sal, Águas Profundas, Campos Maduros e Novas Fronteiras Exploratórias

Tema III - Recuperação Avançada de Petróleo

Tema IV - Engenharia de Poço

## **ÁREA V - OUTRAS FONTES DE ENERGIA**

Tema I – Hidrogênio

Tema II - Energia Solar

Tema III - Outras Fontes Alternativas

## **ÁREA VI - TEMAS TRANSVERSAIS**

Tema I – Materiais

Tema II - Segurança e Meio Ambiente

Tema III - Distribuição, Logística e Transporte

## **ANEXO III**

### **DISCIPLINAS COMPLEMENTARES OFERECIDAS**



<b>Disciplinas da Graduação</b>		
<b>PROFESSOR</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>NOME DA DISCIPLINA</b>
Cesar Giron Camerini	EET 101	Fratura dos Materiais
Leonardo Sales Araujo	EET 363	Materiais para a Indústria do Petróleo
Celio Albano da Costa Neto	EET 410	Seleção de Materiais
Isabel Cristina Pereira Margarit-Mattos	EET 415	Corrosão e Proteção
João da Cruz Payão Filho	EET 416	Tecnologia da Soldagem
Hector Guillermo Kotik	EET 421	Materiais Compósitos
João da Cruz Payão Filho	EET 425	Metalurgia Física da Soldagem
Celio Albano da Costa Neto	EET 471	Engenharia Microestrutural de Cerâmicos
Marysilvia Ferreira da Costa	EET 472	Propriedades de Materiais Poliméricos
Gabriela Ribeiro Pereira e Cesar Giron Camerini	EET 540	Ensaio Não Destrutivos
Marysilvia Ferreira da Costa	EET 606	Adesivos e Fibras
Milad Shadman e Segen Farid Estefen	EEN 003	Economia de energia
Joel Sena Sales Junior e Antonio Carlos Fernandes	EEN 213	Mecânica dos Corpos Rígido II
Marcelo Caire	EEN 423	Resistência Estrutural do Navio I
Marcelo Igor Lourenço de Souza	EEN 424	Resistência Estrutural do Navio II
Marta Cecilia Tapia Reyes	EEN 604	Tecnologia de Sistemas Oceânicos III
Marcelo Caire	EEN 615	Técnicas de Modelação de Navios e Plataformas Offshore
Carlos Magluta	EEN 626	Dinâmica dos Sistemas Discretos I
Jean David	EEN 483	Tecnologia de Sistemas Oceânicos I
Marta Cecilia Tapia Reyes	EEN 484	Tecnologia de Sistemas Oceânicos II
Marcelo Igor Lourenço de Souza/Tetyana Gurova	EEN 487	Tecnologia da Solda
Luiz Felipe Assis	EEN 579	Processos Estocásticos e Simulação / EN1
Joel Sena Sales Junior	COV 250	Comportamento hidrodinâmico de plataformas oceânicas I
Bianca de Carvalho Pinheiro	COV 252	Comportamento Estrutural de Sistemas Oceânicos
Ilson Paranhos Pasqualino	COV 253	Sistemas oceânicos de produção de petróleo
Ana Beatriz de Carvalho Gonzaga e Silva	EEA 519	Método dos Elementos Finitos

Carlos Magluta e Gilberto Bruno Ellwanger	EEA 530	Técnicas de Programação em Engenharia Civil
Ricardo Valeriano Alves	EEA 551	Elasticidade I
Fernando Jorge Mendes de Sousa e Gilberto Bruno Ellwanger	EEA 562	Análise de Estruturas Offshore
Sérgio Hampshire	EED 768	Projeto de Estruturas Baseado em Confiabilidade
Ricardo Valeriano Alves	EED 771	Teoria da Elasticidade
Fernando Jorge Mendes de Sousa	EED 777	Projeto de Estruturas Offshore
Geovana Pereira Drummond	EEI 761	Fundamentos da Engenharia de Petróleo
Rafael Mengotti Charin	EEI 064	Garantia de escoamento
Maira Lima e Rafael Mengotti Charin	EEI 004	Indústria de petróleo na Transição Energética
Juliana Souza Baioco	EEW 411	Perfuração de poços
Ilson Paranhos Pasqualino	EEW 512	Instalações de superfície de produção de petróleo
Rafael Mengotti Charin	EEW 514	Métodos de elevação artificial
Karen Johanna Quintana Cuellar	EEK 555	Usinagem II
Karen Johanna Quintana Cuellar	EEK 573	Soldagem
Lavínia Maria Sanabio Alves Borges	EEK 532	Elementos Finitos
Lavínia Maria Sanabio Alves Borges	EEK 533	Análise Computacional De Tensões
Raquel Jahara Labosco	EEK 616	Otimização do Projeto de Engenharia
Fábio da Costa Figueiredo	EEK 531	Projeto de Vasos de Pressão e Tubulações
Karen Johanna Quintana Cuellar	EEK 561	Comando Numérico
Bluma Guenther Soares	EET 472	Propriedades de Materiais Poliméricos
Nanomateriais	EET 352	Renata Antoun Simao
Recobrimentos	EET 109	Renata Antoun Simao

**ANEXO V****EMENTAS DAS DISCIPLINAS COMPLEMENTARES DO PRH-ANP 7**

<b>Código da Disciplina</b>	<b>Nível (1)</b>	<b>Título da Disciplina, Ementa</b>	<b>Unidade / Departamento</b>
<b>COC 709</b>	<b>MD</b>	<p><b>Métodos Matemáticos em Engenharia Civil I</b></p> <p>Ementa: Álgebra Linear (elementos); Equações diferenciais ordinárias (EDO) lineares (elementos da teoria geral); Transformada de Laplace (incluindo elementos de equações integrais); Sistema de EDO lineares (incluindo matrizes com autovalores repetidos: forma canônica de Jordan); Séries de Fourier (incluindo série na forma complexa); Problemas de valor de contorno (PVC) para EDO lineares (principalmente o problema de Sturm-Liouville); PVC para equações diferenciais parciais (EDP) lineares (método da separação de variáveis para as equações da onda, do calor e de Laplace).</p>	<b>COPPE/Engenharia Civil (PEC)</b>
<b>COC 774</b>	<b>MD</b>	<p><b>Métodos Experimentais para Análise Estática e Dinâmica de Estruturas</b></p> <p>Ementa: Introdução a análise experimental. Conceitos básicos de sistemas dinâmicos com um grau de liberdade. Resposta para solicitações de cargas de impacto e harmônica.</p> <p>Apresentação de técnicas simplificadas para a determinação experimental de taxa de amortecimento, frequência natural e forma do modo de vibração. Testes em laboratório.</p> <p>Apresentação dos principais tipos de sensores e equipamentos utilizados na análise experimental estática (principalmente extensometria) e dinâmica.</p> <p>Conceitos básicos de aquisição de sinais para ensaios estáticos e dinâmicos. Introdução a Transformada Discreta de Fourier. Análise Modal: Conceitos gerais. Teoria básica para modelos com um e vários graus de liberdade. Apresentação do Método de "Circle-Fit" para determinação experimental de parâmetros modais (taxas de amortecimento, frequências naturais e auto-vetores). Metodologia de ensaios experimentais para alguns tipos de excitação. Aplicação prática através de ensaios no laboratório.</p>	<b>COPPE/Engenharia Civil (PEC)</b>

<b>COC 775</b>	<b>MD</b>	<p align="center"><b>Dinâmica de Sistemas Discretos</b></p> <p>Ementa: 1. Vibrações Livres; 2. Vibrações Forçadas; 3. Amortecimento Viscoso e Histerético; 4. Resposta a Cargas Periódicas; 5. Resposta a Cargas Impulsivas: Integral de Duhamel; 6. Análise no Domínio da Frequência: Transformada de Fourier, Algoritmos DFT e FFT, Amortecimento Dependente da Frequência, Condições Iniciais; 7. Cálculo de Autovalores e Análise Modal; 8. Amortecimento Modal: Amortecimento de Rayleigh; 9. Formulação das Equações de Movimento em problemas contínuos; 10. Semi-discretização; 11. Análise no Domínio do Tempo: A família de algoritmos de Newmark; 12. Implementação Computacional; 13. Classes de Algoritmos de Integração: Implícitos, Explícitos; 14. Propriedades de Algoritmos de Integração: Custo computacional, Precisão, Convergência, Consistência, Estabilidade, Amortecimento Numérico; 15. Problemas inerciais; 16. Problemas de propagação de ondas; 17. Seleção de um algoritmo de integração; 18. Métodos de Integração com Redução de Base: Método de Superposição Modal e suas variantes; 19. Métodos Ritz-Wilson e suas variantes; 20. Métodos de Partição do Domínio; 21. Métodos de Partição do Operador; 22. Métodos de Integração no Tempo com Propriedades Dissipativas; 23. Extensão para Problemas Não-Lineares.</p>	COPPE/Engenharia Civil (PEC)
<b>COC 796</b>	<b>MD</b>	<p align="center"><b>Confiabilidade Estrutural</b></p> <p>Variáveis aleatórias. Distribuição de probabilidades. Teoria de valores extremos. Distribuição de probabilidade conjunta. Teoria da Confiabilidade Estrutural. Probabilidade de Falha. Métodos de Avaliação da Probabilidade de Falha: Métodos Numéricos Baseados na Simulação de Monte Carlo e Métodos Analíticos FORM/SORM; Método IFORM. Avaliação de Sistemas em Série e Sistemas em Paralelo. Calibração de Normas de Projeto. Planejamento de inspeções à fadiga baseado em Confiabilidade.</p>	COPPE/Engenharia Civil (PEC)

<b>COC 797</b>	<b>MD</b>	<p><b>Análise e Projeto de Estruturas Offshore</b></p> <p>Ementa: Princípios da análise de estruturas pelo método dos elementos finitos. Concepções estruturais para exploração de petróleo em águas rasas e profundas: Caracterização do comportamento pseudo-estático e dinâmico não-linear, estratégias de análise. Estruturas convencionais: Jaquetas, Jack-ups. Conceito de "Estruturas Complacentes". Torres complacentes. Sistemas flutuantes: Plataformas semi-submersíveis, plataformas de pernas tensionadas (TLPs). Estruturas especiais: "Risers" rígidos, "Risers" flexíveis, tubulações submarinas, tendões. Interação estática solo-estrutura: Solos argilosos, arenosos e calcáreos. Parâmetros elásticos do solo. Fundações rasas. Fundações profundas: Estacas isoladas; Métodos elásticos, modelo de Winkler modificado. Grupo de estacas; Modelo de Poulos, métodos de Focht &amp; Koch, O'Neil. Condensação estática de jaquetas. Interação dinâmica solo-estrutura. Critérios de projeto: Tensões admissíveis (WSD)/(LRFD), tensões máximas, flambagem e punching shear. Instalação de plataformas fixas: Flutuação, verticalização e lançamento.</p>	COPPE/Engenharia Civil (PEC)
<b>COC 799</b>	<b>MD</b>	<p><b>Confiabilidade Estrutural</b></p> <p>Ementa: Conceitos básicos de probabilidade e estatística aplicados à análise de estruturas offshore. Análise estatística de valores extremos. Principais métodos de cálculo de confiabilidade estrutural. Exemplos de aplicações de análise de confiabilidade ao colapso de estruturas offshore, sistemas de ancoragem, de risers rígidos e flexíveis.</p>	COPPE/Engenharia Civil (PEC)
<b>COC 802</b>	<b>MD</b>	<p><b>Análise Aleatória de Estruturas Offshore</b></p> <p>Revisão de probabilidade e estatística; Processos aleatórios Gaussianos e não-Gaussianos. Modelagem estocástica dos parâmetros ambientais de onda, vento e corrente; Estatística de curto e longo prazo da resposta de estruturas marítimas; Análise da resposta extrema pela integração de longo-prazo. Análise probabilística de fadiga em estruturas oceânicas. Metodologias de estimativa de valores extremos de efeitos de carga ambientais para análise e projeto de estruturas marítimas.</p>	COPPE/Engenharia Civil (PEC)
<b>COC 805</b>	<b>MD</b>	<p><b>Confiabilidade Estrutural Avançada</b></p> <p>Estudo dirigido que pode ser direcionado para: (a) confiabilidade dependente do tempo ou; (b) estimativa mais eficiente da confiabilidade de estruturas marítimas ou; (c) avaliação de incertezas na estimativa de vida à fadiga ou; (d) etc.</p>	COPPE/Engenharia Civil (PEC)

<b>CPC 786</b>	<b>MD</b>	<b>Estruturas Sob Altas Temperaturas</b> Ementa: 1. Referências normativas e legislação aplicáveis; 2. Definições gerais, fases de um incêndio, TRRF, medidas ativas e passivas de proteção contra fogo; 3. Propriedades térmicas e mecânicas dos materiais sob altas temperaturas; 4. Métodos simplificados de dimensionamento; 5. Aplicação de modelos computacionais para análise avançada.	COPPE/Engenharia Naval e Oceânica
<b>CPC 765</b>	<b>MD</b>	<b>Projeto Estrutural em Aço</b> 1. Análise estrutural avançada para estruturas de aço e mistas aço-concreto; 2. Análise de estruturas sob efeito de alta temperatura; 3. Análise numérica da flambagem em estruturas de paredes finas; 4. Ligações: métodos e modelos para análise. Ligações semi-rígidas.	COPPE/Engenharia Naval e Oceânica
<b>COV 250</b>	<b>G</b>	<b>Comportamento hidrodinâmico de plataformas oceânicas I</b> Ementa: Descrição dos diversos tipos de plataformas. Hidrodinâmica básica. Teoria linear de ondas, Efeitos viscosos. Revisão de probabilidade e estatística. Descrição das cargas ambientais. Ação de ondas, ação de ventos, ação de correnteza. Determinação de condições de projeto. Cargas em estruturas tubulares (Semi-submersíveis, TLP, jaquetas). Forças na direção do escoamento, Formulação de Morison. Forças transversais em estruturas esbeltas rígidas e flexíveis: VIV - Vibrações induzidas por vórtices. Clashing. Noções básicas de CFD (Dinâmica dos Fluidos Computacional).	COPPE/Engenharia Naval e Oceânica
<b>COV 252</b>	<b>G</b>	<b>Comportamento Estrutural de Sistemas Oceânicos</b> Ementa: 1. Revisão de teoria de vigas 2. Análise de tensões e deformações 3. Equações constitutivas no regime linear elástico 4. Critérios de escoamento 5. Estudo de Casos - Seminários 6. Fadiga de estruturas oceânicas 7. Estabilidade Estrutural 8. Estudo de Casos – Seminários 9. Projeto de Curso.	COPPE/Engenharia Naval e Oceânica
<b>COV 253</b>	<b>G</b>	<b>Sistemas oceânicos de produção de petróleo</b> Ementa: Introdução aos equipamentos submarinos; conceitos, aplicações e métodos de construção/instalação de plataformas de produção; arquitetura e instalação de árvores de natal molhadas e coletores submarinos; sistemas de controle submarino; conceito de linhas submarinas de produção e exportação; parâmetros de dimensionamento de dutos rígidos submarinos; instalação de linhas submarinas; introdução aos sistemas autônomos de produção submarinos.	COPPE/Engenharia Naval e Oceânica

