



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA E PETRÓLEO**

**Projeto Pedagógico do Curso de Pós-graduação *Strictu Sensu*  
em Energia e Petróleo**

**NATAL/RN  
março de 2024**

## Sumário

1	Dados de Identificação .....	3
2	Histórico e relevância do curso .....	3
2.1	Objetivos.....	5
3	Público-alvo e processo seletivo .....	5
4	Organização Curricular .....	6
5	Ementas das Disciplinas .....	10
5.1	Componentes comuns a todas as linhas de pesquisa - básicas. ....	10
5.2	Componentes Curriculares da linha de pesquisa: Engenharia de Energias e automação.....	14
5.3	Componentes Curriculares da linha de pesquisa: Meio Ambiente e Energias .....	18
5.4	Componentes Curriculares da linha de pesquisa: Engenharia de Reservatórios de Petróleo e Gás Natural: .....	21
5.5	Componentes Curriculares da linha de pesquisa: Física Aplicada à Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural: .....	24
5.6	Atividades acadêmicas .....	26

## 1 Dados de Identificação

**Nome:** Programa de Pós-graduação em Energia e Petróleo

**Área de conhecimento:** Energia e Petróleo

**Habilitação:** Mestre e Doutor em Energia e Petróleo

**Forma de oferta:** Curso é ofertado de forma presencial no Campus Central da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

**Periodicidade da oferta:** Semestral.

## 2 Histórico e relevância do curso

O Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo (PPGCEP) da UFRN iniciou suas atividades em julho/2006, com o oferecimento dos cursos *strictu sensu* de mestrado e doutorado. Ao longo dos anos foram defendidas, desde a criação até dezembro de 2023, 231 dissertações de mestrado e 126 teses de doutorado.

Em vista da necessidade de atualização do currículum dos novos pós-graduandos formados, e tendo em consideração as mudanças na matriz energética nacional, faz-se necessário uma atualização da estrutura curricular e do programa em si, para considerar as energias que também fazem parte da matriz energética energias, tais como: hídrica, Solar fotovoltaica, Eólica, gás natural, biomassa + biogás, carvão mineral, nuclear, e como tradicional Petróleo e outros fósseis.

Em 2023 foi solicitada uma atualização do nome do programa para: **Pós-graduação em Energia e Petróleo (PPgEP), para se adequar às novas necessidades das pesquisas regionais, nacionais e internacionais e às necessidades da comunidade regional.** Com estas mudanças, a atualização do programa de pós-graduação, considerará as energias alternativas ao petróleo, que ainda estão em desenvolvimento no estado, no Brasil e no mundo, permitindo um melhor desenvolvimento do estado.

A atualização do programa terá como objetivo formar pesquisadores em **Energia e Petróleo** com experiência multidisciplinar interdisciplinar e transdisciplinar, capacitados

para atuação na área de concentração: **PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM ENERGIA E PETRÓLEO**, com as seguintes linhas de pesquisa:

***Engenharia de Energias e Automação:*** A linha de pesquisa abordará temas relacionados à engenharia de energias e automação e controle. Focará em energia solar fotovoltaica, eólica, hidrogênio e células a combustível envolvendo aspectos como materiais para conversão de energia, tecnologias de energia renovável, armazenamento de energia, eficiência energética e materiais inovadores; automação na indústria de energias, considerando, entre outros, controle avançado e sistemas inteligentes aplicados.

***Meio Ambiente e Energias:*** A linha de pesquisa considerará as pesquisas relacionadas à manutenção, gestão e preservação do meio ambiente em processos de produção de energias e descarbonização, considerando entre outros: Monitoramento Ambiental; Gestão Ambiental; Tratamento e Aproveitamento da Águas; Nanotecnologias e Catálise, Produção e Usos de Hidrogênio verde, Produção de Combustíveis Renováveis e Desenvolvimento de Tecnologias Sustentáveis.

***Engenharia de Reservatórios de Petróleo e Gás Natural:*** Essa linha de pesquisa focará as pesquisas relacionadas à Engenharia de Reservatórios de Petróleo e Gás Natural que considerará, entre outros: Simulação Numérica de Reservatórios de Petróleo; Métodos de Recuperação Avançada; Escoamento Multifásico e Métodos de Elevação Artificial Aplicados em Poços de Petróleo; Transporte de Suspensões em Meios Porosos; Previsão da Perda de Injetividade e Gerenciamento de Água na Indústria do Petróleo; Cimentação e Correção de Poços; Caracterização de Reservatórios Aplicada à Recuperação Avançada de Petróleo, etc.

***Física Aplicada à Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural:*** Essa linha de pesquisa considerará as pesquisas relacionadas à física aplicada à exploração de petróleo; física aplicada à produção de petróleo, caracterização de reservatórios utilizando modelos estocásticos, etc.

## **2.1 *Objetivos***

- Fortalecer a área Pesquisa e Desenvolvimento em Energia e Petróleo, no que tange a formação de recursos humanos (mestres e doutores) e publicações de trabalhos científicos;
- Estudar e desenvolver técnicas que contribuam para o desenvolvimento da tecnologia nacional ajustada às necessidades de mercado
- Proporcionar sólida formação em nível de pós-graduação na área em energia e petróleo;
- Formação de docentes, integrando o ensino à pesquisa;
- Formação de pesquisadores na área com amplo embasamento científico;
- Consolidar a maturidade científica de orientadores e alunos;
- Intensificar e expandir as ações de internacionalização do programa;
- Aumentar o índice de impacto na produção científica do programa, envolvendo docentes e discentes.

## **3 Público-alvo e processo seletivo**

O público-alvo do PPgEP são profissionais graduados em Engenharias, Ciências exatas e áreas afins, de acordo com edital específico. O ingresso no programa se dará via processo seletivo divulgado em edital público específico disponibilizado através do site do programa ( <http://posgraduacao.ufrn.br/ppgcep> ou <http://posgraduacao.ufrn.br/ppgepe>), no qual estará indicado o quantitativo de vagas ofertadas e os critérios adotados. Este edital de seleção é permanentemente revisado e atualizado pelo Colegiado do Programa. A seleção é feita através de uma comissão especialmente formada para este fim.