<b>EEA 519</b>	<b>G</b>	<p><b>Método dos Elementos Finitos</b></p> <p>Ementa: M.E.F. como extensão do método de Rayleigh-Ritz. Interpolação. Funcional energia potencial total. Formulação básica do M.E.F. Elementos de barra. Convergência. Testes de Convergência. Elementos básicos de estado plano de tensões e de deformações. Elementos isoparamétricos. Integração numérica. Elementos de Kirchhoff e de Midlin para flexão de placas. Elementos sólidos. Elementos com modos não compatíveis de elasticidade bi e tridimensional. Elementos de casca. Utilização de programas automáticos.</p>	POLI/Engenharia Civil (Estruturas)
<b>EEA 530</b>	<b>G</b>	<p><b>Técnicas de Programação em Engenharia Civil</b></p> <p>Ementa: Estruturas das linguagens Fortran e C. Similaridades e sintaxe das linguagens. Declaração de variáveis. Tipos de variáveis. Comandos de repetição. Comandos de controle. Comandos de entrada e saída. Formatação dos dados de entrada e saída. Funções e procedimentos. Funções intrínsecas. Passagem de parâmetros. Ponteiros. Alocação dinâmica da memória. Variáveis estruturadas. Manipulação de bits. Catálogo de funções-padrão. Preparação de gráficos. Programação orientada para objetos.</p>	POLI/Engenharia Civil (Estruturas)
<b>EEA 551</b>	<b>G</b>	<p><b>Elasticidade I</b></p> <p>Ementa: Análise de tensões: decomposição do vetor tensão, tensões e direções principais, Círculo de Mohr. Análise de deformações: campos de deslocamentos e deformações, deformações principais. Equações gerais da elasticidade: equações de equilíbrio e de compatibilidade, lei de Hook generalizada, condições de contorno. Problemas bidimensionais em coordenadas cartesianas e polares, estado plano de tensões e de deformação, função de tensões, soluções polinomiais e em series, semiplano, disco com solicitação diametral, cunha com carga no vértice.</p>	POLI/Engenharia Civil (Estruturas)
<b>EEA 562</b>	<b>G</b>	<p><b>Análise de Estruturas Offshore</b></p> <p>Ementa: Principais alternativas de produção: plataformas fixas de aço, torres complacentes, TLP (Tension Leg Platforms), Spar-buoys, FPSOs (Floating Production Storage Offloading). Conceitos básicos de perfuração e completação de poços. Introdução à hidrodinâmica; determinação das forças sobre elementos esbeltos considerando-se as ações ondas, correntes marinhas e ventos; definição de cargas extremas e respectivas combinações. Sistemas de Ancoragem e Sistema de Risers. Fator de Concentração de Tensões, Fadiga Estrutural. Noções básicas de Geologia e Geofísica, reservatórios e de sistemas petrolíferos, tipos de óleo e gás. Fundações tipo estaca, grupo de estacas, e fundações especiais tipo: estacas de sucção. Normas utilizadas no Projeto de estruturas Offshore.</p>	POLI/Engenharia Civil (Estruturas)





<b>EED 777</b>	<b>G</b>	<p align="center"><b>Projeto de Estruturas Offshore</b></p> <p>Ementa: Conceitos básicos de oceanografia, de estatística e de probabilidade. Tipos de plataformas marítimas de produção de hidrocarbonetos e de perfuração: plataformas fixas de aço e concreto, plataformas flutuantes tipo semi-submersível de produção, plataforma de pernas atirantadas (tension leg platform), spar-buoy, FPSO (floating, production, storage and offloading) com turret e com spread mooring, plataformas de perfuração auto elevatórias (jack-up), MODU (mobile offshore drilling unit). Conceitos básicos do sistema de ancoragem tipos de materiais, equação da catenária, tipos de fundações. Conceitos básicos do sistema de risers: flexíveis e rígidos (verticais e na forma de catenária); perfuração, completação e produção. Conceitos básicos de dinâmica e hidrodinâmica. Forças devidas à onda e correntes sobre membros esbeltos. Interação estática solo-estrutura: solos argilosos, arenosos e calcáreos; parâmetros elásticos do solo. Fundações rasas. Fundações profundas: estacas isoladas, métodos elásticos, modelo de Winkler modificado; grupos de estacas: modelo de Poulos, métodos de Focht &amp; Koch e de O'Neil. Fundações especiais: estacas de sucção, âncoras convencionais e âncoras tipo VLA (vertical load anchors) e estacas torpedo. Critérios de projeto: tensões admissíveis (WSD)/(LRFD), tensões máximas, flambagem e punching shear. Instalação de plataformas fixas: flutuação, verticalização e lançamento. Análise de fadiga de material base, peças soldadas, de amarras, cabos de aço, cabos de poliéster, ligações tipo elo Kenter, elo pêra, etc. Análise de vibrações induzidas pelo fenômeno de desprendimento de vórtices em elementos esbeltos.</p>	POLI/Engenharia Civil
<b>EET 101</b>	<b>G</b>	<p align="center"><b>Fratura dos Materiais</b></p> <p>Ementa: Diagrama de análise de fratura. Mecânicas da fratura linear-elástica: noções de G, K, K<sub>IC</sub>, K<sub>IEAC</sub>. Mecânicas da fratura elasto-plástica: método da abertura na ponta de trinca (CTOD), da integral J e curvas R. Mecânicas da fratura aplicada a fadiga: curva da/dN versus delta k, integração das curvas da/dn versus delta k. Normas.</p>	POLI/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (DMM)
<b>EET 363</b>	<b>G</b>	<p align="center"><b>Materiais para a Indústria do Petróleo</b></p> <p>Ementa: Comparação entre os diferentes materiais estruturais; Ligas Metálicas; Ligas Ferrosas – Aços e Ferros Fundidos. A filosofia do projeto metalúrgico dos aços. Mecanismo de reforço dos aços. Aços ao carbono. Aços Ligados. Aços inoxidáveis. Aços estruturais. Aços para dutos. Aços para risers. Ferros fundidos. Ligas Não Ferrosas. Ligas de Cobre. Ligas de Alumínio. Ligas de Níquel, Ligas de Titânio. -Materiais Poliméricos: Termorrígidos, Termoplásticos. Materiais Compósitos. Análise de Casos: Materiais dos risers flexíveis, rígidos de aço e rígidos de compósitos.</p>	POLI/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (DMM)

<b>EET 410</b>	<b>G</b>	<p align="center"><b>Seleção de Materiais</b></p> <p>Ementa: O processo do Projeto. Materiais de engenharia e suas propriedades. Seleção de materiais a partir das relações das propriedades que atendam aos requisitos do produto. Seleção de processos de fabricação baseada nos requisitos do produto e os aspectos econômicos da produção. Seleção de materiais e dos processos de fabricação com múltiplas restrições e objetivos. Seleção de materiais e processo de fabricação para atender formas específicas de produtos. seleção de materiais híbridos. Estudos de casos associados a cada um dos tópicos. Materiais e meio ambiente.</p>	POLI/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (DMM)
<b>EET 415</b>	<b>G</b>	<p align="center"><b>Corrosão e Proteção</b></p> <p>Ementa: Fundamentos termodinâmicos da corrosão, classificação da corrosão. Fundamentos eletroquímicos. Equação de Nernst. Diagrama de Pourbaix. Polarização. Passivação. Cinética da corrosão. Proteção da corrosão: proteções clássicas e aquelas por materiais poliméricos, compósitos e filmes finos. Deterioração dos materiais não-metálicos: idéias gerais e analogias com a corrosão de metais.</p>	POLI/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (DMM)
<b>EET 416</b>	<b>G</b>	<p align="center"><b>Tecnologia da Soldagem</b></p> <p>Ementa: Introdução, aplicações e terminologia. Classificação dos processos. Revisão elétrica aplicada às fontes de energia para soldagem. Processos de soldagem a arco elétrico (plasma, tig, eletrodo revestido, mig, mag, arame tubular, arco submerso). Processos de soldagem por resistência elétrica. Processos especiais: eletroescória, soldagem de pinos, centelhamento, soldagem por explosivos, por fricção, difusão, compressão a frio; aluminotermia, laser e feixe de elétrons.</p>	POLI/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (DMM)
<b>EET 421</b>	<b>G</b>	<p align="center"><b>Materiais Compósitos</b></p> <p>Ementa: Definição de materiais compósitos. Fibras. Materiais das matrizes. Compósitos de matriz: polimérica, metálica e cerâmica. Compósitos de fibra de carbono. Micro e macromecânica dos compósitos. Resistência mecânica, fratura e fadiga de compósitos.</p>	POLI/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (DMM)
<b>EET 425</b>	<b>G</b>	<p align="center"><b>Metalurgia Física da Soldagem</b></p> <p>Ementa: O arco elétrico. geração de calor. Fluxos, eletrodos, arames, gases de proteção. Ciclo térmico durante a soldagem. Tratamento térmico. Pré-aquecimento; pós-aquecimento; soldas múltiplo passes. Velocidade de resfriamento. Defeitos: porosidades, escória, mordedura, segregação, trincas. Microestrutura e propriedades mecânicas das juntas soldadas. Soldagem de aços-carbono, de aços resistentes à abrasão, à corrosão, aços refratários, aços criogênicos. Soldagem de Al, Ni, Cu e suas ligas. Qualificação de procedimento de soldagem.</p>	POLI/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (DMM)

EET 471	G	<b>Engenharia Microestrutural de Cerâmicos</b> Ementa: Microestrutura dos materiais cerâmicos. Correlação entre propriedades físicas, mecânicas, elétricas, magnéticas e óticas dos materiais cerâmicos e a sua microestrutura e desta com composição de processamento. Formação de materiais cerâmicos compósitos. Aplicação de cerâmicos avançados para fins estruturais na indústria do petróleo e gás.	POLI/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (DMM)
EET 472	G	<b>Propriedades de Materiais Poliméricos</b> Ementa: Comportamento Mecânico; Relação entre Propriedades e Microestruturas; Processamento de Produtos Poliméricos; Polímeros de Engenharia.	POLI/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (DMM)
EET 540	G	<b>Ensaio Não Destrutivos</b> Ementa: Conceito de ensaios não destrutivos, controle e garantia da qualidade. Visão geral dos ensaios. Ensaio por líquidos penetrantes e partículas magnéticas: princípio, características, aplicação e avaliação. Ensaio radiográfico: fontes, proteção radiológica, avaliação, normas. Ensaio ultrassônico: cristais, transdutores, propagação de ondas, detecção e dimensionamento de defeitos, blocos de referência e padrão, normas. Correntes parasitas: geração de corrente, interpretação de resultados, normas.	POLI/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (DMM)
EET 606	G	<b>Adesivos e Fibras</b> Ementa: Adesivos: classificação e mecanismos de adesão; Forças intermoleculares; Superfícies e tratamentos superficiais; Adesivos orgânicos (naturais e sintéticos) Fibras: de vidro, carbono e fibras poliméricas; Técnicas de fabricação; Propriedades mecânicas.	POLI/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (DMM)
EET 761	G	<b>Fundamentos da Engenharia de Petróleo</b> Ementa: História e economia do petróleo. Como a terra foi formada. Origens do petróleo e sua acumulação. As atividades da indústria: exploração, performance e desenvolvimento de reservatórios, perfuração e completação de poços, avaliação de formações, elevação natural e artificial, processamento, transporte, distribuição. Sistemas de produção de petróleo. Contratos e regulamentação. Noções de ética e profissionalismo.	POLI/Engenharia do Petróleo
EET 064	G	<b>Garantia de escoamento</b> Ementa: Introdução à garantia de escoamento. Transferência de calor em sistemas de produção de óleo e gás. Problemas encontrados: Parafinas, óleos pesados, emulsões, asfaltenos, sais de naftenato, precipitados inorgânicos, hidratos, slugging, erosão e corrosão.	POLI/Engenharia do Petróleo

EEI 004	G	<p><b>Indústria de petróleo na Transição Energética</b></p> <p>Ementa: Introdução às mudanças climáticas e ao contexto de transição energética. - Estratégias das empresas de petróleo frente ao contexto da transição energética: investimentos em fontes alternativas de energia (biocombustíveis, energia eólica - onshore e offshore, energia solar - PV e CSP, e hidrogênio). - Investimentos em gás natural como vetor de transição energética. - Investimentos no desenvolvimento de tecnologias de CCUS. - Gerenciamento pelo lado da demanda: a eletrificação do setor de transportes como fator principal da redução da demanda por petróleo. - Estratégias de adaptação das empresas de petróleo às mudanças climáticas já em curso. - Aspectos políticos, ambientais e regulatórios como arrefecedores do consumo mundial de petróleo e barreiras à expansão da indústria. - Influência dos acordos do clima, precificação do carbono. - Posicionamento do governo brasileiro e da Petrobrás frente ao contexto mundial da transição energética. - Apresentação de tecnologias disruptivas para a oferta de energia livre e gratuita: as pesquisas de Nikola Tesla (energia livre e propulsão anti gravitacional), a fusão nuclear a frio e a energia do ponto zero (Zero Point Energy).</p>	POLI/Engenharia do Petróleo
EEW 411	G	<p><b>Perfuração de poços</b></p> <p>Ementa: Introdução e histórico da perfuração de poços. Tipos, sistemas e equipamentos de sondas de perfuração. BOP, coluna de perfuração e brocas. Operações de perfuração: procedimentos de perfuração onshore e offshore. Hidrostática e hidráulica da perfuração: introdução à projeto de poço, fluidos de perfuração, pressão hidrostática da perfuração, balanço de pressões no poço, pressões em condições de fluxo, perda de carga na broca, ECD. Modelos reológicos: fluidos newtonianos e fluidos não-newtonianos (modelo de Bingham e modelo da Lei de Potências). Escoamento laminar e escoamento turbulento no anular e na coluna e cálculo das perdas de carga. Projeto do poço: conceitos básicos de geopressões e elementos de mecânica das rochas, perfilagem, gradiente de sobrecarga, gradiente de pressão de poros, gradiente de colapso e fratura, critérios de assentamento de sapatas. Dimensionamento geomecânico de revestimentos, cimentação. Detecção e indícios de kick, controle de poço.</p>	POLI/Engenharia do Petróleo
EEW 512	G	<p><b>Instalações de superfície de produção de petróleo</b></p> <p>Ementa: Sistemas de produção de petróleo: terrestres e no mar. Projeto de facilidades de produção. Tratamento de água. Facilidades de produção: energia elétrica, ar comprimido, sistemas hidráulicos. Sistemas de medição, instrumentação e controle. Válvulas. Sistemas de segurança. Linhas de fluxo e manifolds.</p>	POLI/Engenharia do Petróleo

EEW 514	G	<p><b>Métodos de elevação artificial</b></p> <p>Ementa: Performance de influxo. Escoamento multifásico na coluna de produção, flowline e riser. Análise nodal e elevação natural. Gas lift: Conceitos básicos, concepção do arranjo físico, válvulas de gas lift (pressão, orifício e venturi), projeto e estabilidade. Bomba centrífuga. Bombeio centrífugo submerso: Conceitos básicos, tipos de instalações e projeto. Introdução aos outros métodos de elevação artificial: Bombeio mecânico com hastes, Bombeio por cavidades progressivas, Bombeio hidráulico de pistão, Bombeio hidráulico de jato, métodos intermitentes (gás, pistão e PIG). Comparação entre os métodos de elevação artificial. Comparação entre os métodos gas lift e bombeio centrífugo (offshore).</p>	POLI/Engenharia do Petróleo
COT 724	MD	<p><b>Difração de Raio-X em Materiais</b></p> <p>Ementa: Produção de Raios X. Origem do espectro contínuo e características das propriedades dos raios X. Cristais: redes de Bravais, simetria cristalina, Lei de Bragg, Lei de Moseley. Intensidade coerente espalhada por elétrons, átomos e cristal. Interpretação dos resultados obtidos com cristais reais: largura de pico e tamanhos de partículas. Método de Laue, DebyeScherrer, espectrometria e difratometria. Aulas práticas de Laue, Debye-Scherrer, difratometria. Texturas cristalográficas: representação, figuras de pólo e função de distribuição.</p>	COPPE/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM)
COT 729	MD	<p><b>Ensaio Não Destrutivos Avançados</b></p> <p>Ementa: Técnicas avançadas de Ensaio não destrutivos (END): Radiografia digital, Tomografia, Termografia, Ultrassom e Phased Array, técnicas magnéticas. Confiabilidade e sensibilidade na detecção de defeitos. Ensaio não destrutivos qualitativos e quantitativos. Comparação entre as técnicas de ensaios destrutivos e classificação. Simulação computacional aplicada aos ENDs.</p>	COPPE/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM)
COT 734	MD	<p><b>Corrosão</b></p> <p>Ementa: Importância e custos da corrosão. Eletroquímica aplicada à corrosão: Equação de Nernst, Diagramas de Pourbaix, Equações de Butler-Volmer. Potencial de corrosão, Equação de Tafel e as medidas de velocidade de corrosão uniforme: perda de massa, corrente de corrosão, Rp e RPL. Passivação, Pite e Proteção Anódica. Revestimentos e Inibidores. Proteção catódica. Formas de corrosão e mecanismos básicos. Corrosão Microbiológica. Corrosão em concreto. Corrosão sob tensão. Corrosão em altas temperaturas.</p>	COPPE/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM)

<b>COT 736</b>	<b>MD</b>	<b>Técnicas, controle e estudos da corrosão</b> Ementa: Formas de corrosão, corrosão generalizada, corrosão localizada, corrosão atmosférica, corrosão por imersão total, corrosão pelos solos, técnicas de controle: tintas, inibidores, proteção catódica, corrosão por pites, corrosão por frestas, corrosão sob esforços mecânicos, técnicas de controle: materiais, projetos adequados, medidas eletroquímicas no laboratório e no campo.	COPPE/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM)
<b>COT 738</b>	<b>MD</b>	<b>Técnicas Eletroquímicas Aplicadas em Corrosão</b> Ementa: Revisão das técnicas eletroquímicas estacionárias; caracterização das técnicas nãoestacionárias, técnicas de pulso, duplo pulso galvanostático, voltametria, impedância eletroquímica e eletrohidro-dinâmica. Casos práticos da literatura.	COPPE/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM)
<b>COT 739</b>	<b>MD</b>	<b>Corrosão Associada a Esforços Mecânicos</b> Ementa: Fatores metalúrgicos e mecânicos na corrosão. Corrosão sob tensão: intergranular e transgranular. Corrosão sob fadiga. Fragilização sob hidrogênio. Corrosão com erosão, cavitação. Corrosão sob atrito. Fragilização por metal líquido.	COPPE/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM)
<b>COT 741</b>	<b>MD</b>	<b>Deformação Plástica dos Metais</b> Ementa: Revisão sobre a Cristalografia dos metais. A natureza cristalográfica da deformação plástica. Estudo dos defeitos lineares (discordâncias), responsáveis pela deformação plástica; deslizamento cristalino e escoamento plástico; observação experimental; cinética e dinâmica; propriedades elásticas; multiplicação e interação; participação nos sistemas cristalinos. Fundamentos da participação da macla e transformação de fase na deformação plástica.	COPPE/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM)

<b>COT 742</b>	<b>MD</b>	<p align="center"><b>Fadiga dos Materiais</b></p> <p>Ementa: Fadiga de alto ciclo: Cargas de fadiga. Testes de fadiga, diagramas de Whöler, limite de fadiga. Efeitos de variáveis: Tensão média, rugosidade, concentradores de tensões, tensões residuais. Dispersão nos resultados. Estados complexos de tensões. Fadiga multiaxial. Espectros de carga. Contagem de ciclos. Variáveis metalúrgicas. Mecanismos. Superfícies de fratura por fadiga. Testes de corpos de prova, peças, full-scale. Fadiga de baixo ciclo: Relação CoffinManson. Amolecimento – encruamento. Compatibilização com fadiga de alto ciclo. Efeito da tensão média. Variáveis metalúrgicas. Fadiga de ultra alto ciclo: Curvas S-N até 10<sup>10</sup>/10<sup>12</sup> ciclos. Mecanismos. Outros tipos de fadiga: Fadiga de contato rodante, fretting, fadiga térmica. Interações com corrosão e fluência. Crescimento de trincas por fadiga. Estágios na fadiga. Crescimento de trinca: estrias, reversão da deformação plástica na ponta de trinca. Lei de Paris: determinação experimental. Limiar de crescimento de trincas por fadiga (<math>\Delta K_{th}</math>). Efeito da relação de carga ou tensão média. Previsão da vida remanescente. Efeito de sobrecargas. Trincas curtas: Modelo de Kitagawa-Takahashi. Curvas de resistência de fadiga. Limiar de END e trincas curtas. Fadiga em materiais compósitos laminados. Fenômeno de degradação gradual. Mecanismos de acúmulo de dano. Efeito de variáveis. Diagramas de vida constante. Particularidades de fadiga em materiais cerâmicos e polímeros</p>	COPPE/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM)
<b>COT 743</b>	<b>MD</b>	<p align="center"><b>Propriedades Mecânicas a Altas Temperaturas</b></p> <p>Ementa: Mecanismos de fluência, mapas de deformação e fratura; métodos de ensaio e análise; projetos em fluência; acumulação de dano; vida residual. Projeto de ligas metálicas para serviço em altas temperaturas, Aços CrMo, Aços inoxidáveis Austeníticos, Super Ligas de Ni e Ligas de Cobalto.</p>	COPPE/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM)
<b>COT 744</b>	<b>MD</b>	<p align="center"><b>Fratura dos Materiais</b></p> <p>Ementa: Introdução à fratura de materiais; Mecânica da fratura linear-elástica (MFLE); Aplicação da mecânica da fratura ao crescimento de trincas por fadiga; Mecânica da fratura elastoplástica; Análise básica da integridade de estruturas metálicas utilizando a mecânica da fratura. Aplicações em juntas soldadas; Fratura por mecanismo de crescimento subcrítico; Transição dúctil-frágil: mecanismos, efeitos de tamanho, dispersão de resultados, uso da Master Curve de Wallin; Micromecanismos de fratura em materiais metálicos.</p>	COPPE/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM)

<b>COT 759</b>	<b>MD</b>	<p><b>Comportamento Mecânico de Materiais Não-Metálicos</b></p> <p>Ementa: Estados de Tensões e Deformação: Estruturas carregadas axialmente, estruturas carregadas sob torção, estruturas carregadas em flexão (teoria de vigas), estados de tensões e deformação bidimensional, círculo de mohr em tensão e deformação, concentradores de tensão, critérios de deformação plástica; Comportamento Mecânico de Polímeros: Viscoelasticidade, modelos de viscoelasticidade linear, mecânica da fratura aplicada aos materiais poliméricos, introdução a ensaios de impacto; Comportamento Mecânico de Cerâmicos: Origem da fragilidade nos materiais cerâmicos, influência da porosidade nas propriedades mecânicas, teoria de weibull, avaliação mecânica de materiais cerâmicos.</p>	COPPE/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM)
<b>COT 785</b>	<b>MD</b>	<p><b>Processos de Soldagem</b></p> <p>Ementa: Introdução e classificação de processos. Fontes de energia. TIG: definição, teorias, eletrodos, gases de proteção, equipamentos, aplicações. TIG por pontos e pulsado. Arco plasma: introdução, bicos aplicações, corte arco plasma. MIG, definição, características do arco, tipos de fonte de energia, transferência de metal, gases de proteção. Processo arco manual com eletrodo revestido: histórico, características, fontes de energia, eletrodos, função, classificação quanto ao revestimento. Arco submerso: introdução, equipamentos, materiais, variações do processo. Eletroescória e eletrogás: histórico, princípios e características da operação. Corte Oxiacetileno. Processos recentes de soldagem.</p>	COPPE/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM)
<b>COT 798</b>	<b>MD</b>	<p><b>Materiais Poliméricos</b></p> <p>Viscoelasticidade Linear (Princípios de viscoelasticidade Linear, modelos mecânicos de viscoelasticidade, princípio de superposição de Boltzmann, dependência com frequência, superposição tempo-temperatura “equação WLF”); Elasticidade da Borracha: Termodinâmica da deformação; transições e relaxações em polímeros; Comportamento Mecânico: Avaliação dos parâmetros que influenciam o comportamento mecânico, limite de escoamento em polímeros, comportamento tensão-deformação de polímeros: termofixos, termoplásticos, semicristalinos; critérios de escoamento plástico, mecanismos de deformação, interpretação molecular de escoamento e estiramento a frio, fadiga, fratura, estrutura e formação de “crazes” e bandas de cisalhamento, parâmetros que influenciam o comportamento mecânico dos polímeros (estrutura química, cristalinidade, massa molecular, plastificante, água e monômero residual, taxa de deformação, temperatura), Processamento: Moldagem, extrusão, sopro, injeção.</p>	COPPE/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM)



<b>COT 799</b>	<b>MD</b>	<p align="center"><b>Materiais Compósitos</b></p> <p>Ementa: Conceito, filosofia de projeto, aplicações e nomenclatura. Materiais utilizados como matrizes, materiais utilizados como reforços e interface matriz-reforço. Compósitos de matriz polimérica. Compósitos de matrizes metálicas, cerâmicas e de carbono. Processos de fabricação de materiais compósitos. Micro-mecânica dos materiais compósitos. Macro-mecânica dos materiais compósitos. Critérios de falha e mecanismos de degradação dos compósitos de matriz polimérica reforçados por fibras. Fratura e fadiga intra, inter e translaminar de compósitos laminados. Caracterização mecânica de materiais compósitos. Compósitos estruturais.</p>	COPPE/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM)
<b>COT 830</b>	<b>MD</b>	<p align="center"><b>Tópicos Avançados em Metalurgia Física</b></p> <p>Ementa: Assuntos variáveis de acordo com desenvolvimentos recentes e interesse dos participantes do curso. Assuntos típicos são: solidificação, aços especiais, teoria das ligas, diagramas de fase, materiais metálicos avançados e aspectos da metalurgia física assistidos por difusão.</p>	COPPE/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM)
<b>COT 854</b>	<b>MD</b>	<p align="center"><b>Análise de Imagens em Materiais</b></p> <p>Ementa: Aquisição e armazenamento das imagens (microscópio ótico e microscópio eletrônico de varredura, MEV). Acrecimento do contraste: normalização, matrizes de convolução, extração do gradiente, adelgaçamento e operações aritméticas. Tratamento especial: transformação de Fourier e visão tridimensional. Segmentação: limiar, multifase, Canny, Marr, Valleys, Haralick. Tratamento binário: erosão, dilatação, operações morfológicas e booleanas. Medidas: identificação, parâmetros, armazenamento da informação. Resolução de alguns problemas em ciência dos materiais: tamanho de grão, compósitos, estrias de fadiga, rugosidade. Arquitetura e uso prático do IBAS 2000.</p>	COPPE/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM)
<b>COT 749</b>	<b>MD</b>	<p align="center"><b>Propriedades E Microestrutura De Aços</b></p> <p>Ementa: Relações microestrutura - propriedades mecânicas. Aços baixo carbono: conformabilidade. Aços de alta-resistência e baixa liga: mecanismos de endurecimento. Aços médio carbono ferrítico-perlíticos. Aços bainíticos e aços inoxidáveis.</p>	COPPE/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM)
<b>COT 780</b>	<b>MD</b>	<p align="center"><b>Metalurgia Física da Soldagem I</b></p> <p>Ementa: Os ciclos térmicos e sua influência na microestrutura das soldas. Solidificação do cordão. Diluição de eletrodos. Dimensionamento de juntas soldadas. Distorção e tensões residuais. Problemas e defeitos em soldas. Soldabilidade dos aços estruturais, de média e alta resistência, beneficiados e criogênicos.</p>	COPPE/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM)

<b>COT 781</b>	<b>MD</b>	<b>Metalurgia Física da Soldagem II</b> Ementa: Aços inoxidáveis; metalurgia física, soldagem, problemas (sensitização, trincas a quente em aços austeníticos). Aços resistentes ao calor. Soldagem do alumínio e suas ligas. Soldagem do cobre e suas ligas. Soldagem do níquel e suas ligas. Titânio e zircônio.	COPPE/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM)
<b>COT 745</b>	<b>MD</b>	<b>Técnicas Avançadas em Difração de Raios X</b> Ementa: Revisão dos conceitos de difração de raios X. Técnicas de Medição de Textura Cristalográfica por DRX. Técnica de Medição de Tensões Residuais por DRX. Ajustes de Picos e o Método de Rietveld. Difração de Raios X In Situ em Altas Temperaturas.	COPPE/Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM)
<b>EEN 483</b>	<b>G</b>	<b>Tecnologia de Sistemas Oceânicos I</b> Ementa: Tipos de embarcações e sistemas oceânicos, funções, características principais, topologia básica, descrição da estrutura, pormenores construtivos, materiais utilizados na construção e normas de qualificação (Sociedades classificadoras, API, etc.) relativas a navios, plataformas flutuantes e embarcações especiais.	POLI/Engenharia Naval e Oceânica
<b>EEN 484</b>	<b>G</b>	<b>Tecnologia de Sistemas Oceânicos II</b> Ementa: Métodos de construção de sistemas oceânicos; projeto orientado à produção, arranjo de estaleiros, manufatura por família em estaleiros, CAD/CAM/CIM, Conversão de navios e plataformas em estaleiros, Controle dimensional e Sistemas de Qualidade	POLI/Engenharia Naval e Oceânica
<b>EEN 487</b>	<b>G</b>	<b>Tecnologia da Solda</b> Ementa: Processos e equipamentos de soldagem e sua adequação à construção naval, tensões e deformações devidas a soldagem, projeto de juntas soldadas, soldagem de manutenção, soldagem subaquática, soldagem de materiais dissimilares, alumínio, defeitos de soldagem e ensaios não destrutivos, metalurgia da soldagem, qualificação de procedimentos e soldadores, dimensionamento de solda, corte, fundição, conformação de chapas e usinagem.	POLI/Engenharia Naval e Oceânica
<b>EEN 579</b>	<b>G</b>	<b>Processos Estocásticos e Simulação / EN1</b> Ementa: Processos estocásticos; Cadeias de Markov; processos típicos de chegada, atendimento e armazenagem; teoria de filas; teoria de estoque; confiabilidade; análise de decisões; simulação de sistemas complexos; uso de aplicativos para simulação; análise de casos.	POLI/Engenharia Naval e Oceânica

<b>EEN 003</b>	<b>G</b>	<p><b>Economia de energia</b></p> <p>Ementa: Ementa: Energia renovável no oceano (Onda, Marés, Correntes oceânicas, Gradiente térmico, Gradiente de salinidade, eólica offshore): potencial energético e método de conversão, conceitos e tecnologias, status global de desenvolvimento tecnológico, Protótipos de sistemas de conversão de energia oceânica, Métodos de avaliação dos recursos energéticos do mar, Economia. Energia de onda: Projeto de conversor de energia da onda, Métodos de controle de conversores de energia da onda, Otimização dos conversores de energia de onda, Sistema de power take-off (PTO) dos conversores de energia de onda, Protótipos de energia da onda no Brasil. Energia Eólica offshore: projeto de turbina de energia eólica offshore, Analise de sistemas eólicas offshore. FAST open-Source code</p>	POLI/Engenharia Naval e Oceânica
<b>EEN 213</b>	<b>G</b>	<p><b>Mecânica dos Corpos Rígido II</b></p> <p>Ementa: Cinemática da partícula e corpo rígido: coordenadas retangulares, normal / tangencial e cilíndricas; translação me rotação em torno de eixo fixo; - Cinética da partícula e do corpo rígido: trabalho /energia; impulso / quantidade de movimento; Cinemática e cinética tridimensional; Vibrações livres e forçadas, com e sem amortecimento, para sistemas de 1, 2 e vários graus de liberdade; Excitação harmônica e de impulso.</p>	POLI/Engenharia Naval e Oceânica
<b>EEN 423</b>	<b>G</b>	<p><b>Resistência Estrutural do Navio I</b></p> <p>Ementa: Função dos elementos estruturais. Cálculo de cargas em estruturas flutuantes. Propriedades relevantes de materiais estruturais. Resistência primária de estruturas oceânicas. Cálculo do modulo de seção. Critérios de resistência. Teoria da flexão de placas. Flambagem de vigas e placas.</p>	POLI/Engenharia Naval e Oceânica
<b>EEN 424</b>	<b>G</b>	<p><b>Resistência Estrutural do Navio II</b></p> <p>Ementa: Ementa: 1. Introdução ao método de elementos finitos: Processo de análise; PTV aplicado a MEF; Funções de forma e solução; Eliminação gaussiana; Elementos Isoparamétricos; Convergência. 2. Instabilidade Estrutural: Introdução a flambagem; Flambagem de vigas; Flambagem de placas; Flambagem de painéis enrijecidos; Normas aplicáveis; Prática em software. 3. Fadiga: Teoria de Fadiga (Curvas SN, Contagem de ciclos, Regra de Miner etc.); Normas aplicáveis; Prática em software.</p>	POLI/Engenharia Naval e Oceânica