## 4 Organização Curricular

A estrutura curricular do PPgEP/UFRN é formatada para oferecer disciplinas semestrais, permitindo ao discente concluir todos os créditos em dois semestres. O programa oferece um rol de quarenta (40) disciplinas, destas, oito (8) são consideradas comuns a todas as linhas de pesquisa e trinta e três (32) são específicas das diferentes linhas de pesquisa. Além dessas, são oferecidas atividades de formação acadêmica ligadas à metodologia da pesquisa científica, formação pedagógica e atividades de acompanhamento e desenvolvimento das dissertações de mestrado, as quais são comuns à todas as áreas. Cada disciplina contabiliza a carga horária de 60 horas, além disso, existem outras atividades obrigatórias como a Proficiência em Língua Inglesa (mestrado e doutorado) e proficiência em outra língua (doutorado), Exame de Qualificação de mestrado e doutorado e Defesa de Dissertação e Defesa de Tese.

Os componentes Curriculares: Docência no ensino Superior-60h e Estágio Docente I -0h são obrigatórios para os discentes com bolsa CAPES, no nível de mestrado. Os componentes Curriculares: Docência no ensino Superior-60h, Estágio Docência I -0h e Estágio Docência II -0h são obrigatórios para os discentes com bolsa CAPES, nível doutorado.

A estrutura curricular do PPgEP é composta de disciplinas obrigatórias, básicas e específicas, nas quais o discente será obrigado a totalizar 360 horas (6 disciplinas de 60h) para o curso mestrado; e de 540 horas (9 disciplinas de 60h) para o curso de doutorado. As disciplinas Métodos Matemáticos e Fundamentos de Engenharia de Energias são consideradas obrigatórias para todos os discentes do programa (mestrado e doutorado). Para o caso das disciplinas básicas, os discentes serão obrigados a contabilizar 60 horas no mestrado e 60 horas no doutorado, além das obrigatórias. Apresenta-se nos Quadros 4-1 até 4-6 a estrutura curricular do curso de pós-graduação nível mestrado e nível doutorado do PPgEP, dividido em: Componentes básicos/obrigatórios, Componentes por linha de pesquisa e Atividades.

Quadro 4-1: Disciplinas básicas comuns a todas as linhas de pesquisa

Código	COMUM A TODAS AS LINHAS DE PESQUISA - Básicas		Nível	Horas-aulas
PGEPO001	MÉTODOS MATEMÁTICOS APLICADOS - 60h	<i>Obrigatória</i>	M/D	60
PGEPO002	FUNDAMENTOS DE ENGENHARIA DE ENERGIAS - 60h	<i>Obrigatória</i>	M/D	60
PGEPO003	FUNDAMENTOS DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO - 60h	<i>Optativa</i>	M/D	60
PGEPO004	SISTEMAS DE PRODUÇÃO PETROLÍFERA - 60h	<i>Optativa</i>	M/D	60
PGEPO005	METODOLOGIA DA PESQUISA -60H	<i>Optativa</i>	M/D	60
PGEPO006	DOCÊNCIA NO ENSINO SUPERIOR - 60h	<i>Optativa (obrigatória Bolsa Capes)</i>	M/D	60
PGEPO007	ESTATÍSTICA APLICADA	<i>Optativa</i>	M/D	60
PGEPO008	PLANEJAMENTO E OTIMIZAÇÃO EXPERIMENTAL - 60h	<i>Optativa</i>	M/D	60

Quadro 4-2: Disciplinas optativas da linha de pesquisa: Engenharia de Energias e automação

Código	Disciplinas - Optativas		Nível	Horas-aulas
PGEPO201	TÓPICOS ESPECIAIS EM DESCARBONIZAÇÃO I - 60H;	<i>Optativa</i>	M/D	60
PGEPO202	ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA I - 60H	<i>Optativa</i>	M/D	60
PGEPO203	FUNDAMENTOS DE ENERGIA EÓLICA E POWER-TO-X- 60H	<i>Optativa</i>	M/D	60
PGEPO204	PRODUÇÃO DE BIOMASSA E BIOCOMBUSTÍVEIS I – 60h	<i>Optativa</i>	M/D	60
PGEPO205	MATERIAIS E ENERGIAS ALTERNATIVAS -60h	<i>Optativa</i>	M/D	60
PGEPO206	FUNDAMENTOS E TECNOLOGIAS DO HIDROGÊNIO -60h	<i>Optativa</i>	M/D	60
PGEPO207	CONTROLE AVANÇADO APLICADO Á INDÚSTRIA DE PETRÓLEO E GÁS NAT - 60h	<i>Optativa</i>	M/D	60
PGEPO208	AUTOMAÇÃO DA ELEVAÇÃO ARTIFICIAL - 60h	<i>Optativa</i>	M/D	60
PGEPO209	SISTEMAS INTELIGENTES EM EXPLORAÇÃO PETROLÍFERA - 60h	<i>Optativa</i>	M/D	60
PGEPO210	TÓPICOS ESPECIAIS EM AUTOMAÇÃO DE PETRÓLEO - 60h	<i>Optativa</i>	M/D	60
PGEPO211	ESTUDOS ESPECIAIS III - 60h	<i>Optativa</i>	M/D	60

Quadro 4-3: Disciplinas optativas da linha de pesquisa: **Meio Ambiente e Energias**

Código	Disciplinas - Optativas		Nível	Horas-aulas
PGEPO301	QUÍMICA AMBIENTAL - 60h	Optativa	M/D	60
PGEPO302	POLUIÇÃO QUÍMICA NA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO - 60h	Optativa	M/D	60
PGEPO303	ESTUDOS ESPECIAIS V - 60h	Optativa	M/D	60
PGEPO304	MEIO AMBIENTE E ENERGIAS - 60h;	Optativa	M/D	60
PGEPO305	PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES - 60h	Optativa	M/D	60
PGEPO306	TÓPICOS ESPECIAIS EM SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL - 60h	Optativa	M/D	60

Quadro 4-4: Disciplinas optativas da linha de pesquisa: **Engenharia de Reservatórios de Petróleo e Gás Natural**

Código	Engenharia de Reservatórios de Petróleo e Gás Natural		Nível	Horas-aulas
PGEPO401	ESCOAMENTO MULTIFÁSICO - 60h	Optativa	M/D	60
PGEPO402	ELEVAÇÃO DE PETRÓLEO - 60h	Optativa	M/D	60
PGEPO403	ENGENHARIA DE RESERVATÓRIOS - 60h	Optativa	M/D	60
PGEPO404	SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE RESERVATÓRIOS - 60h	Optativa	M/D	60
PGEPO405	TÓPICOS ESPECIAIS EM ENGENHARIA DE POÇOS - 60h	Optativa	M/D	60
PGEPO406	TÓPICOS ESPECIAIS EM CIMENTAÇÃO DE POÇOS - 60h	Optativa	M/D	60
PGEPO407	TOPICOS ESPECIAIS EM ENGENHARIA DE RESERVATORIOS - 60h	Optativa	M/D	60
PGEPO408	ESTUDOS ESPECIAIS I - 60h	Optativa	M/D	60
PGEPO409	ESTUDOS ESPECIAIS II - 60h	Optativa	M/D	60
PGEPO410	MODELAGEM MATEMÁTICA MULTIESCALA EM MEIOS POROSOS – 60 h	Optativa	M/D	60

Quadro 4-5: Disciplinas optativas da linha de pesquisa: **Física Aplicada à Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural**

Código	Física Aplicada à Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural		Nível	Horas-aulas
PGEPO501	PROCESSAMENTO SÍSMICO- 60h	Optativa	M/D	60
PGEPO502	IMAGEAMENTO SÍSMICO- 60h	Optativa	M/D	60
PGEPO503	INTRODUÇÃO A MÉTODOS NUMÉRICOS PARA RESOLUÇÃO DE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS PARCIAIS - 60h	Optativa	M/D	60
PGEPO504	INTRODUÇÃO A MÉTODOS DE INVERSÃO SÍSMICA	Optativa	M/D	60
PGEPO505	ESTUDOS ESPECIAIS IV - 60h	Optativa	M/D	60

**Quadro 4-6: Atividades acadêmicas**

<b>Código</b>	<b>Atividades</b>		<b>Nível</b>	<b>Horas - aulas</b>
PGEPO101	EXAME DE QUALIFICAÇÃO DE MESTRADO - 0h	<i>Obrigatória</i>	M	0
PGEPO102	DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - 0h	<i>Obrigatória</i>	M	0
PGEPO103	EXAME DE PROFICIÊNCIA EM INGLÊS - 0h		M/D	0
PGEPO104	EXAME DE PROFICIÊNCIA EM ESPANHOL - 0h		M/D	0
PGEPO105	EXAME DE PROFICIÊNCIA EM FRANCÊS - 0h		M/D	0
PGEPO106	ESTÁGIO DOCÊNCIA DE ENERGIA E PETRÓLEO I - 0h	<i>obrigatória Bolsa Capes</i>	M/D	0
PGEPO107	ESTÁGIO DOCÊNCIA DE ENERGIA E PETRÓLEO II- 0h	<i>obrigatória Bolsa Capes</i>	D	0
PGEPO108	ESTÁGIO DOCÊNCIA DE ENERGIA E PETRÓLEO III- 0h		M/D	0
PGEPO109	EXAME DE QUALIFICAÇÃO DE DOUTORADO - 0h	<i>Obrigatória</i>	D	0
PGEPO110	TESE DE DOUTORADO - 0h	<i>Obrigatória</i>	D	0
PGEPO120	PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM CONGRESSO I - 0h		M/D	0
PGEPO130	PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM PERIÓDICOS I- 0h	<i>Obrigatória</i>	D	0

## 6. Perfil do Egresso

É esperado que o profissional egresso do PPgEP apresente um perfil dinâmico e inovador em termos de capacidade de pesquisa científica e tecnológica, com visão ampla em alguma(s) das linhas de pesquisa do programa. Também deve possuir capacidade de identificar e solucionar problemas apresentados nas áreas estudadas, usando abordagem interdisciplinar, tanto em ambiente acadêmico quanto industrial. Espera-se também que estes profissionais sejam capazes de inovar e aprimorar sua prática docente, tornando-a crítica, reflexiva e transformadora.

## 5 Ementas das Disciplinas

### 5.1 Componentes comuns a todas as linhas de pesquisa - básicas.

Código:	Componente Curricular:
PGEPO001	MÉTODOS MATEMÁTICOS APLICADOS - 60h
<b>Equivalências: PET003</b>	
<b>Ementa:</b>	
Introdução. Equações Diferenciais Ordinárias de Primeira Ordem. Funções Linearmente Independentes. Equações Diferenciais Ordinárias Lineares, Coeficientes Constantes e Homogêneas. E. D. O. Lineares, Coeficientes Constantes, Não Homogêneas. Equação de Legendre; solução de EDO por Séries de Potências. Equação da Onda. Método de Separação de Variáveis. Transformada de Laplace. Método das Características.	
<b>Referências:</b>	
1. Kreyszig, E. - <i>Matemática Superior</i> . 2 ed., Rio de Janeiro: LTC, 1985. Vol. 1. 2. Kreyszig, E. - <i>Matemática Superior</i> . 2 ed., Rio de Janeiro: LTC, 1984. Vol. 3 3. Rabenstein, A. L. - <i>Introduction to Ordinary Differential Equations</i> . 4. Medeiros, L. A. - <i>Iniciação às EDP</i> .	