<b>EEN 604</b>	<b>G</b>	<p align="center"><b>Tecnologia de Sistemas Oceânicos III</b></p> <p>Ementa: Ementa: Elementos de engenharia do petróleo. Descrição das unidades de produção de petróleo (UPP) e de seus componentes submarinos. Processos de instalação de UPP: métodos de instalação, transporte de componentes, embarcações de apoio. Técnicas de posicionamento dos diversos componentes sobre o leito oceânico. Técnicas de acoplamento dos componentes instalados.</p>	POLI/Engenharia Naval e Oceânica
<b>EEN 615</b>	<b>G</b>	<p align="center"><b>Técnicas de Modelação de Navios e Plataformas Offshore</b></p> <p>Ementa: Ementa: i) a teoria dos elementos finitos, ii) implementação numérica (Python) e iii) aplicação com softwares comerciais (Abaqus Student) para análise de estruturas navais e offshore (ex.: análise de compósitos, flambagem e pós-flambagem de painéis, resistência limite da seção de navios, etc).</p>	POLI/Engenharia Naval e Oceânica
<b>EEN 626</b>	<b>G</b>	<p align="center"><b>Dinâmica dos Sistemas Discretos I</b></p> <p>Ementa: Ementa: Vibrações livres. Vibrações forçadas. Amortecimento viscoso e histerético. Resposta a cargas periódicas. Resposta a cargas impulsivas. Resposta em frequência. Análise modal. Formulação das equações de movimento em problemas com mais de um grau de liberdade. Semi-discretização. Integração no domínio do tempo: a família de algoritmos de Newmark; implementação computacional. Introdução à análise experimental. Principais tipos de sensores e equipamentos utilizados na análise experimental estática e dinâmica de estruturas. Conceitos básicos de aquisição de sinais para ensaios estáticos e dinâmicos. Transformada discreta de Fourier.</p>	POLI/Engenharia Naval e Oceânica
<b>COV 250</b>	<b>MD</b>	<p align="center"><b>Comportamento hidrodinâmico de plataformas oceânicas I</b></p> <p>Ementa: Descrição dos diversos tipos de plataformas. Hidrodinâmica básica. Teoria linear de ondas, Efeitos viscosos. Revisão de probabilidade e estatística. Descrição das cargas ambientais. Ação de ondas, ação de ventos, ação de correnteza. Determinação de condições de projeto. Cargas em estruturas tubulares (Semi-submersíveis, TLP, jaquetas). Forças na direção do escoamento, Formulação de Morison. Forças transversais em estruturas esbeltas rígidas e flexíveis: VIV - Vibrações induzidas por vórtices. Clashing. Noções básicas de CFD (Dinâmica dos Fluidos Computacional).</p>	POLI/Engenharia do Petróleo

COV 252	MD	<b>Comportamento Estrutural de Sistemas Oceânicos</b> Ementa: 1. Revisão de teoria de vigas 2. Análise de tensões e deformações 3. Equações constitutivas no regime linear elástico 4. Critérios de escoamento 5. Estudo de Casos - Seminários 6. Fadiga de estruturas oceânicas 7. Estabilidade Estrutural 8. Estudo de Casos – Seminários 9. Projeto de Curso	POLI/Engenharia do Petróleo
COV 253	MD	<b>Sistemas oceânicos de produção de petróleo</b> Ementa: Introdução aos equipamentos submarinos; conceitos, aplicações e métodos de construção/instalação de plataformas de produção; arquitetura e instalação de árvores de natal molhadas e coletores submarinos; sistemas de controle submarino; conceito de linhas submarinas de produção e exportação; parâmetros de dimensionamento de dutos rígidos submarinos; instalação de linhas submarinas; introdução aos sistemas autônomos de produção submarinos.	POLI/Engenharia do Petróleo
COV849	MD	<b>Mecanismos de dano em compósitos</b> Ementa: Mecanismos de Danos por Fadiga em Compósito uni-direcional. Efeito da Arquitetura da Fibra sobre o Comportamento de Fratura de Compósito bi-dimensionais. Efeitos de Delaminação no Comportamento Mecânico de Compósitos. Análise de Elementos Finitos de Dano e Fratura Frágil de um material Ortotrópico.	COPPE/Engenharia Naval e Oceânica
COV 828	MD	<b>Dinâmica dos Sistemas Flutuantes Oceânicos III</b> Ementa: Tópicos Avançados em Dinâmica de Sistemas Flutuantes: SPM, Torre, Monoboia. Simulação não Linear no Domínio do Tempo. Bifurcação e Caos. Verificação da Estabilidade. Critérios de Estabilidade Linear. Uso de Estabilizadores.	COPPE/Engenharia Naval e Oceânica
COV 745	MD	<b>Mecânica dos Materiais Compósitos I</b> Ementa: Introdução, Histórico do desenvolvimento dos materiais compósitos, Classificação dos materiais compósitos, Matrizes e Fibras, Métodos de Produção, Aplicações, Normas de ensaios para determinação das propriedades de mecânicas, Predição das propriedades elásticas, Mecânica de uma lâmina Ortotrópica, Lei de Hooke e Relações entre constantes de engenharia, Estado Plano de Tensões, Variação da tensão-deformação numa lâmina, Análise de laminado compósito, Teoria clássica de laminado, Determinação tensão e deformação numa lâmina, Efeitos acoplados, Critérios de falha em laminados compósitos.	COPPE/Engenharia Naval e Oceânica

COV 748	MD	<p align="center"><b>Dinâmica Estrutural</b></p> <p>Ementa: Objetivo: apresentar conceitos avançados da engenharia de vibrações mecânicas. 1: FUNDAMENTOS DE VIBRAÇÃO (1 aula) Breve Histórico, Importância, Conceitos Básicos, Classificação, Procedimento para Análise, Elementos de Mola, Elementos de Massa ou Inércia, Elementos de Amortecimento, Movimento Harmônico, Análise Harmônica. 2: VIBRAÇÃO LIVRE DE UM SISTEMA COM UM GRAU DE LIBERDADE (1 aula) Introdução, Sistemas Translacional e Torcional Não Amortecidos, Condições de Estabilidade, Método de Energia de Rayleigh, Vibração Livre com Amortecimentos Viscoso, de Coulomb e Histerético. 3: VIBRAÇÃO HARMÔNICA (1 aula) Introdução, Equação de Movimento, Sistemas Não Amortecido e Amortecido sob Excitação Harmônica, Força Complexa, Movimento Harmônico da Base, Desbalanceamento Rotativo, Vibração Forçada com Amortecimentos de Coulomb e Histerético, Auto-Excitação e Análise de Estabilidade. 4: VIBRAÇÃO SOB CARREGAMENTO GENÉRICO (1 aula) Introdução, Resposta sob Força Periódica Genérica e Irregular, Resposta sob Força Não Periódica, Integral de Convolução, Espectro de Resposta, Transformada de Laplace, Resposta sob Força Irregular via Métodos Numéricos. 5: SISTEMAS COM DOIS GRAUS DE LIBERDADE (1 aula) Introdução, Equações de Movimento para Vibração Forçada, Vibração Livre para Sistema Sem Amortecimento, Sistema Torcional, Acoplamento de Coordenada e Coordenadas Principais, Análise de Vibração Forçada, Sistemas Semidefinidos, Auto-Excitação e Análise de Estabilidade. 6: SISTEMAS COM VÁRIOS GRAUS DE LIBERDADE (4 aulas) Introdução, Discretização de Sistemas Contínuos, Equações de Movimento Usando a 2ª Lei de Newton, Coeficientes de Influência, Energias Potencial e Cinética na Forma Matricial, Coordenadas e Forças Generalizadas, Equações de Movimento via Equações de Lagrange, Equações de Movimento: Sistemas Não-Amortecidos, Problema de Auto-Valor, Solução do Problema de Auto-Valor, Teorema da Expansão, Sistemas Irrestritos, Vibrações Livres para Sistemas Não-Amortecidos, Vibrações Forçadas para Sistemas Não-Amortecidos, Vibrações Forçadas para Sistemas Amortecidos 7: DETERMINAÇÃO DE FREQUÊNCIAS E MODOS NATURAIS DE VIBRAÇÃO (2 aulas) Fórmula de Dunkerley Métodos de Rayleigh e Holzer. 8: SISTEMAS CONTÍNUOS (4 aulas) Vibração de cordas, barras, eixos, vigas e membranas. 9: MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS (5 aulas) Equações de movimento de um elemento, transformações das matrizes de um elemento, equações completas de movimento (FEM), condições de contorno, matrizes consistentes versus concentradas.</p>	COPPE/Engenharia Naval e Oceânica
---------	----	---	-----------------------------------

COV 741	MD	<p><b>Análise Estrutural de Sistemas Oceânicos</b></p> <p>Ementa: Solução das equações de equilíbrio na análise dinâmica: Métodos de integração direta e superposição modal; Introdução à análise não linear; Formação incremental das equações do movimento; Relações constitutivas; Método de solução de Newton-Rapson; Aplicações em estruturas oceânicas</p>	COPPE/Engenharia Naval e Oceânica
COV 755	MD	<p><b>Integridade e Abandono de Poço</b></p> <p>Ementa: Introdução à análise dinâmica pelo método dos Elementos Finitos. Cálculo de vibrações livres para o M.E.F. Métodos diretos e iterativos para o problema de autovalor; autovetor. Solução para sistemas com número elevado de graus de liberdade: iteração por subespaços. Efeito do erro do truncamento em problemas de autovalor. Subestruturação dinâmica. Redução de graus de liberdade. Técnicas de síntese modal. Cálculo de resposta para o M.E.F: integração direta e superposição modal. Influência do amortecimento</p>	COPPE/Engenharia Naval e Oceânica
COV 750	MD	<p><b>Métodos Numéricos em Análise Dinâmica I</b></p> <p>Ementa: Introdução à análise dinâmica pelo método dos Elementos Finitos. Cálculo de vibrações livres para o M.E.F. Métodos diretos e iterativos para o problema de autovalor; autovetor. Solução para sistemas com número elevado de graus de liberdade: iteração por subespaços. Efeito do erro do truncamento em problemas de autovalor. Subestruturação dinâmica. Redução de graus de liberdade. Técnicas de síntese modal. Cálculo de resposta para o M.E.F: integração direta e superposição modal. Influência do amortecimento</p>	COPPE/Engenharia Naval e Oceânica
COV 724	MD	<p><b>Dinâmica dos Sistemas Flutuantes Oceânicos I</b></p> <p>Ementa: Estática, Estabilidade. Mecânica Newtoniana. Movimentos de corpos rígidos. Termos inerciais em sistemas solidários. Ângulos de Euler. Sistema massa-mola-amortecedor com um e dois graus de liberdade: solução homogênea, solução particular para uma excitação harmônica, solução para um impulso e solução para uma excitação irregular. Sistemas Contínuos: Vibrações, Modos Naturais, Autovetores, Análise Modal.</p>	COPPE/Engenharia Oceânica (PENO)
COV 740	MD	<p><b>Métodos dos Elementos Finitos para Engenharia Oceânica.</b></p> <p>Ementa: Conceitos básicos na análise de sistemas discretos e contínuos. Formulação do método dos elementos finitos na análise linear. Formulação e cálculo das matrizes dos elementos isoparamétricos. Solução de equações de equilíbrio na análise estática: eliminação de Gauss, condensação estática, subestruturação e solução iterativa de Gauss-Seidl.</p>	COPPE/Engenharia Oceânica (PENO)

COV 743	MD	<p><b>Resistência Estrutural Avançada</b></p> <p>Ementa: Parte I – Revisão de Análise de Tensões, Análise de Deformações, Equações Constitutivas no Regime Linear- Elástico (Materiais isotrópicos e não-isotrópicos). Parte II - Aspectos Gerais de Plasticidade em Metais, Critérios de Escoamento, Teoria de Deformação, Aplicações (Trabalhos de Curso).</p>	COPPE/Engenharia Oceânica (PENO)
COV 756	MD	<p><b>Sistema Submarinos de Produção I</b></p> <p>Ementa: Sistemas de Ancoragem e posicionamento dinâmico; Unidades de Processamento e Exportação de Petróleo; Perfuração e completação de poços Submarinos; Desenvolvimento de Campos Submarinos; Introdução aos Equipamentos Submarinos; Sistemas Submarinos de Controle; Arquitetura básica de cabeça de poço, árvore de Natal e manifold submarinos; Instalação de equipamentos submarinos; Bombas e separadores submarinos.</p>	COPPE/Engenharia Oceânica (PENO)
COV 757	MD	<p><b>Comportamento Estrutural de Linhas Submarinas</b></p> <p>Ementa: 1. Teoria de cascas cilíndricas. 2. Dutos e risers rígidos: materiais, proteção anticorrosiva e isolamento térmico. 3. Dutos e risers flexíveis: função das camadas, materiais e fabricação. 4. Técnicas de instalação e lançamento de linhas submarinas. 5. Carregamentos atuantes sobre risers e dutos submarinos. 6. Principais modos de falha de risers e dutos submarinos. 7. Análise global de linhas submarinas. 8. Análise local de linhas submarinas. 9. Efeitos de imperfeições de fabricação no comportamento de risers e dutos submarinos.</p>	COPPE/Engenharia Oceânica (PENO)
COV 783	MD	<p><b>Matemática para Engenharia Oceânica I</b></p> <p>Ementa: Função. Limite. Derivada. Integral. Séries Numéricas, Séries de Função, Séries de Potência, Série de Taylor. Equações Diferenciais Ordinárias (E.D.O.). Equações de Primeira Ordem. Equações de Segunda Ordem com Coeficientes Constantes. Soluções de E.D.O. usando Séries de Potências. Transformada de Laplace com aplicações à E.D.O. Série de Fourier e Transformada de Fourier. Sistemas de equações diferenciais ordinárias. Equações com Derivadas Parciais. Tipos: parabólica, elíptica and hiperbólica. Difusão de calor. Equação de Laplace. Separação de variáveis em diferentes sistemas de coordenadas. Problema de Sturm-Liouville. Uso das Transformadas de Laplace e de Fourier para solução de E.D.P. Álgebra Linear: Construção da teoria como uma consolidação de diferentes conteúdos; Série de Fourier como uma base no espaço de funções.</p>	COPPE/Engenharia Oceânica (PENO)



COV 784	MD	<p><b>Matemática para Engenharia Oceânica II</b></p> <p>Ementa: Aproximação de funções e suas derivadas por Série de Taylor; Raízes de Equações (Bisseção, Newton – Raphson); Sistemas de equações algébricas lineares (Gauss, LU, Cholesky); Ajuste de curvas (regressão e interpolação); Integração numérica (Simpson e Gauss); Equações diferenciais ordinárias (Runge – Kutta, problema de autovalor); Equações diferenciais parciais (diferenças finitas e elementos finitos).</p>	COPPE/Engenharia Oceânica (PENO)
COV 841	MD	<p><b>Fadiga de Estruturas Oceânicas</b></p> <p>Ementa: 1. Mecanismos de dano em fadiga de metais 1.1. Movimentos de discordâncias 1.2. Nucleação de microtrincas, microfissuração e propagação de macrotrincas 1.3. Aspectos macroscópicos do dano em fadiga. Limite de resistência à fadiga 2. Fadiga de baixo ciclo 2.1. Análise de vida em fadiga em termos de deformações 2.2. A curva <math>\epsilon</math>-N 3. Fadiga de alto ciclo 3.1. Análise de vida em fadiga em termos de tensões 3.2. A curva S-N 3.3. Efeito da concentração de tensão na vida em fadiga 3.4. Efeito da tensão média na vida em fadiga 3.5. Efeitos de tensões residuais na vida em fadiga 3.6. Efeitos do meio na vida em fadiga 3.7. Modelos de acúmulo do dano por fadiga 3.8. Histograma ou espectro de tensões variáveis 4. Mecânica da fratura aplicada à fadiga 4.1. Efeito de defeitos em estruturas e componentes na vida em fadiga 4.2. Fator de intensidade de tensão 4.3. Propagação de trincas macroscópicas 4.4. Lei de Paris 4.5. Integração da relação <math>da/dN \propto \Delta K^m</math> 4.6. Fatores que influenciam a propagação de trincas por fadiga 5. Exemplos de casos aplicados à área offshore</p>	COPPE/Engenharia Oceânica (PENO)
COV 845	MD	<p><b>Instabilidade Estrutural</b></p> <p>Ementa: Revisão de cálculo variacional e métodos de energia. Métodos de energia, equilíbrio, imperfeições e dinâmico para determinação do ponto de bifurcação. Flambagem de vigas, placas e cascas. Métodos de solução aproximada. Sensibilidade a imperfeições e comportamento pósflambagem. Estabilidade de sistemas não-conservativos. Flambagem dinâmica. Flambagem elasto-plástica. Carga limite e tipos de instabilidades locais.</p>	COPPE/Engenharia Oceânica (PENO)
COV 854	MD	<p><b>Teoria da Plasticidade</b></p> <p>Ementa: Breve revisão de análise de tensões. Aspectos gerais de plasticidade em metais. Critérios de escoamento. Teoria de deformação. Fundamentos da teoria incremental de plasticidade. Teoria de fluxo com encruamento isotrópico. Encruamento cinemático. Exemplos/aplicações.</p>	COPPE/Engenharia Oceânica (PENO)

CPV 748	MD	<b>Dinâmica Estrutural</b> Ementa: Fundamentos de vibração; Vibração livre de um sistema com um grau de liberdade; Vibração harmônica; Vibração sob carregamento genérico; Sistemas com dois graus de liberdade; Sistemas com vários graus de liberdade; Determinação de frequências e modos naturais de vibração; Sistemas contínuos; Método dos elementos finitos.	COPPE/Engenharia Oceânica (PENO)
CPV 748	MD	<b>Tópicos Especiais – Energia Renovável no Oceano</b> Ementa: As aulas irão focar nos seguintes temas: Visão Geral sobre Energia Renovável do Oceano; Eólica Offshore; Energia Térmica Oceânica; Correntes de Maré e Oceânica; Energia das Ondas; Conceitos Alternativos; Economia da Energia Eólica Offshore e da Energia Renovável do Oceano.	COPPE/Engenharia Oceânica (PENO)
EEK 532	G	<b>Elementos Finitos</b> Ementa: Conceitos básicos. Problemas de valor de contorno. Métodos variacionais. Formulação do Método dos Elementos Finitos. Principais elementos utilizados. Algoritmos de solução. Aplicações	POLI/Engenharia Mecânica
EEK 533	G	<b>Análise Computacional De Tensões</b> Ementa: princípios variacionais. Introdução ao método dos elementos finitos. Discretização, elementos finitos uni e bidimensionais. Implementação Numérica. Estudos de Casos.	POLI/Engenharia Mecânica
EEK 616	G	<b>Otimização do Projeto de Engenharia</b> Ementa: Modelagem computacional em Engenharia. Modelos de otimização para o projeto de Engenharia.; Variáveis de projeto, função custo, restrições. Estudo de casos. Introdução à programação matemática. Programação inteira e contínua. Programação linear, Método SIMPLEX. Programação não linear. Minimização sem restrições. Critérios de otimalidade. Método do gradiente, método quase - Newton. Otimização com restrições. Condições de otimalidade. Função penalidade e barreira. Algoritmo SQP e FAIPA. Utilização de códigos de otimização. Análise de sensibilidade. Técnicas analíticas, semi analíticas e numéricas.	POLI/Engenharia Mecânica
EEK 531	G	<b>Projeto de Vasos de Pressão e Tubulações</b> Ementa: Tipos de vasos de pressão. Membranas de revolução. Flexão de placas, cilindros e esferas. Análise de tensões em cascas. Vasos sob cargas termomecânicas. Mecanismos de falha e critérios de resistência em tubulações e vasos de pressão. Fundamentos das normas para vasos de pressão. Métodos de análise analíticos e numéricos.	POLI/Engenharia Mecânica

EEK 555	G	<b>Usinagem II</b> Ementa: Estudo do processo, máquinas, ferramentas, e parâmetros de corte para: brochamento, rosqueamento, usinagem de engrenagens e eletroerosão. Princípios de delineamento da fabricação.	POLI/Engenharia Mecânica
EEK 573	G	<b>Soldagem</b> Ementa: Processos de soldagem, metalurgia de soldagem, soldagem a baixa temperatura, soldagem a alta temperatura, equipamentos, soldagem a chama, ao arco elétrico e por resistência, eletrodos, defeitos das soldas, processos especiais de soldagem e corte, parâmetros operacionais, normas, projetos de uniões soldadas.	POLI/Engenharia Mecânica
EEK 561	G	<b>Comando Numérico</b> Ementa: Introdução e características das máquinas ferramentas. Tipos de controle do movimento. Meios de entrada de dados e armazenagem de informações. Elementos de acionamento. Sistemas de controle. Eixos coordenados em máquinas a comando numérico. Métodos de posicionamento. Transdutores. Códigos para descrição de números em binário ASCII e EIA. Formato de blocos. Formato de palavra endereçada. Programa peça para fresamento e furação. Programa peça para torneamento.	POLI/Engenharia Mecânica
COM 740	MD	<b>Elasticidade</b> Ementa: Deformação. O tensor tensão. Equações de equilíbrio. Equações constitutivas. Materiais hiperelásticos. Elasticidade infinitesimal. Equações da elasticidade para sólidos isotrópicos	COPPE/Engenharia Mecânica (PEM)
COM 742	MD	<b>Sólidos Inelásticos</b> Ementa: Relações constitutivas e as leis da termodinâmica. Modelos reológicos de materiais sólidos. Termoelasticidade. Dano. Fratura. Formulações para a análise de tensões e deformações em sólidos inelásticos. Aproximações incrementais. Métodos computacionais e mecânica dos sólidos inelásticos.	COPPE/Engenharia Mecânica (PEM)
COM 743	MD	<b>Componentes Estruturais Mecânicos</b> Ementa: Teoria de vigas com e sem cortante. Influência da torção. Teoria da placa com e sem cortante. Pequenas e grandes deformações. Equações de Von-Karman. Teoria da casca. Tensor deformação de Koiter. Cascas de revolução, vasos de pressão, bocais e cascas rebaixadas. Soluções analíticas e métodos aproximados.	COPPE/Engenharia Mecânica (PEM)

COM 745	MD	<p><b>Análise dinâmica de estruturas</b></p> <p>Ementa: Descrição Lagrangeana do movimento. Leis de balanço. Princípios variacionais não-lineares em Dinâmica dos Sólidos. Métodos numéricos: elementos finitos, integração temporal (Newmark, Runge-Kutta, etc.). Noções elementares de estabilidade.</p>	COPPE/Engenharia Mecânica (PEM)
COM 746	MD	<p><b>Introdução a Mecânica do Contínuo</b></p> <p>Ementa: Cinemática: Corpos, Deformação Finita e Pequenas Deformações. Força: Tensores de Cauchy e de Piola-Kirchhoff. Equações Constitutivas na Elasticidade Finita e Infinitesimal. Corpos Hiperelásticos</p>	COPPE/Engenharia Mecânica (PEM)
COM 769	MD	<p><b>Métodos para Determinação de Forças na Usinagem</b></p> <p>Ementa: Teoria de corte ortogonal e oblíquo. Ângulo de cisalhamento. Critérios de escoamento. Distribuição de tensões sobre a superfície de saída da ferramenta. Modelo de Usui-Hirota para determinação das forças de corte no torneamento. Métodos híbridos (numérico-analítico-experimental) para determinação dos esforços nas operações de corte com ferramenta multicortante. Métodos experimentais. Sensores piezoelétricos</p>	COPPE/Engenharia Mecânica (PEM)
COM 768	MD	<p><b>Análise de Processos de Conformação de Metais</b></p> <p>Ementa: Deformações plásticas em metais. Critérios de escoamento. Processos de deformação com fluxo contínuo. Atrito na interface entre a ferramenta e o metal. Determinação dos esforços mecânicos externos. Método do Limite Superior. Métodos numéricos. Fluxo plástico. Medida de deformações.</p>	COPPE/Engenharia Mecânica (PEM)
COM 772	MD	<p><b>Elementos Finitos</b></p> <p>Ementa: Interpolação e aproximação de funções. Elementos finitos de classes C0 e Cn. Convergência. Problemas uni, bi e tridimensionais. Elementos finitos isoparamétricos, híbridos e mistos. Técnicas computacionais. Aplicações à análise de componentes mecânicos.</p>	COPPE/Engenharia Mecânica (PEM)
COM 843	MD	<p><b>Teoria de Placas e Cascas</b></p> <p>Ementa: Elementos de geometria das superfícies. Cinemática das deformações de placas. Teoria de Kirchhoff e de Reissner. Soluções para algumas placas elásticas. Teoria de cascas. Hipóteses de Love, Koiter e Reissner. Cascas de revolução. Soluções de membrana e perturbações associadas à compatibilidade de deslocamentos. Soluções para algumas cascas elásticas.</p>	COPPE/Engenharia Mecânica (PEM)

<b>COM 844</b>	<b>MD</b>	<b>Teoria da Plasticidade</b> Ementa: Relações constitutivas para elasto-plasticidade. Formulações locais e variacionais Potenciais para taxas de tensão e deformação. Modelos de Mises e Tresca. Teoria de análise limite. Discretização. Solução dos modelos discretos. Comportamento dos materiais em processos evolutivos e aproximações em incrementos finitos no tempo. Potenciais em incrementos. Análise elasto-plástica. Discretização. Solução dos modelos discretos. Análise de adaptação (shakedown).	COPPE/Engenharia Mecânica (PEM)
<b>COM 846</b>	<b>MD</b>	<b>Otimização Estrutural</b> Ementa: Conceitos básicos de otimização sem e com restrições. Condições de Kuhn-Tucker. Noções de controle ótimo. Restrições representativas em otimização estrutural. Problemas de dualidade em relação a princípios variacionais. Algoritmos para otimização numérica de estruturas modelados pelo método dos elementos finitos.	COPPE/Engenharia Mecânica (PEM)

**G – Graduação; MD – Mestrado e/ou Doutorado**

## ANEXO VI

### PLANOS DE TRABALHO (PT)

**PT NÚMERO 1. AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS DIFERENTES PADRÕES DE ESCOAMENTO MULTIFÁSICO NOS REGIMES PERMANENTE E TRANSIENTE SOBRE A EROÇÃO E A VIBRAÇÃO DE LINHAS OFFSHORE**

Professor: Rafael Mengotti Charin Programa/Departamento: Departamento de Engenharia Industrial (DEI) e-mail: <a href="mailto:charin@petroleo.ufrj.br">charin@petroleo.ufrj.br</a>
Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado): ( <input checked="" type="checkbox"/> ) Graduação      ( <input type="checkbox"/> ) Mestrado      ( <input type="checkbox"/> ) Doutorado      ( <input type="checkbox"/> ) Pós-Doutorado
Ênfase: Exploração, Desenvolvimento e Produção de Sistemas Submarinos e Terrestres. Corrosão, degradação e/ou fragilização de materiais frente aos meios agressivos e tensões atuantes .
Título do Trabalho: Avaliação da influência dos diferentes padrões de escoamento multifásico nos regimes permanente e transiente sobre a erosão e a vibração de linhas offshore
Resumo: Danos causados em tubulações por erosão e vibração constituem um dos problemas mais comuns a vários tipos de instalações de produção offshore de óleo e gás. Associados a estes problemas estão os diferentes tipos de padrões de escoamento multifásico que ocorrem sob diversas formas (misturas gás-dominante, líquido-dominante ou intermediárias). Devido ao elevado nível de complexidade envolvido no escoamento multifásico, e variados tipos de misturas que podem estar sob escoamento, a forma de interação entre os padrões de escoamento e problemas de origem interna à tubulação são pobremente compreendidos. O presente estudo realizará um profundo levantamento do estado da arte e usará softwares comerciais para conseguir encontrar relações que enriqueçam o conhecimento sobre o tema.
Objetivos: - Revisar a literatura; - Propor uma classificação a partir das informações coletadas; - Realizar estudos de caso utilizando softwares de processo e escoamento multifásico;
Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis: Apesar de pouco compreendidos, erosão e vibração são problemas bastante conhecidos da indústria. Neste caso, o domínio científico sobre o tema deve ser revertido em boas práticas operacionais.

**PT NÚMERO 2. ANÁLISE DA ENVOLTÓRIA DE FALHA DE  
DIFERENTES PASTAS DE CIMENTAÇÃO PARA  
POÇOS OFFSHORE UTILIZANDO O MÉTODO DOS  
ELEMENTOS FINITOS**

Professor: Ana Beatriz de Carvalho Gonzaga e Silva
Programa/Departamento: DES/POLI/UFRJ e PEC/COPPE/UFRJ e-mail: anabeatrizgonzaga@poli.ufrj.br
Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado): ( X ) Graduação      ( ) Mestrado      ( ) Doutorado      ( ) Pós-Doutorado
Ênfase / Tema: Sistemas Offshore
Título do Trabalho: Análise da envoltória de falha de diferentes pastas de cimentação para poços offshore utilizando o método dos elementos finitos
Resumo: A bainha de cimento é um elemento crucial para a segurança global de poços de petróleo, atuando como barreira de integridade. Este projeto tem como objetivo desenvolver uma ferramenta computacional, baseada no método dos elementos finitos, para a construção da envoltória de falha de diferentes pastas de cimento submetidas a distintas condições de pressão e temperatura. A metodologia permitirá a comparação visual entre as envoltórias de diferentes formulações, fornecendo subsídios para a seleção de materiais mais adequados. Os estudos serão conduzidos com o software de elementos finitos TENCIM, considerando diferentes carregamentos que simulam condições operacionais típicas de poços de petróleo e identificando os critérios de falha ultrapassados em cada situação. Adicionalmente, será investigada a influência da rampa de temperatura no comportamento da envoltória.
Objetivos: -Realizar revisão bibliográfica sobre carregamentos atuantes em poços de petróleo. -Aprender o uso do método dos elementos finitos e da plataforma TENCIM, desenvolvida em laboratório. -Executar as análises necessárias para a construção das envoltórias de falha. -Desenvolver a ferramenta de integração com o TENCIM para a construção das envoltórias, a partir da geometria e da pasta selecionada. -Comparar os resultados das envoltórias obtidas para diferentes pastas de cimentação.
Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis: Os resultados deste projeto podem trazer benefícios significativos para a indústria de petróleo e gás, ao aumentar o conhecimento sobre o comportamento do cimento em poços de petróleo. Isso pode contribuir para o aumento do nível de segurança e sustentabilidade no projeto de cimentação de poços, promovendo uma transição para práticas menos impactantes ao meio ambiente.

**PT NÚMERO 3.COMPORTAMENTO MECÂNICO DE ADESIVOS  
REFORÇADOS COM NANOMATERIAIS DE CARBONO  
PARA FABRICAÇÃO DE JUNTAS AÇO/COMPÓSITO**

Professora: Marysilvia Ferreira da Costa / Rodrigo Bezerra Vasconcelos Campos

Programa/Departamento: Engenharia Metalúrgica e de Materiais

e-mail: [marysilvia@metalmat.ufrj.br](mailto:marysilvia@metalmat.ufrj.br) ; [vasconcelos@coppe.ufrj.br](mailto:vasconcelos@coppe.ufrj.br)

Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado):

( X ) Graduação

( X ) Mestrado

( ) Doutorado

( ) Pós-

Doutorado

Ênfase / Tema: Nanotecnologia e Novos Materiais / Exploração, Desenvolvimento e Produção de sistemas submarinos e terrestres

Título do Trabalho: Comportamento Mecânico de Adesivos Reforçados com Nanomateriais de Carbono para Fabricação de Juntas Aço/Compósito

Resumo:

O uso de reparos compósitos tem se mostrado eficaz na recomposição das funções de estruturas metálicas, especialmente em ambientes offshore, devido à sua simplicidade de execução e rápida recuperação das estruturas. No entanto, o uso de reparos em ambientes cada vez mais agressivos demanda o desenvolvimento de adesivos com maior eficiência e capacidade de adesão. Este plano de trabalho tem como objetivo principal avaliar adesivos epóxi reforçados com nanomateriais a base de carbono bem como mapear o efeito do envelhecimento em petróleo no desempenho do material adesivo. A pesquisa visa preencher essa lacuna de conhecimento, fornecendo informações essenciais para o desenvolvimento e aprimoramento tecnológico dos reparos compósitos utilizados em tanques de armazenamento de petróleo em unidades tipo FPSO.