Código:	Componente Curricular:
PGEPO002	FUNDAMENTOS DE ENGENHARIA DE ENERGIAS - 60h
<b>Equivalências: (PET0001) e (PET0002)</b>	
<b>Ementa:</b>	
Introdução à energia e eletricidade. Fontes de energia não renovável: tecnologia e mercado. Energia nuclear. Fontes energéticas não renováveis (petróleo e gás natural): reservas brasileiras, formação, exploração, produção e transformação. Fontes de energia renovável: tecnologia e mercado. Princípios, fundamentos e tecnologia da energia hidroelétrica. Princípios, fundamentos e tecnologia da biomassa. Princípios, fundamentos e tecnologia dos biocombustíveis. Princípios, fundamentos e tecnologia da energia eólica. Princípios, fundamentos e tecnologia da energia solar. Princípios, fundamentos e tecnologia da energia geotérmica. Princípios, fundamentos e tecnologia da energia das ondas e das marés. Estratégias e formas de armazenamento de energia renovável. Células a combustível.	
<b>Referências:</b>	
1. CUSTÓDIO, R.S. Energia eólica: para produção de energia elétrica. Editora Eletrobras. 2009. JENKINS, N.; EKANAYKE, J. <i>Renewable Energy Engineering</i> . Cambridge University Press, 2017. 460 p. 2. LETCHER, T. M. <i>Wind Energy Engineering: A Handbook for Onshore and Offshore Wind Turbines</i> . [s.l.]: Elsevier, 2017. 600 p. 3. MEHTA, P.; THUMANN, A. <i>Handbook of Energy Engineering</i> . River Publisher: Eight Edition, 2021, 476 p. 4. Rosa, A. J. <i>Engenharia de reservatórios de petróleo</i> . Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2006. 5. RAN, L. <i>Offshore Wind Farms: Technologies, Design and Operation</i> . [s.i.]: Woodhead Publishing, 2016. 634 p. 6. VAUGHN, N. <i>Introduction to Renewable Energy</i> . CRC. 2011. 408 p. 7. Van D.K. <i>Fundamentals of petroleum</i> . Austin, Texas: The University of Texas at Austin, 1997.	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO003	FUNDAMENTOS DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO - 60h
<b>Equivalências: PET0001</b>	
<b>Ementa:</b>	
Noções de geologia e pesquisa de petróleo. Perfuração de poços. Fluidos de perfuração. Revestimento e cimentação de poços. Técnicas de perfuração. Operações especiais. Completação de poços. Fundamentos de reservatórios. Mecanismos de produção. Balanço de materiais. Recuperação avançada de petróleo. Produção de petróleo.	
<b>Referências:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>GAUTO, M. A; APOLUCENO, D. L; AMARAL, M. C.; AURÍQUIO, P. C. Petróleo e Gás: Princípios de Exploração, Produção e Refino, Bookman Editora, 2016, 246 páginas. ISBN 8582604025, 9788582604021.</li> <li>THOMAS, J. E. et al. Fundamentos de engenharia de petróleo. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.</li> <li>ROSA, A. J.; CARVALHO, R. S.; XAVIER, J. A. D. Engenharia de reservatórios de petróleo. Rio de Janeiro: Interciência, 2006</li> <li>ALLEN, T. O.; ROBERTS, A. P. Production operations: well completions, workover and simulation. 4. ed. Oklahoma: Oil and Gas Consultant International, 1997. 1, 1-47.</li> <li>DAKE, L. P. Fundamentals of reservoir engineering. Elsevier, 2001. ISBN 0-444-41830-X.</li> <li>CRAFT, B. C.; HAWKINS, M. F. Applied petroleum reservoir engineering. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall PTR, 1991</li> </ul>	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO004	SISTEMAS DE PRODUÇÃO PETROLÍFERA - 60h
<b>Equivalências:</b>	
<b>Ementa:</b>	
Sistemas de produção marítimos e terrestres. Estruturas terrestres e marítimas para produção de petróleo e gás natural. Sistemas submarinos de produção e conceitos para sua operação. Linhas, manifolds, árvores de natal. Completação terrestre e submarina. Elevação de petróleo e escoamento multifásico. Elevação pneumática. Bombeio. Automatização das operações de produção. Sistemas hidráulicos, elétricos e pneumáticos de controle.	
<b>Referências:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>GAUTO, M. A; APOLUCENO, D. L; AMARAL, M. C.; AURÍQUIO, P. C. Petróleo e Gás: Princípios de Exploração, Produção e Refino, Bookman Editora, 2016, 246 páginas. ISBN 8582604025, 9788582604021.</li> <li>ROSA, A. J.; CARVALHO, R. S.; XAVIER, J. A. D. Engenharia de reservatórios de petróleo. Rio de Janeiro: Interciência, 2006</li> <li>ALLEN, T. O.; ROBERTS, A. P. Production operations: well completions, workover and simulation. 4. ed. Oklahoma: Oil and Gas Consultant International, 1997. 1, 1-47.</li> <li>DAKE, L. P. Fundamentals of reservoir engineering. Elsevier, 2001. ISBN 0-444-41830-X</li> <li>ECONOMIDES, Michael J; HILL, A. David; EHLIG-ECONOMIDES, Christine. Petroleum production systems. Englewood Cliffs: Prentice Hall, c1994. 611 p. ISBN: 013658683.</li> <li>BELLARBY, Jonathan. Well completion design. 1<sup>a</sup> ed. Amsterdam: Elsevier, 2009. 711 p. ISBN: 9780444532107.</li> <li>GRAY, George Robert; DARLEY, Henry C. H. Composition and properties of drilling and completion fluids. 5.ed. Houston: Gulf Publishing Company, 1988. 643p.</li> </ul>	

- |   |
|---|
| • BYNUM JR., Douglas. Practical drilling & production design. Tulsa, Oklahoma: PennWell Books, c1982. 528p. ISBN: 0878141804. |
|---|