Objetivos:

O objetivo do trabalho é avaliar o desempenho de adesivos reforçados com nanopartículas de carbono e suas juntas. Especificamente, o estudo visa compreender como essas juntas adesivas, que são usadas em estruturas da indústria de petróleo, gás e energias renováveis, respondem às condições de exposição prolongada ao petróleo.

Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis:

Esse trabalho contribuirá para a segurança e eficiência das instalações na indústria do petróleo, gás e energias renováveis, permitindo a adoção de reparos compósitos com maior confiabilidade e redução de custos.



**PT NÚMERO 4. DESENVOLVIMENTO DE MODELOS ANALÍTICOS E  
NUMÉRICOS PARA ANÁLISE ESTRUTURAL DE DUTOS  
COMPÓSITOS**

Professor: José Renato Mendes de Sousa Programa/Departamento: COPPE/PEC e Poli/DEG e-mail:jrenato@laceo.coppe.ufrj.br
Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado): ( X ) Graduação      ( X ) Mestrado      ( ) Doutorado      ( ) Pós-Doutorado
Ênfase / Tema: Análise estrutural de dutos compósitos
Título do Trabalho: Desenvolvimento de modelos analíticos e numéricos para análise estrutural de dutos compósitos
Resumo: O aumento das lâminas d'água para exploração de óleo e gás offshore, além da presença de contaminantes nesses fluidos, têm impulsionado o desenvolvimento de dutos compósitos como opções aos dutos flexíveis tradicionais. Para um projeto seguro e otimizado, o comportamento estrutural desses tipos de dutos durante a instalação e operação precisa ser determinado. No entanto, as ferramentas numéricas e/ou analíticas atualmente disponíveis para o projeto de dutos offshore não são (inteiramente) adequadas para o estudo dessas estruturas. Desse modo, nessa linha de pesquisa, pretende-se avaliar as tensões que atuam sobre essas estruturas durante sua instalação e operação. Nessa última condição, a avaliação dos esforços atuantes sobre essas estruturas considerando carregamentos encontrados na costa brasileira também será abordada.
Objetivos: * Geração de modelos numéricos e analíticos para a determinação das tensões atuantes nas camadas de dutos compósitos durante a instalação dessas estruturas. * Geração de modelos numéricos e analíticos para a determinação das tensões atuantes nas camadas de dutos compósitos durante a operação dessas estruturas. Serão consideradas cargas axissimétricas, flexão, além de cargas térmicas. * Comparação da performance estrutural de dutos compósitos e dutos flexíveis típicos. * Determinação da vida útil à fadiga.
Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis: Dutos compósitos surgem como a nova fronteira tecnológica para o transporte de hidrocarbonetos em campos offshore. O desenvolvimento de modelos que permitam avaliar a integridade dessas estruturas é necessário.

**PT NÚMERO 5. ANÁLISE DE CONFIABILIDADE DE BAINHAS DE CIMENTO EM POÇOS DE PETRÓLEO OFFSHORE**

Professor: Fernando Jorge Mendes de Sousa Programa/Departamento: DES/POLI/UFRJ e-mail: fjmsousa@poli.ufrj.br
Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado): (X) Graduação      ( ) Mestrado      ( ) Doutorado      ( ) Pós-Doutorado
Ênfase / Tema: Sistemas Offshore
Título do Trabalho: Análise de Confiabilidade de Bainhas de Cimento em Poços de Petróleo Offshore
Resumo: <p>A bainha de cimento é um elemento extremamente importante para a segurança global de um poço de petróleo. Critérios de verificação da integridade estrutural deste elemento de um poço vem sendo desenvolvidos considerando as variáveis envolvidas no cálculo como determinísticas. Entretanto, é notório o caráter randômico dos parâmetros termo-químico-físico-mecânicos que regem a capacidade estrutural desta camada. Assim, a ideia principal deste projeto é fazer, através de técnicas de confiabilidade estrutural, uma abordagem probabilística ao problema em questão.</p>
Objetivos: <ul style="list-style-type: none"><li>- Cálculo da probabilidade de falha da barreira de cimento;</li><li>- Determinação das variáveis que mais impactam na probabilidade de falha;</li><li>- Estabelecimento de um critério prático de projeto associado a uma probabilidade aceitável de falha.</li></ul>
Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis: <p>Esta linha de pesquisa tende a gerar benefícios significativos para a indústria de petróleo e gás, por aumentar o nível de conhecimento geral sobre cimentação de poços. Isso pode possibilitar a melhor calibração de fatores de segurança, aumentando o nível de segurança no projeto deste tipo de estrutura.</p>

**PT NÚMERO 6. AVALIAÇÃO DE POLÍMEROS UTILIZADOS EM RAISERS  
FLEXÍVEIS UTILIZANDO MECÂNICA DA FRATURA  
ELASTO-PLÁSTICA (CTOD E J)**

Professor: Celio A. Costa

Programa/Departamento: Engenharia Metalúrgica e de Materiais

e-mail: celio@metalmat.ufrj.br

Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado):

( X ) Graduação

( X ) Mestrado

( ) Doutorado

( ) Pós-

Doutorado

Ênfase / Tema: Produção offshore

Título do Trabalho: Avaliação de polímeros utilizados em raisers flexíveis utilizando mecânica da fratura elasto-plástica (CTOD e J)

Resumo:

Novos cenários de exploração de petróleo offshore são descobertos em águas cada vez mais profundas e o Brasil é o maior usuário mundial de dutos flexíveis (DF). Os campos novos apresentam um teor de ScCO<sub>2</sub> muito elevado e os DFs tem falhado com frequência muito acima do projetado, incluindo a barreira de pressão que é feita de polímero. Hoje, não há conhecimento suficiente do modo de falha do PVDF em operação. Nesta fase da pesquisa, o objetivo é correlacionar a metodologia de mecânica da fratura que melhor caracteriza o material frente à aplicação no raiser e também com os micromecanismos de falha.

Objetivos:

Ensaiai o polímero PVDF (utilizado na barreira de pressão de raisers flexíveis) através das técnicas de CTOD e Integral J. A determinação dos mecanismos de falha (fratografia) também será realizada. Possivelmente, modelagem numérica será feita.

Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis:

O índice de falhas em raisers flexíveis que possuem PVDF na barreira de pressão vem aumentando e entender o processo de falha se torna crítico para o operador.

**PT NÚMERO 7. CRESCIMENTO DE TRINCA ASSISTIDO PELO MEIO (ESC)  
DE POLÍMEROS E COMPÓSITOS UTILIZADOS EM  
RAISERS FLEXÍVEIS**

Professor: Celio A. Costa Programa/Departamento: Engenharia Metalúrgica e de Materiais e-mail: celio@metalmat.ufrj.br
Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado): ( X ) Graduação      ( X ) Mestrado      ( ) Doutorado      ( ) Pós-Doutorado
Ênfase / Tema: Produção offshore
Título do Trabalho: CRESCIMENTO DE TRINCA ASSISTIDO PELO MEIO (ESC) DE POLÍMEROS E COMPÓSITOS UTILIZADOS EM RAISERS FLEXÍVEIS
Resumo: O Brasil é o maior usuário mundial de dutos flexíveis (DF), um produto complexo que possui sua estanqueidade dependente do polímero usado na barreira de pressão. O processamento da barreira de pressão é feita por extrusão e uma série de entalhes decorrem do processamento, mas há pouco entendimento sobre eles na literatura. Nesta fase da pesquisa, o objetivo é entender avaliar crescimento subcrítico de trinca em materiais poliméricos e compósitos, junto com micromecanismos associados.
Objetivos: Ensaia o polímero PVDF (utilizado na barreira de pressão de raisers flexíveis) com diferentes geometrias de entalhes e associar ao mecanismos de falha (fratografia). Possivelmente, modelagem numérica será feita.
Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis: O índice de falhas em raisers flexíveis que possuem PVDF na barreira de pressão vem aumentando e entender o processo de falha se torna crítico para o operador.

**PT NÚMERO 8. FABRICAÇÃO DE MATERIAIS COMPÓSITOS PARA APLICAÇÃO OFFSHORE E DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS**

Professor: Celio A. Costa Programa/Departamento: Engenharia Metalúrgica e de Materiais e-mail: celio@metalmat.ufrj.br
Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado): ( X ) Graduação      ( X ) Mestrado      ( ) Doutorado      ( ) Pós-Doutorado
Ênfase / Tema: Produção offshore
Título do Trabalho: FABRICAÇÃO DE MATERIAIS COMPÓSITOS PARA APLICAÇÃO OFFSHORE E DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS
Resumo: Materiais compósitos vem sendo aplicados cada vez mais em atividades offshore. A fabricação de placas compósitas nacionais sob condições específicas é rara e a caracterização mecânica é igualmente importante. Este projeto fabricará placas e fará sua caracterização mecânica por tração, flexão e fadiga.
Objetivos: Processar placas compósitas a base de fibra de carbono, diferentes empilhamentos, e fazer sua caracterização mecânicas (estática e dinâmica).
Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis: Curvas S-N são dependentes de uma série de fatores, incluindo a metodologia usada. Estabelecer uma metodologia precisa é fase inicial do processo de caracterização dos materiais.

**PT NÚMERO 9. AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO MECÂNICA RADIAL EM CABOS UMBILICAIS**

Professores: Bianca de Carvalho Pinheiro e Ilson Paranhos Pasqualino Programa/Departamento: Engenharia Oceânica/Engenharia Naval e Oceânica e Engenharia Industrial (Engenharia de Petróleo) e-mail: <a href="mailto:bianca@lts.coppe.ufrj.br">bianca@lts.coppe.ufrj.br</a> , <a href="mailto:ilson@lts.coppe.ufrj.br">ilson@lts.coppe.ufrj.br</a>
Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado): ( X ) Graduação      ( X ) Mestrado      ( ) Doutorado      ( ) Pós-Doutorado
Ênfase / Tema: Exploração, Desenvolvimento e Produção de Sistemas Submarinos e Terrestres
Título do Trabalho: Avaliação da Resistência à Compressão Mecânica Radial em Cabos Umbilicais
Resumo: O presente projeto visa avaliar a resistência à compressão mecânica radial de cabos umbilicais (e de todos seus componentes internos) ao passarem por tensionadores de navios PLSV ( <i>Pipe Laying Service Vessel</i> ), utilizados durante o processo de lançamento e recolhimento destas estruturas. Esse processo pode resultar em danos ao umbilical, reduzindo a sua resistência estrutural, em comparação àquela prevista em projeto, e causando falhas em sua funcionalidade. O projeto prevê a realização de testes de compressão mecânica radial e o desenvolvimento de modelos numéricos capazes de reproduzir as condições dos testes experimentais. Com base nos resultados obtidos, será possível determinar o número máximo de operações de instalação/recolhimento admissíveis e as condições de falha de funcionalidade dos sistemas. Os modelos desenvolvidos serão capazes de reduzir a execução de testes para cenários e objetos de estudo similares, promovendo assim uma redução de custos para as companhias, e também maior segurança na utilização desses equipamentos.
Objetivos: - Avaliar a resistência à compressão mecânica radial de cabos umbilicais (e de seus componentes internos), ao passarem por tensionadores de navios PLSV ( <i>Pipe Laying Service Vessel</i> ), utilizados durante as operações de lançamento e recolhimento. - Caracterizar as condições de falha de funcionalidade dos cabos umbilicais testados. - Determinar o número máximo de operações de instalação/recolhimento admissíveis sem que seja atingida a falha.
Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis: O projeto engloba questões de SMS (Saúde, Meio Ambiente e Segurança) e de custo em projetos de cabos umbilicais. A avaliação da física da falha dos componentes e de suas respectivas perdas de funcionalidade ajudam a determinar o número de operações de comissionamento e descomissionamento a que esses umbilicais poderão estar submetidos, evitando possíveis acidentes. A obtenção de dados de falhas dos componentes torna possível otimizar o número de intervenções e pode contribuir para a redução dos custos com aquisições de novos umbilicais, devido à incerteza da sua integridade.

**PT NÚMERO 10. MEDIÇÃO DA TENACIDADE À FRATURA DE MATERIAIS  
PRODUZIDOS POR MANUFATURA ADITIVA PARA USO EM  
FLANGES**

Professor: Hector Guillermo Kotik Programa/Departamento: PEMM/DMM e-mail: <a href="mailto:hectorkotik@metalmat.ufrj.br">hectorkotik@metalmat.ufrj.br</a>
Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado): ( X ) Graduação                      ( ) Mestrado                      ( ) Doutorado
<b>Ênfase:</b> Transporte, Refino e Processamento de Petróleo/Gás/Derivados <b>Tema:</b> Caracterização de materiais
<b>Título do Trabalho:</b> Medição da Tenacidade à fratura em materiais produzidos por manufatura aditiva para uso em flanges
<b>Resumo:</b> <b>Resumo:</b> <p>A manufatura aditiva de materiais metálicos oferece inúmeras vantagens na produção de peças em situações em que o estoque é limitado e os prazos de produção e logística de transporte podem ser excessivamente longos. Setores como o da indústria do petróleo, gás e energias renováveis estão atualmente explorando o potencial dessa técnica para a produção de componentes críticos. Essa técnica, baseada na deposição de material em camadas, apresenta desafios significativos. Por exemplo, microestrutura que não foi completamente homogeneizada devido a tratamentos térmicos inadequado, defeitos produto da manufatura apresentam padrões de posição dentro do material, inclusões originárias do ambiente em que o processo é realizado, etc. Como resultado, a resistência do material à propagação de trincas pode variar dependendo da posição e direção em que essa propriedade é medida, o que torna a caracterização por mecânica da fratura difícil e, muitas vezes, compromete a validade dos resultados obtidos. O plano de trabalho tem como objetivo principal investigar o impacto das variáveis do processo de manufatura aditiva na resposta do material, utilizando curvas de resistência J-R ou CTOD-R como ferramentas de avaliação.</p>
<b>Objetivos:</b> Caracterizar mediante testes de mecânica da fratura materiais metálicos produzidos por manufatura aditiva de arame e arco para serem usados em componentes da indústria do petróleo, gás e energias renováveis. Estudar a influência da anisotropia, heterogeneidade e defeitos de processamento nas curvas de resistência J-R ou CTOD-R desses materiais
<b>Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis:</b> A qualificação de materiais é primordial para sua adequada aplicação em estruturas das indústrias do Petróleo, Gás e Energias Renováveis. O entendimento do efeito das variáveis da manufatura aditiva por arame e arco na tenacidade à fratura é vital para conseguir peças que se mantenham íntegras durante seu tempo de vida.

**PT NÚMERO 11. CARACTERIZAÇÃO FRACTOGRÁFICA DO DANO POR ENVELHECIMENTO DE COMPÓSITOS DE MATRIZ TERMOPLÁSTICA**

Professor: Hector Guillermo Kotik

Programa/Departamento: PEMM/DMM

e-mail: [hectorkotik@metalmat.ufrj.br](mailto:hectorkotik@metalmat.ufrj.br)

Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado):

( X ) Graduação

( X ) Mestrado

( ) Doutorado

**Ênfase:** Transporte, Refino e Processamento de Petróleo/Gás/Derivados

**Tema:** Caracterização de materiais

**Título do Trabalho:** Caracterização fractográfica do dano por envelhecimento de compósitos de matriz termoplástica

**Resumo:**

Os compósitos de matriz termoplástica estão desempenhando um papel cada vez mais importante no mercado de transporte de petróleo e gás, especialmente por meio dos Tubos de Compósitos Termoplásticos (TCPs). Como é comum com novas tecnologias, surgem incertezas em relação à vida útil desses componentes em diferentes condições de serviço. As falhas nesses componentes carregam consigo valiosas informações sobre o histórico do material, que, quando interpretado adequadamente, pode lançar luz sobre os eventos ao longo de sua vida útil e contribuir para o aprimoramento de futuros componentes.