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO005	METODOLOGIA DA PESQUISA
<b>Equivalências:</b> EMEC0508 ou PET0083 OU PET0093	
<b>Ementa:</b> Fundamentos da Metodologia Científica. A Comunicação Científica. Métodos e técnicas de pesquisa. Pesquisa bibliográfica. Normas para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos (Normas ABNT). O Projeto de Pesquisa. Elaboração de artigos científicos e patentes.	
<b>Referências:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• THIEL, D.V. Research Methods for Engineers. Cambridge University Press, 2014.</li> <li>• CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Porto Alegre: Artmed, 3 Ed. 296 p., 2010.</li> <li>• ANDRADE, M.M. de., "Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas", São Paulo, Atlas, 1995.</li> <li>• Barrass, R., "Os cientistas precisam escrever: guia de redação para cientistas, engenheiros e estudantes", 1<sup>a</sup> Ed., Tradução Leila Novaes e Leônidas Hegenberg, São Paulo, T.<sup>a</sup> Queiroz, EDUSP, 1979.</li> <li>• KÖCHE, José Carlos. Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa. 26. ed. Petrópolis: Vozes, 2009.</li> <li>• LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de metodologia científica. 3. ed. São Paulo, SP: Atlas, 1991. 270 p.</li> <li>• Cervo, 3<sup>a</sup>L.; Brevian, P.<sup>a</sup>, "Metodologia Científica", 4 ed., São Paulo, Makron Books, 1996.</li> <li>• Eco, H., "Como se faz uma tese", 12 ed., São Paulo, Ed. Perspectiva, 1995.</li> <li>• Vargas, M., "Metodologia da pesquisa tecnológica", Rio de Janeiro, Ed. Globo, 1985.</li> </ul>	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO006	DOCÊNCIA NO ENSINO SUPERIOR
<b>Equivalências:</b> FIS9008	
<b>Ementa:</b> Diretrizes curriculares e propostas pedagógicas de cursos superiores. Perfil do professor universitário: articulação ensino, pesquisa e extensão. O ensino universitário e os processos de ensino e aprendizagem. Processos de ensino e aprendizagem de jovens e adultos: planejamento, metodologias e avaliação. Habilidades docentes para uma efetiva ação pedagógica na sala de aula universitária. Regulamentação da docência assistida na UFRN. Plano e relatório de Atuação.	
<b>Referências:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ANASTASIOU, Léa das Graças Camargo; ALVES, Leonir Pessate Alves (Org.). Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. Joinville, SC: UNIVILLE, 2004.</li> <li>• BRASIL. Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Lei 9394/1996. Brasília: 1996. Disponível em: &lt;<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm">www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm</a>&gt;. Acesso em 06 fev. 2014.</li> <li>• BRASIL. MEC LEGIS. Brasília: 2013. Disponível em: &lt;<a href="http://meclegis.mec.gov.br">meclegis.mec.gov.br</a>&gt;.</li> <li>• BORDENAVE, J. D.; PEREIRA, A. M. Estratégias de ensino-aprendizagem. Petrópolis: Vozes, 20016. Eco, H., "Como se faz uma tese", 12 ed., São Paulo, Ed. Perspectiva, 1995.</li> </ul>	

- |   |
|---|
| • Vargas, M., "Metodologia da pesquisa tecnológica", Rio de Janeiro, Ed. Globo, 1985. |
|---|

<b>Código:</b> PGEPO007	<b>Componente Curricular:</b> ESTATÍSTICA APLICADA
<b>Equivalências:</b>	
<b>Ementa:</b>	
<p>Conteúdos teóricos: Dados quantitativos univariados: medidas de tendência central e de dispersão, assimetria e curtose. Distribuições estatísticas simples: Uniforme, Normal, Poisson e Binomial. Problemas envolvendo estas distribuições. Intervalos de confiança. Estatística inferencial, os significados do valor de <math>p</math>. Comparação de conjuntos dependentes e independentes, distribuição de Student. Teste de homogenidade. Regressão e correlação linear entre duas variáveis.</p> <p>Conteúdos práticos: prática sobre medidas de tendência central e de dispersão, espaço amostral de lance de dois dados, prática sobre criação de intervalos de confiança, prática sobre teste de homogeneidade, prática de comparação de médias, prática de regressão de variáveis.</p> <p>Conteúdos de programação: Análise exploratória de dados univariados, análise exploratória de teste de randomização para comparação de médias, teste de randomização para estimativa de área, teste de randomização para regressão de duas variáveis, comparação das distribuições normal e de Poisson.</p>	
<b>Referências:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Márcio P. Mello e Luiz A. Peternelli, Conhecendo o R – Uma visão mais do que Estatística, Editora UFV, Viçosa, 2013.</li> <li>• Murray R. Spiegel, Estatística, Coleção Schaum, McGram Hill, São Paulo, 1976.</li> <li>• Marcos N. Magalhães e Antônio C. P. de Lima, Noções de Probabilidade e Estatística, Edusp, São Paulo, 2002.</li> <li>• Willian W. Hines et. all, Probabilidade e Estatística na Engenharia, LTC Editora, Rio de Janeiro, 2006.</li> </ul>	

<b>Código:</b> PGEPO008	<b>Componente Curricular:</b> PLANEJAMENTO E OTIMIZAÇÃO EXPERIMENTAL - 60h
<b>Equivalências:</b> PET0502	
<b>Ementa:</b>	
<p>Análise multivariada. Modelos empíricos. Planejamento fatorial em diferentes níveis e fatores, análise de diagramas de Pareto. Significância estatística. Função <math>t</math>, <math>F</math>. Análises de superfícies de resposta. Otimização de sistemas. Otimização Simplex. Planejamento de Misturas.</p>	
<b>Referências:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Berger, Paul D., Maurer, Robert E., Celli, Giovana B. Experimental Design. Publisher Springer Cham, 2017;</li> <li>2. MONTGOMERY, D. C. Design and analysis of experiments, 5 ed. Editora: John Wiley, New York, 2001;</li> <li>3. BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. Planejamento e otimização de experimentos. Campinas: EDUNICAMP, 1995.</li> <li>4. MONTGOMERY, D. C. - Design and analysis of experiments, 4 ed., USA: John Wiley &amp; Sons, 1997</li> <li>5. KV Mardia, JT Kent, and JM Bibby (1979). Multivariate Analysis. Academic Press. ISBN 0-124-712525.</li> </ol>	

- |  |
|--|
| 6. Draper, N. R. and Smith, H. (1981). Applied Regression Analysis (2nd Edition). New York: Wiley.   |
| 7. Dundteman, G. H. (1984). Introduction to Multivariate Analysis. Beverly Hills: Sage Publications. |