A fractografia se apresenta como uma ferramenta essencial para desvendar a narrativa por trás das falhas do material, através da observação das superfícies de fratura. No entanto, a falta de literatura abrangente que trate das superfícies de fratura de compósitos termoplásticos envelhecidos em diversas condições de serviço representa um desafio significativo. Isso não apenas dificulta, mas muitas vezes impossibilita a realização de análises de falhas com um grau satisfatório de confiança.

Nesse contexto, o plano de trabalho propõe a realização de uma revisão abrangente da literatura existente, juntamente com uma caracterização experimental das superfícies de fratura de compósitos termoplásticos submetidos a uma variedade de condições de envelhecimento e carregamento. Esse esforço visa preencher essa lacuna de conhecimento e contribuir para uma compreensão mais sólida e confiável desses materiais em uso.

**Objetivos:**

Realizar uma extensa revisão bibliográfica sobre superfícies de fratura de materiais compósitos de matriz termoplástica submetida a diversos tipos de envelhecimento e carregamento. Estudar superfícies de fratura desses materiais mediante técnicas de microscopia a fim de relacionar microestruturas de fratura com os tipos de envelhecimento.

**Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis:**

O entendimento dos mecanismos de degradação dos materiais é primordial para sua adequada aplicação em estruturas das indústrias do Petróleo, Gás e Energias Renováveis. O presente plano de trabalho pretende preencher parte da lacuna de conhecimento que se tem sobre a fractografia de compósitos termoplásticos sob diversas condições de envelhecimentos.



**PT NÚMERO 12. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE TINTAS DE  
ISOLAMENTO TÉRMICO**

Professor: Isabel Cristina Pereira Margarit Mattos Programa/Departamento: Engenharia Metalúrgica e Materiais e-mail: <a href="mailto:margarit@metalmat.ufrj.br">margarit@metalmat.ufrj.br</a>
Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado): ( X ) Graduação      ( X ) Mestrado
Ênfase / Tema: Corrosão e Isolamento Térmico
Título do Trabalho: Avaliação do desempenho de tintas de isolamento térmico
Resumo:  Tintas de isolamento térmico foram desenvolvidas com proposta de superar duas desvantagens dos revestimentos de isolamento térmico convencionais, são elas: facilidade de aplicação e facilidade de inspeção por métodos não destrutivos. As tintas de isolamento podem ser usadas com o propósito de proteção pessoal, eficiência de energia ou garantia de fluidez. No entanto, os grandes usuários não dispõem ainda de protocolo experimental para seleção entre as várias opções comercializadas. Embora esses produtos já estejam no mercado há pelo menos uma década, várias dificuldades advêm da heterogeneidade de informações em suas fichas técnicas com relação às propriedades térmicas, falta de conhecimento sobre seus mecanismos de envelhecimento, assim como, falta de conhecimento sobre a compatibilidade com esquemas anticorrosivos complementares.
Objetivos: Avaliar propriedades térmicas e de corrosão de revestimentos comerciais através de ensaios de laboratório para validar o uso dessas tintas tanto em ambientes que necessitam de proteção térmica quanto em ambientes que requerem proteção contra corrosão.
Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis: O isolamento térmico é necessário em praticamente todos os setores da indústria de óleo e gás (extração, refino, transporte e armazenamento) e em vários setores da geração alternativa de energia. Ele é importante para proteção pessoal, eficiência de energia e garantia de fluidez. Especificar métodos para medir as propriedades térmicas e caracterizar comportamento com relação à corrosão vai auxiliar na consolidação de especificações técnicas e estimular maior homogeneização de informações nas fichas técnicas disponibilizadas pelos fornecedores desse tipo de produto.

**PT NÚMERO 13. ANÁLISE HIDRO-ELÁSTICA DE COLD WATER PIPES (CWP) PARA GERAÇÃO DE ENERGIA POR GRADIENTES TÉRMICOS NO MAR**

Professor: JOEL SENA SALES JUNIOR Programa/Departamento: Departamento de Engenharia Naval e Oceânica e-mail: joel@oceanica.ufrj.br
Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado): ( X ) Graduação      ( X ) Mestrado
Ênfase / Tema: Biocombustíveis e Energia Renováveis; Sistemas Submarinos
Título do Trabalho: Análise hidro-elástica de Cold Water Pipes (CWP) para geração de energia por gradientes térmicos no mar
Resumo:  A pesquisa abordará o comportamento hidroelástico de dutos de captação de água gelada (CWP) usados em plataformas OTEC (Conversão de Energia Térmica Oceânica). O estudo é vital para garantir a eficiência e segurança desses sistemas, cujos dutos de captação são os atuais impedidores tecnológicos para que se alcance níveis de centenas de MegaWatts de energia gerada. O comportamento hidroelástico dos CWP será analisado minuciosamente, considerando seus modos naturais de vibração e a influência das correntes oceânicas e vórtices induzidos por vórtices (VIV), para diferentes configurações de profundidades e diâmetros. O trabalho examinará numericamente e experimentalmente a excitação por VIV nos principais modos de vibração, oferecendo insights valiosos sobre o comportamento dinâmico dos CWP. Além disso, a interação dos CWP com os movimentos da plataforma flutuante OTEC também será investigada através de técnicas de cálculo numérico e imposição de movimentos no modelo reduzido. Como as plataformas OTEC são estruturas flutuantes, seus movimentos podem afetar significativamente o comportamento dos dutos de captação de água gelada. Entender esta interação é vital para prever e mitigar possíveis problemas estruturais e operacionais causados por dinâmicas complexas entre a plataforma e os dutos. Este estudo, portanto, fornecerá informações valiosas para aprimorar o design e a operação de sistemas OTEC, contribuindo significativamente para a viabilização da energia oceânica como uma fonte renovável confiável e eficiente.
Objetivos: Avaliar configurações alternativas de CWP (Cold Water Pipes) levando em conta diferentes níveis de geração de energia de plantas OTEC teóricas.
Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis: Geração de energias renováveis a partir do gradiente térmico, descarbonização de FPSOs, alimentação de sistemas submarinos, geração de hidrogênio e melhoria de eficiência energética dos

**PT NÚMERO 14. MODELAGEM COMPUTACIONAL DA APLICAÇÃO DE NOVOS MATERIAIS COMO ELEMENTOS DE BARREIRA PARA ANÁLISE DE INTEGRIDADE EM POÇOS DE PETRÓLEO OFFSHORE**

Professor: Ana Beatriz de Carvalho Gonzaga e Silva  Programa/Departamento: DES/POLI/UFRJ e PEC/COPPE/UFRJ  e-mail: anabeatrizgonzaga@poli.ufrj.br
Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado): ( X ) Graduação      ( ) Mestrado      ( ) Doutorado      ( ) Pós-Doutorado
Ênfase / Tema: Sistemas Offshore
Título do Trabalho: Modelagem Computacional da Aplicação de Novos Materiais como Elementos de Barreira para Análise de Integridade em Poços de Petróleo Offshore
Resumo: A bainha de cimento é um elemento crucial para a segurança global de poços de petróleo. No entanto, a heterogeneidade da pasta de cimentação e seus impactos ambientais representam desafios significativos para a indústria. Recentemente, novos materiais têm surgido como alternativas para substituir o cimento como barreira de integridade em poços. Este projeto visa analisar, através de simulação computacional por elementos finitos, o comportamento desses materiais em condições operacionais normais de poços de petróleo. Serão utilizados critérios de verificação da integridade estrutural para comparar suas vantagens e desvantagens em relação ao cimento tradicional. Este estudo busca oferecer soluções mais sustentáveis e eficientes para a indústria de petróleo e gás, promovendo avanços no conhecimento sobre materiais alternativos para cimentação de poços.
Objetivos: <ul style="list-style-type: none"><li>- Revisar a literatura sobre materiais alternativos ao cimento como barreiras de integridade em poços de petróleo.</li><li>- Fazer um levantamento das propriedades dos materiais utilizados como barreira de integridade de poço</li><li>- Avaliar o desempenho dos materiais simulados com base em critérios de integridade estrutural, através de software de elementos finitos para análise de tensões em bainhas de poços.</li><li>- Comparar os resultados das simulações com o desempenho do cimento tradicional, destacando vantagens e desvantagens.</li></ul>
Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis: Os resultados deste projeto podem trazer benefícios significativos para a indústria de petróleo e gás, ao aumentar o conhecimento sobre a viabilidade de novos materiais em substituição ao cimento em poços de petróleo. Isso pode contribuir para o aumento do nível de segurança e sustentabilidade no projeto de cimentação de poços, promovendo uma transição para práticas mais inovadoras e menos impactantes ao meio ambiente.

**PT NÚMERO 15. DESENVOLVIMENTO DE LIGAS PARA APLICAÇÕES EM SETORES DE GERAÇÃO DE ENERGIA**

Professor: Leonardo Sales Araujo Programa/Departamento: Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais e-mail: lsales@metalmat.ufrj.br
Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado): ( x ) Graduação      ( x ) Mestrado      (x) Doutorado      (x) Pós-Doutorado
Ênfase / Tema: Desenvolvimento de ligas para aplicações em setores de geração de energia
Título do Trabalho: Otimização de ligas austeníticas avançadas para a geração de energia por meio do controle composicional e das rotas de processamento termomecânico
Resumo: Ligas austeníticas especiais são amplamente utilizadas em aplicações críticas nos setores responsáveis pela geração de energia, como termoeletrico e óleo e gás. Usualmente, essas ligas apresentam boa combinação de propriedades mecânicas e menor susceptibilidade a ambientes degradantes. Apesar de tal resistência ao ambiente, busca-se continuamente aprimorar tais ligas para operação, na forma do controle da sua composição e microestrutura. Isso pode ser obtido por meio da adição de elementos de liga e de rigoroso controle do processamento do material, otimizando-o para a melhoria das propriedades mecânicas sob o ambiente degradante. Nesse sentido, o presente projeto é focado na melhoria das ligas austeníticas já amplamente utilizadas no setor, que permitam a geração de uma microestrutura com maior resistência mecânica e menor susceptibilidade aos ambientes degradantes que afligem as aplicações a que se destinam.
Objetivos: Objetivo geral do projeto: Aprimoramento das propriedades mecânicas de superligas de níquel ou aços inoxidáveis austeníticos, quando expostos a ambientes degradantes, como em regime de fluência, oxidação em alta temperatura e fragilização ao hidrogênio.
Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis: Os aços austeníticos e ligas de níquel são amplamente utilizadas em componentes nas indústrias de geração de energia e sob ambientes degradantes. Ganhos potenciais de propriedades em decorrência das melhorias nas ligas promovem importantes reduções dos custos e aumento da segurança operacional de tais componentes. Portanto, esta linha de pesquisa permite tanto o desenvolvimento nacional de tecnologia para aplicação direta como contribui para a formação de recursos humanos para atuar nestes setores. Também ressalta-se que este projeto é desenvolvido em parceria com a indústria nacional.

**PT NÚMERO 16. ANÁLISE DA INTEGRIDADE ESTRUTURAL DE ELEMENTOS DE AÇO, MISTOS E COMPÓSITOS: PROPRIEDADES DOS MATERIAIS, ANÁLISE DE TENSÕES E COMPORTAMENTO SOB SITUAÇÕES DE INCÊNDIO.**

Professor: Alexandre Landesmann Programa/Departamento: Programa de Engenharia Civil PEC/COPPE e-mail: alandes@coc.ufrj.br
Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado): ( x ) Graduação      ( x ) Mestrado      ( x ) Doutorado      ( x ) Pós-Doutorado
Ênfase / Tema: Integridade Estrutural aplicada a elementos de aço, mistos (aço e concreto) e compósitos
Título do Trabalho: Análise da Integridade Estrutural de Elementos de Aço, Mistos e Compósitos: Propriedades dos Materiais, Análise de Tensões e Comportamento sob Situações de Incêndio.
Resumo: Este plano de trabalho propõe uma abordagem integrada para investigar a integridade estrutural de estruturas de aço, mistas (aço e concreto) e compósitas (resinadas), com foco em propriedades e caracterização de materiais, análise de tensões e comportamento em situações de incêndio. O estudo envolverá tanto modelagem computacional, utilizando métodos de elementos finitos e fluidodinâmica computacional, quanto experimentos em escalas meso (material) e real (elementos estruturais). Busca-se a formação de recursos humanos qualificados para tratar de problemas de integridade estrutural em ambientes marítimos e terrestres, contribuindo para a segurança e durabilidade de estruturas utilizadas na indústria de petróleo, gás e energias renováveis.
Objetivos: Caracterizar materiais para estruturas de aço, mistas e compósitas. Analisar tensões em estruturas marítimas e terrestres sob diferentes condições. Investigar o comportamento em incêndios usando simulações de fluidodinâmica. Desenvolver modelos matemáticos e soluções numéricas para analisar a estabilidade, o comportamento não-linear e a sensibilidade a imperfeições em sistemas estruturais. Integrar modelos computacionais com MEF e fluidodinâmica. Realizar ensaios experimentais em escala material e estrutural para validar modelos.
Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis: Projetos Offshore e Onshore: Melhorias no design e na análise de estruturas marítimas e terrestres com foco na integridade e segurança. Recuperação Estrutural: Aplicação de técnicas para restaurar a integridade de estruturas danificadas usando materiais avançados. Validação de Modelos Computacionais e Matemáticos: Criação de soluções robustas para a análise estrutural, com foco em estabilidade e comportamento não-linear. Soluções para Situações de Incêndio: Implementação de estratégias eficazes para aumentar a resistência de estruturas em condições críticas (economia de proteção passiva).

**PT NÚMERO 17. FABRICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MICRO CANAIS  
PELA TÉCNICA DE ATRITO-MISTURA**

Professor: Karen Johanna Quintana Cuellar e Jose Luis Lopes Silveira  
Programa/Departamento: Engenharia Mecânica (PEM/DEM)  
email:kjq.cuellar@mecanica.coppe.ufrj.br

Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado):

( X ) Graduação      ( X ) Mestrado      ( ) Doutorado      ( ) Pós-Doutorado

Ênfase / Tema: Fabricação/ Técnica de atrito mistura

Título do Trabalho: Fabricação e caracterização de micro canais pela técnica de atrito-mistura

Resumo:

A técnica de atrito-mistura, normalmente empregada como processo de soldagem em estado sólido, pode ser adaptada e usada para a fabricação de micro canais de uma maneira mais eficiente, com menor consumo energético e sem desperdício de material o que é refletido em um processo mais simples, de menor custo e de menor impacto ambiental. Neste sentido, é importante estudar a técnica de atrito-mistura para a fabricação de micro canais em função das principais variáveis do processo.

Objetivos:

- Realizar experimentos para determinar a influencia dos parâmetros do processo, geometria da ferramenta e velocidades do processo no formato, dimensões e rugosidade dos mini/micro canais.
- Analisar os valores das forças envolvidas no processo em função dos parâmetros do processo e calcular a potência e energia requerida para a realização do mesmo.
- Medir o tamanho e a rugosidade dos canais para as diferentes condições experimentais e correlacioná-los com os valores de forças, potência e energia específica consumida no processo.

Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis:

Dentre das micro peças requeridas na atualidade, uma das principais aplicações de engenharia é a fabricação de micro canais para produzir micro trocadores de calor, que são usados na indústria para controle de temperatura e recuperação de energia, e em uma infinidade de dispositivos modernos de consumo para dissipação de calor, tais como na indústria de petróleo e gás, usinas de energia, sistemas de refrigeração, entre outros.

**PT NÚMERO 18. TRANSIENTES HIDRÁULICOS EM TUBULAÇÕES  
MULTICAMADAS**

Professor: DANIEL ALVES CASTELLO Programa/Departamento: ENGENHARIA MECÂNICA e-mail: castello@mecanica.coppe.ufrj.br
Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado): ( x ) Graduação      ( x ) Mestrado      ( x ) Doutorado      ( x ) Pós-Doutorado
Ênfase / Tema: Biocombustíveis
Título do Trabalho: Transientes hidráulicos em tubulações multicamadas
Resumo: As FPSOs (“Floating Production Storage and Offloading”) são unidade flutuantes utilizadas na produção, armazenamento e transferência de petróleo e gás. As FPSOs estão conectadas a vários poços e, em geral, a produção escoar ao longo de estruturas tubulares denominadas “risers” os quais, por sua vez, são formados por várias camadas. Alterações no processo de produção e alterações nas estruturas dos “risers” (danos/furos/...) levam a transientes hidráulicos e, conseqüentemente, a pulsos de pressão que se propagam no interior do domínio do fluido e pulsos de tensão que se propagam ao longo dos risers. A velocidade com que estes pulsos se propagam ao longo do fluido/riser dependem das propriedades do fluido e do riser. A compreensão e simulação deste fenômeno é de grande interesse para a indústria de biocombustíveis, óleo e gás.
Objetivos: <ul style="list-style-type: none"><li>• Determinação das velocidades de propagação dos pulsos de pressão no fluido e das ondas mecânicas nas camadas do riser;</li><li>• Análise e modelagem de transientes hidráulicos;</li><li>• Identificação de anomalias nas linhas de produção a partir de dados de pressão.</li></ul>

**PT NÚMERO 19. RECOBRIMENTOS DE LIGA DE ALTA ENTROPIA EM AÇOS**  
– ESTABILIDADE TÉRMICA E MECÂNICA

Professor: Renata antoun Simão Programa/Departamento: PEMM/COPPE e-mail: renata@metalmat.ufrj.br
Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado): ( x ) Graduação      ( x ) Mestrado      ( ) Doutorado      ( x ) Pós-Doutorado
Ênfase / Tema: Recobrimentos
Título do Trabalho: Recobrimentos de liga de alta entropia em aços – estabilidade térmica e mecânica
Resumo: Os recobrimentos de liga de alta entropia (HEAs) em aços para a indústria petrolífera oferecem propriedades aprimoradas como alta resistência à corrosão e a desgastes, resultando em maior durabilidade de componentes em ambientes severos de exploração e produção de petróleo. Estas ligas, com múltiplos elementos principais em concentrações semelhantes, têm a capacidade de estabilizar soluções sólidas únicas, proporcionando uma combinação superior de propriedades mecânicas e térmicas para os aços.
Objetivos: Produzir recobrimentos compostos de ligas amorfas resistentes a alta temperatura, resistentes mecanicamente e resistentes à corrosão
Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis: <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Resistência à Corrosão Aprimorada:</b> As HEAs são projetadas para resistir a ambientes agressivos, que são comuns na indústria de petróleo e gás, onde a exposição a gases corrosivos (como H<sub>2</sub>S e CO<sub>2</sub>) é um desafio constante.</li><li>• <b>Maior Resistência Mecânica:</b> Oferecem alta resistência, dureza e resistência ao desgaste, prolongando a vida útil de componentes como tubulações e peças de máquinas expostas a condições severas.</li><li>• <b>Estabilidade Térmica:</b> Muitos HEAs são desenvolvidos para serem estáveis em altas temperaturas, um requisito essencial para equipamentos utilizados em operações de petróleo e gás.</li></ul>



**PT NÚMERO 20. AVALIAÇÃO DA VIDA EM FADIGA DE DUTOS  
SUBMARINOS EM VÃOS LIVRES SOB A AÇÃO DE ONDAS E CORRENTES**

Professor: Bianca de Carvalho Pinheiro e Ilson Paranhos Pasqualino

Programa/Departamento: Programa de Engenharia Oceânica e-mail:  
bianca@lts.coppe.ufrj.br

Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado):

( X ) Graduação      ( ) Mestrado      ( ) Doutorado      ( ) Pós-Doutorado

Ênfase / Tema: Exploração, Desenvolvimento e Produção de Sistemas Submarinos e Terrestres / Integridade de estruturas intactas e avariadas

Título do Trabalho: Avaliação da vida em fadiga de dutos submarinos em vãos livres sob a ação de ondas e correntes

Resumo:

A integridade estrutural de dutos submarinos em vãos livres deve ser avaliada considerando a interação com o solo marinho, a elevada pressão externa e a ação de ondas e correntes. Cargas ambientais extremas (ondas e correntes) podem também resultar em vibração induzida por vórtices (VIV) nesse cenário. Falhas por fadiga podem ocorrer em dutos submarinos sob vãos livres, associadas ou não à VIV. Será utilizado um modelo numérico, baseado no método dos elementos finitos, para reproduzir a interação entre o duto e o solo marinho e a ação de cargas ambientais (ondas e correntes) sobre dutos submarinos de aço em vãos livres. A ação do solo (areia) será considerada de forma simplificada com base na norma DNVGL-RP-F114, estimando os valores de rigidez dinâmica nas direções axial, vertical e lateral na interação tubo-solo. O modelo, desenvolvido com o software ABAQUS, permitirá estimar as variações de tensão resultantes para a avaliação de danos por fadiga de acordo com uma curva S-N apropriada, e considerando a regra de acúmulo linear de danos de Palmgren-Miner.

Objetivos:

O modelo numérico será utilizado em um estudo paramétrico com diferentes dimensões de dutos (razão entre o diâmetro externo e a espessura da parede,  $D/t$ , e comprimento do vão), profundidades d'água e estados do mar. Com base nas variações de tensão obtidas nas simulações numéricas e utilizando uma curva S-N apropriada, será possível estimar a vida em fadiga dos casos analisados. A estabilidade dos casos analisados será avaliada de acordo com a norma DNV-RP-F109 para avaliar a possibilidade de ocorrência de VIV devido à ação de cargas de ondas e correntes, caracterizada pela norma DNVGL-RP-F105.

Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis:

Este estudo baseia-se na previsão de danos por fadiga e estimativa da vida em fadiga em dutos submarinos sob vão livre, contribuindo para a prevenção de falhas que podem resultar em danos socioambientais severos.

**PT NÚMERO 21. ESTRUTURAS COMPÓSITAS PARA A INDÚSTRIA DE PETRÓLEO, GÁS E ENERGIA RENOVÁVEIS: PROJETO, CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÕES**

Professor: Fabio da Costa Figueiredo/Lavinia Borges/ Karen Quintana Cuellar Programa/Departamento: Engenharia Mecânica e-mail: <a href="mailto:fabiofigueiredo@mecanica.coppe.ufrj.br">fabiofigueiredo@mecanica.coppe.ufrj.br</a> <a href="mailto:lavinia@mecanica.coppe.ufrj.br">lavinia@mecanica.coppe.ufrj.br</a> <a href="mailto:kjq.cuellar@mecanica.coppe.ufrj.br">kjq.cuellar@mecanica.coppe.ufrj.br</a>
Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado): (x) Graduação    (x) Mestrado    (x ) Doutorado    (x) Pós-Doutorado
Ênfase / Tema: Análise de tensões, critérios de falha e materiais compósitos
<b>Título do Trabalho:</b> , Estruturas Compósitas para a Indústria de Petróleo,gás e Energia renováveis: Projeto, Caracterização e Aplicações
<p><b>Resumo:</b> Na indústria de petróleo, gás e energias renováveis, a substituição de peças metálicas por estruturas compósitas tem ganhado destaque, especialmente objetivando maior resistência mecânica, à fadiga e a ambientes agressivos. Materiais compósitos com base polimérica são considerados uma alternativa promissora para estes fins. Projetar estruturas com materiais compósitos exige uma abordagem multidisciplinar e o desenvolvimento de metodologias específicas que atendam aos requisitos de segurança e funcionalidade. Para isso, além das técnicas numéricas adequadas para análise do comportamento mecânico, propõe-se o avanço de técnicas numérico-experimentais baseadas em métodos inversos e inferência estatística, úteis na caracterização de materiais. Além disso, é essencial compreender o comportamento desses materiais em processos de fabricação, como usinagem e soldagem em estado sólido.</p>
<p><b>Objetivos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Projetar e estudar estruturas compósitas voltadas à indústria de óleo e gás...</li><li>• Modelos e ferramentas para análise estrutural utilizando Elementos Finitos</li><li>• Métodos inversos e inferência estatística para caracterização</li><li>• Avaliar mecanismos de degradação, modos e critérios de falha</li><li>• Analisar forças envolvidas no processo de fabricação e calcular potência e energia requeridas.</li></ul>
Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis: tubulações, risers e sistemas de armazenamento.

**PT NÚMERO 22. ANÁLISE NUMÉRICA DE DUTOS CORROÍDOS  
REFORÇADOS POR COMPÓSITOS**

Professor: Fabio da Costa Figueiredo/Lavinia Borges/ Karen Quintana Cuellar Programa/Departamento: Engenharia Mecânica e-mail: <a href="mailto:fabiofigueiredo@mecanica.coppe.ufrj.br">fabiofigueiredo@mecanica.coppe.ufrj.br</a> <a href="mailto:lavinia@mecanica.coppe.ufrj.br">lavinia@mecanica.coppe.ufrj.br</a> <a href="mailto:kjq.cuellar@mecanica.coppe.ufrj.br">kjq.cuellar@mecanica.coppe.ufrj.br</a>
Plano de Trabalho para (mais de um item pode ser marcado): ( X ) Graduação      (x) Mestrado      ( x ) Doutorado      (x) Pós-Doutorado
Ênfase / Tema: Materiais compósitos
Título do Trabalho: Análise numérica de dutos corroídos reforçados por compósitos
<b>Resumo:</b> Dutos metálicos são componentes essenciais na indústria de petróleo, gás e energias renováveis, mas estão sujeitos à degradação por corrosão decorrente do escoamento de hidrocarbonetos. Dentre as técnicas disponíveis para reparo e extensão da vida útil dessas estruturas, o reforço com materiais compósitos destaca-se como uma alternativa eficaz, pois a depender do dano, não é preciso interromper a produção. No entanto, a maioria dos estudos adota o critério de von Mises para avaliar a resistência da camada de aço, sem levar em conta a natureza anisotrópica dos compósitos ou a progressão de falhas no reparo durante a estimativa de cargas limites. Adicionalmente, análises numéricas frequentemente consideram apenas carregamentos estáticos ou quase estáticos, negligenciando efeitos de carregamentos cíclicos, variações térmicas e a influência de concentradores de tensão gerados pelo contato entre materiais dissimilares. Embora essa técnica seja amplamente difundida e considerada segura, tais aspectos merecem investigação aprofundada, a fim de aumentar a confiabilidade e a vida útil dos reparos, prevenindo falhas prematuras e mitigando riscos de danos ambientais e perdas econômicas.
<b>Objetivos:</b> Investigar os diferentes tipos de falhas que podem ocorrer em reparos com materiais compósitos e propor formas de representar essa degradação em análises numéricas via método dos elementos finitos, incluindo a avaliação de critérios de falha mais adequados a esses materiais. Examinar o comportamento mecânico dos reforços em compósitos sob ciclos de carregamento e variações térmicas. Por fim, buscar a otimização de parâmetros de projeto e fabricação visando ao desenvolvimento de sistemas de reparo mais eficientes e confiáveis.
<b>Aplicação para Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis:</b> Extensão da vida útil de dutos corroídos e aumentar a confiabilidade dos reparos, evitando falhas repentinas e eventuais danos ambientais.

**PT NÚMERO 23. PROJETO PRELIMINAR DE UM C-FPSO (FPSO CATAMARÃ)**

<b>Aluno: (A definir)</b>					
<b>Título do Trabalho:</b>  <b>Projeto preliminar de um C-FPSO (FPSO Catamarã)</b>					
<b>Orientador(es):</b> <b>Marta Cecília Tapia Reyes e Isaías Quaresma Masetti</b>					
<b>Objetivos:</b> <p>Realizar o desenvolvimento de um **FPSO do tipo catamarã (C-FPSO)****, formado pela união estrutural de dois cascos de navios-tanque Suezmax.</p> <p>Estudar a viabilidade técnica com vistas a criar uma plataforma para águas ultraprofundas com maior área de convés, maior estabilidade inicial e um moonpool central protegido para os risers, utilizando a conversão de navios existentes para potencial redução de custos e tempo de fabricação.</p>					
<b>Metodologia:</b> <p>A pesquisa será executada em 5 fases, utilizando majoritariamente a suíte de softwares do Bureau Veritas para garantir conformidade e credibilidade.</p> <p>1-Definição do Conceito: Seleção dos cascos, arranjo geral, layout do topside, definição do ambiente marinho da Bacia de Santos.  </p> <p>2-Análise Hidrodinâmica: Modelagem no BV HYDROSTAR para calcular os movimentos da embarcação (RAOs), cargas de onda e análise crítica do movimento de roll.</p> <p>3-Integridade Estrutural: Análise no BV VeriSTAR Hull da estrutura de conexão (ponte) entre os cascos e avaliação dos cascos convertidos.  </p> <p>4-Sistemas de Ancoragem, Risers e Offloading: Análise dinâmica do sistema de ancoragem (BV ARIANE), estudo de risers no moonpool e avaliação de viabilidade do sistema de offloading.</p> <p>5-Relatório Final e Aprovação em Princípio (AiP - Approval in Principle): Consolidação dos resultados, validação final da viabilidade e preparação do dossiê completo para submissão à BV visando a AiP.  </p>					
<b>Resultados Esperados:</b> <p>Projeto preliminar de novo tipo de plataforma C-FPSO</p>					
<b>Cronograma:</b>					
<b>Atividades</b>	<b>Meses 1-6</b>	<b>Meses 7- 2</b>	<b>Meses 10-18</b>	<b>Meses 15-21</b>	<b>Meses 22-24</b>
Definição do Conceito					
Análise Hidrodinâmica					
Integridade Estrutural					
Sistemas de Ancora, Risers e Offloading					
Relatório Final e AiP					

**UFRJ**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO DE JANEIROUNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
COMISSÃO GESTORA DO PRH-7**RESOLUÇÃO PRH-7 nº 01, de 17 de agosto de 2021**

**Dispõe sobre as disciplinas necessárias para ingresso dos alunos de graduação no Programa de Integridade Estrutural Em Instalações Na Indústria Do Petróleo, Gás E Energias Renováveis (IE-PGE)**

A Comissão Gestora do Programa de Integridade Estrutural em Instalações na Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis (IE-PGE) – PRH 7,

Considerando que:

- O conceito de “Ciclo Básico” nas engenharias há muito se perdeu;
- As disciplinas do então “ciclo profissional” são ministradas nos primeiros semestres dos cursos da área tecnológica, como as engenharias;
- As disciplinas do então “ciclo básico” são ministradas nos semestres medianos e finais dos cursos da área tecnológica, como as engenharias;
- A Congregação da Escola Politécnica da UFRJ reconheceu esta situação e emitiu a Resolução N. 01/2021, criando um grupo de disciplinas que habilita o aluno para iniciar estágio e/ou iniciação;
- O PRH-7 trata de Integridade Estrutural em Instalações na Indústria do Petróleo, Gás e Energias Renováveis, uma atividade multidisciplinar que tem a participação de 5 cursos de engenharia da POLI, cada um com suas peculiaridades;

RESOLVE:

Art. 1º - Estabelece um grupo de disciplinas que habilita o aluno da graduação ter condições de participar do programa PRH-7.

§ 1º - As disciplinas que trata o caput do artigo seguem a resolução da Congregação da POLI N. 01/2021, acrescida de Mecânica I (EEA 212), as quais estão listadas abaixo.

- a) FIS111 Física Experimental I
- b) FIT112 Física I-A
- c) IQG111 Química EE (ou equivalente)
- d) MAB114 Computação I – EP (ou equivalente)



- e) MAC118 Cálculo Diferencial e Integral I
- f) EEG105 Sistemas Projetivos (ou equivalente)
- g) FIS121 Física Experimental II
- h) FIT122 Física II-A
- i) MAC128 Cálculo Diferencial e Integral II
- j) MAE125 Álgebra Linear II (ou equivalente)
- k) FIN231 Física Experimental III
- l) FIM230 Física III-A
- m) MAC238 Cálculo Diferencial e Integral III
- n) MAC248 Cálculo Diferencial e Integral IV (ou equivalente)
- o) MAB231 Cálculo Numérico (ou equivalente)"
- p) EEA 212 Mecânica I

Comitê Gestor do PRH-7 em 17 de agosto de 2021.



Prof. Célio Albano da Costa



Prof. Luis Volnei Sagrilo



Profª Bianca de Carvalho  
Pinheiro



Prof. Hector Kotik



Prof. Rafael Charin