## 5.2 Componentes Curriculares da linha de pesquisa: Engenharia de Energias e automação

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO201	TÓPICOS ESPECIAIS EM DESCARBONIZAÇÃO I - 60h;
<b>Equivalências:</b>	
<b>Ementa:</b> Evolução da Indústria de Petróleo na Era da Descarbonização. Como a indústria de petróleo está se adaptando às demandas da descarbonização. Investimentos em energias renováveis, e as estratégias das principais empresas para mitigar impactos ambientais. Perspectivas Futuras e Políticas de Descarbonização. Perspectivas futuras para a indústria de petróleo e biocombustíveis em um cenário descarbonizado. Políticas governamentais, regulamentações e a interseção entre as metas ambientais e econômicas.	
<b>Referências:</b> Smith, J., & Johnson, A. (2022). "Adapting to Decarbonization: Strategies in the Oil Industry." Journal of Sustainable Energy, 15(3), 45-62. Green, M., et al. (2021). "Renewable Energy Investments by Oil Companies: A Comprehensive Review." Environmental Science and Technology, 25(2), 112-130.	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO202	ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA I
<b>Equivalências:</b>	
<b>Ementa:</b> Energia solar fotovoltaica, irradiação solar, caracterização e estimativa de irradiação solar, célula fotovoltaica, princípio de funcionamento, tipo de células e painéis fotovoltaicos, modelo dinâmico de células fotovoltaicas, sistemas de geração de energia fotovoltaicas, condições de operação, sistema de referência, seguidores de máxima potência, conversores de potência, sistemas interconectados e isolados, estruturas híbridas integrada com armazenamento.	
<b>Referências:</b> 1. Villalva, Marcelo Gradella, – Energia solar fotovoltaica - Erica - 2015 2. Mohan, Ned. – Eletrônica de potência: curso introdutório, Livros Técnicos e Científicos, 2014. 3. Lopez, Ricardo Aldabó, Energia solar para produção de eletricidade, Artliber, 2012	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO203	FUNDAMENTOS DE ENERGIA EÓLICA E POWER-TO-X
<b>Equivalências:</b>	
<b>Ementa:</b> Energia eólica. Elementos de uma turbina eólica. Elementos de um parque eólico. Projeto de um parque eólico onshore. Projeto de um parque eólico offshore. Cadeia de valor de um parque	

eólico onshore e offshore. Produção de hidrogênio verde. Conceituação de Power-to-X. Acoplamento de setores para a prática do Power-to-X. Balanço de energia em Power-to-X. Produtos verdes e sua classificação. Sistema de produção Power-to-X na rota da fonte eólica. Análise técnica e econômica de projetos Power-to-X.

**Referências:**

1. ANAYA-LARA, O. et al. Offshore Wind Energy Technology. [s. L.]: Wiley, 2018. 423 p.
2. BAJUS, M. Converting Power into Chemicals and Fuels: Power-to-X Technology for a Sustainable Future, Wiley, 2023. 512p.
3. CUSTÓDIO, R.S. Energia eólica: para produção de energia elétrica. Editora Eletrobras. 2009.
4. HIRSCHER, M., Handbook of Hydrogen Storage: New Materials for Future Energy Storage, Wiley-VCH, 2010.
5. LETCHER, T. M. Wind Energy Engineering: A Handbook for Onshore and Offshore Wind Turbines. [s.l.]: Elsevier, 2017. 600 p.
6. MIRANDA, P.E. V. Science and Engineering of Hydrogen-Based Energy Technologies, Academic Press. 2018.
7. RAN, L. Offshore Wind Farms: Technologies, Design and Operation. [s.i.]: Woodhead Publishing, 2016. 634 p.
8. RIFKIN, J.; SANTOS, R. M. A economia do hidrogênio. 2022.

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO204	PRODUÇÃO DE BIOMASSA E BIOCOMBUSTÍVEIS I
<b>Equivalências:</b>	
<b>Ementa:</b>	
Introdução à Biomassa. Conceitos básicos de biomassa. Importância da biomassa na matriz energética. Impactos ambientais e sustentabilidade. Tipos de Biomassa: Biomassa sólida. Resíduos agrícolas. Resíduos florestais. Culturas energéticas. Biomassa líquida. Biocombustíveis. Biorrefinarias. Combustíveis Avançados. Definição e características. Tipos de combustíveis avançados. Biogás. Bioóleo. Biometano. Aplicações e vantagens. Combustíveis Sustentáveis para Aviação: Desafios na aviação e a necessidade de combustíveis sustentáveis. Biocombustíveis de aviação (Bioquerosene). Processos de produção. Matérias-primas. Certificações e regulamentações. Transformação de Biomassa: Processos de Conversão Termoquímica. Pirólise. Gaseificação. Processos de Conversão Bioquímica. Fermentação. Hidrólise enzimática. Tecnologias emergentes na transformação de biomassa. Estudos de Caso: Exemplos práticos de projetos bem-sucedidos. Análise de viabilidade econômica e ambiental.	
<b>Referências:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Demirbas, A. (2019). Biomass energy and the environmental impacts. John Wiley &amp; Sons.</li> <li>2. Ragauskas, A. J., et al. (2014). The path forward for biofuels and biomaterials. <i>Science</i>, 311(5760), 484-489.</li> <li>3. Bridgwater, A. V. (2012). Biomass fast pyrolysis. <i>Thermal Science</i>, 16(2), 401-416.</li> <li>4. FAA. (2021). Renewable Jet Fuel Specification. Federal Aviation Administration.</li> <li>5. IEA Bioenergy. (2020). Advanced Biofuels – Potential for Cost Reduction.</li> <li>6. Cherubini, F., &amp; Strømman, A. H. (2011). Life cycle assessment of bioenergy systems: State of the art and future challenges. <i>Bioresource Technology</i>, 102(2), 437-451.</li> <li>7. Londo, M., et al. (2014). Opportunities for biojet fuels in Brazil. <i>Biomass and Bioenergy</i>, 71, 222-233.</li> </ol>	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO205	MATERIAIS E ENERGIAS ALTERNATIVAS
<b>Equivalentes:</b>	
<b>Ementa:</b>	
Introdução às Energias Alternativas, Materiais para Conversão de Energia, Tecnologias de Energia Renovável, Armazenamento de Energia, Eficiência Energética e Materiais Inovadores, Desafios Ambientais e Sustentabilidade, Perspectivas Futuras	
<b>Referências:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Green Energy Materials Handbook, Ed. Ming-Fa Lin, Wen-Dung Hsu, CRC Press, 2019.</li> <li>▪ Sustainable Materials and Green Processing for Energy Conversion, K. Y. Cheong, A. Apblett, Elsevier, 2021.</li> <li>▪ Fundamentals of Materials for Energy and Environmental Sustainability, Ed. David S. Ginley, Cambridge University Press, 2012.</li> <li>▪ Celula Combustivel A Hidrogênio, Lopez Ricardo Aldabo, Artliber, 2004.</li> <li>▪ Energia solar e fontes alternativas, Palz, W., Lima, Norberto de Paula, Ed Hemus, 2003.</li> <li>▪ Energia solar fotovoltaica: Conceitos e aplicações, Marcelo Gradella Villalva, Ed Érica, 2012.</li> <li>▪ Fontes Renováveis de Energia no Brasil, Mauricio T Tolmasquim, Interciência, 2003.</li> <li>▪ Energia eólica: Princípios e operação, Milton Pinto, Ed Érica, 2019.</li> <li>▪ Energia eólica para produção de energia elétrica, Ronald dos Santos Custódio, Ed Synergia, 2013.</li> <li>▪ Biocombustíveis, Electo Eduardo Silva Lora, Osvaldo José Venturini, Interciência, 2012.</li> </ul>	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO206	FUNDAMENTOS E TECNOLOGIAS DO HIDROGÊNIO
<b>Equivalentes:</b>	
<b>Ementa:</b>	
Características e propriedades do hidrogênio. Hidrogênio como vetor energético. Aplicações do hidrogênio (químicas, energéticas e físicas). Tecnologias e rotas de produção (conversão termoquímica, bioquímica, eletroquímica, biológica, etc). Sistemas de produção de hidrogênio verde (solar, eólica e biomassa). Condicionamento e armazenamento (compressão, liquefação e processos químicos). Transporte e distribuição de hidrogênio. Aspectos de segurança e ambientais de Hidrogênio. Economia do hidrogênio.	
<b>Referências:</b>	
GUPTA, R. B. Hydrogen Fuel: production, transport, and storage. CRC, 2008.	
HIRSCHER, M., Handbook of Hydrogen Storage: New Materials for Future Energy Storage, Wiley-VCH, 2010.	
MIRANDA, P.E. V. Science and Engineering of Hydrogen-Based Energy Technologies, Academic Press. 2018.	
RIFKIN, J.; SANTOS, R. M. A economia do hidrogênio. 2022.	
SOUZA, M. de M. V. M. Tecnologia do Hidrogênio. 1ª ed. Sinergia, 2009.	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO207	CONTROLE AVANÇADO APLICADO À INDÚSTRIA DE PETRÓLEO E GÁS NAT - 60h
<b>Equivalentes:</b>	

<b>Ementa:</b>
Introdução. Problemas de controle na indústria de petróleo e gás natural. Processos multivariáveis. Projeto de controladores para processos multivariáveis. Identificação de processos. Métodos de otimização. Controle preditivo baseado em modelo. Controle preditivo multivariável. Aplicações a processos petrolíferos
<b>Referências:</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Campos, Mario Cesar M. Massa, Gomes, Marcos V. de Carvalho, Perez, José M. Gonzales Tubino, Petrobras. Controle Avançado e Otimização na Indústria do Petróleo. Editora Interciênciac, 2013;</li> <li>2. Luyben, W. L. Process Modeling, Simulation and Control for Chemical Engineers. Second Edition. McGrawHill, 1990.</li> <li>3. Camacho, E. F. And Bordons, C. Model Preditive Control. Springer, 2000.</li> <li>4. Zanin, A. C. ; Neto, E. A. &amp; Moro, L. F. L. Controle Avançado Aplicado a Industria de Processos. Apostila CPGEPE, 1998.</li> </ol>

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPE0208	AUTOMAÇÃO DA ELEVAÇÃO ARTIFICIAL - 60h
<b>Equivalências:</b>	
<b>Ementa:</b>	
Introdução aos métodos de elevação de petróleo. Métodos automatizados de elevação artificial. Método Gas-Lift: conceitos básicos, otimização e controle de injeção de gás. Método do bombeio mecânico: conceitos básicos, otimização do idle time e do run time. Método de Bombeio de cavidades progressivas (BCP): conceitos básicos, controle de velocidade.	
<b>Referências:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Campos, Mario Cesar M. Massa, Gomes, Marcos V. de Carvalho, Perez, José M. Gonzales Tubino, Petrobras. Controle Avançado e Otimização na Indústria do Petróleo. Editora Interciênciac, 2013;</li> <li>2. Cooley, A. and Pool, M. Production Automation System for Gas Lift Well. Richardson, Tx: Society of Petroleum Engineers, 1995.</li> <li>3. Brown, K. E. The Technology of Artificial Lift Methods. PPC Books, Tulsa, 1997.</li> </ol>	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPE0209	SISTEMAS INTELIGENTES EM EXPLORAÇÃO PETROLÍFERA - 60h
<b>Equivalências:</b>	
<b>Ementa:</b>	
Introdução à inteligência artificial. Representação e aquisição do conhecimento: regras de produção, frames, objeto, fonte: especialista, base de dados, etc. Processamento de incerteza: fator de confiança, bayes e fuzzy logic. Sistema especialista: introdução, estruturação e aplicações. Ferramentas para sistemas especialistas: prolog, lisp, etc., Objetos e técnicas de raciocínio. Sistemas especialistas em engenharia de petróleo.	
<b>Referências:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Campos, Mario Cesar M. Massa, Gomes, Marcos V. de Carvalho, Perez, José M. Gonzales Tubino, Petrobras. Controle Avançado e Otimização na Indústria do Petróleo. Editora Interciênciac, 2013;</li> <li>2. Rich, E. e Knight, K., Inteligência Artificial. Makron Books do Brasil, 1994.</li> <li>3. Zurada, J. M. Introduction to Artificial Neural Systems. West Publishing Co., 1992.</li> <li>4. Pedrycz, W. Fuzzy control and Fuzzy Systems. 2nd ed. Jhon Wiley, NY, 1993.</li> </ol>	

- |   |
|---|
| 5. Kosko, B. Neural Networks and Fuzzy systems. Prentice Hall, 1991.                      |
| 6. Hegenberg, L., Lógica: O Cálculo Setencial. Editora Herder, São Paulo, 1973.           |
| 7. Nascimento Jr., C.C.L. e Yoneyama, T. Inteligência Artificial em Automação e Controle. |
| 8. Haykin, S. Neural Networks: A Comprehensive Foundation. Hanover ? 2a edição, 1999.     |

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO210	TÓPICOS ESPECIAIS EM AUTOMAÇÃO DE PETRÓLEO - 60h
<b>Equivalências:</b>	
<b>Ementa:</b> Estudos individuais sob orientação de um docente. Para cada proposta de estudos haverá ementa própria, sob aprovação do colegiado do curso	
<b>Referências:</b> Artigos, publicações, teses, etc. Diversas, a depender do estudo abordado	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO211	ESTUDOS ESPECIAIS III - 60h
<b>Equivalências:</b>	
<b>Ementa:</b> Estudos individuais sob orientação de um docente. Para cada proposta de estudos haverá ementa própria, sob aprovação do colegiado do curso	
<b>Referências:</b> Artigos, publicações, teses, etc. Diversas, a depender do estudo abordado	

### 5.3 Componentes Curriculares da linha de pesquisa: Meio Ambiente e Energias

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO301	QUÍMICA AMBIENTAL - 60h
<b>Equivalências:</b>	
<b>Ementa:</b> Introdução à Química Ambiental. Processos químicos de interesse ambiental. Processos químicos de interesse atmosféricos. O efeito estufa e o aquecimento global. O uso da energia, as emissões de dióxido de carbono e suas consequências ambientais. A química do solo. Produtos orgânicos tóxicos. Metais pesados tóxicos. A química das águas naturais. A purificação de águas poluídas. Gerenciamento de resíduos e solos contaminados.	
<b>Referências:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rocha, Julio Cesar, Rosa, André Henrique, Cardoso Arnaldo Alves, Introdução à Química Ambiental. Editora Bookman. 2009.</li> <li>2. Baird, C. Química Ambiental 2a ed., Editora Bookman, São Paulo, 1999.</li> <li>3. Harrison, R. M; Mora, S. J.. Introductory Chemistry for the Environmental Sciences. 2a ed., Editora Cambridge University Press, 1996.</li> <li>4. Manahan, S.E. Environmental Chemistry, 7th ed., Editora Lewis Publishers, New York, 1999.</li> <li>5. Reeve, R. N., Environmental Analysis 1a ed., Editora ACOL. Analytical Chemistry by Open Learning 1994.</li> <li>6. Yen, T. F. Environmental Chemistry: Chemical Principles for Environmental Processes, Volume 4B Prentice Hall, New, Jersey, 1999</li> </ol>	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO302	POLUIÇÃO QUÍMICA NA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO - 60h
<b>Equivalências:</b>	
<b>Ementa:</b>	
Conceitos básicos em Poluição Química e Toxicologia. Revisão da nomenclatura para substâncias orgânicas Características químicas, moleculares, físicas e toxicológicas do petróleo, derivados e resíduos de exploração e produção (E&P). Métodos analíticos para hidrocarbonetos e compostos associados em amostras ambientais. Comportamento, transformação e destino do petróleo e derivados no meio ambiente. Técnicas de correlação entre eventos de contaminação e as possíveis fontes da contaminação: perfis cromatográficos, razões diagnósticas, uso de biomarcadores, sistemática de isótopos, métodos estatísticos. Análise de risco em áreas impactadas de E&P. Estudos de casos	
<b>Referências:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rocha, Julio Cesar, Rosa, André Henrique, Cardoso Arnaldo Alves, Introdução à Química Ambiental. Editora Bookman. 2009</li> <li>2. Azevedo, F. A., e Chasin, A.A.M., 2003. As Bases Toxicológicas da Ecotoxicologia. 322 páginas.</li> <li>3. Bordenave, M.L., 1993. Applied Petroleum Geochemistry. 524 páginas</li> <li>4. Baird, C., e Cann, M., 2004. Environmental Chemistry, Terceira Edição. 650 páginas.</li> <li>5. Law, E.A., 2000. Aquatic Pollution. 639 páginas.</li> <li>6. Nicholson, K., 2002. Environmental Geochemistry: Principles and Applications. 320 páginas.</li> <li>7. Periódicos: Applied Geochemistry, Environmental Science and Technology, Environmental Pollution, Marine Pollution Bulletin, Organic Geochemistry, Química Nova, The Science of the Total Environment</li> </ol>	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO303	ESTUDOS ESPECIAIS V - 60h
<b>Equivalências:</b>	
<b>Ementa:</b>	
Estudos individuais sob orientação de um docente. Para cada proposta de estudos haverá ementa própria, sob aprovação da coordenação do curso	
<b>Referências:</b>	
Artigos, publicações, teses, etc. Diversas, a depender do estudo abordado	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO304	MEIO AMBIENTE E ENERGIAS - 60h;
<b>Equivalências:</b>	
<b>Ementa:</b>	
Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade energética. Energia no contexto de desenvolvimento e meio ambiente. Conversão de energia e eficiência de conversão. Recursos energéticos, oferta e consumo de energia. Princípios de Energia eólica, Energia hidráulica, e Energia solar, Biogás e processos de conversão. Tratamento de águas e uso em energias renováveis, Células combustíveis de energia. Princípios. Aplicações. Tecnologias para geração e	

uso de fontes energéticas, tais como Hidrogênio, Combustíveis sustentáveis e energias renováveis. Biomassa: Tipos e Planejamento da utilização da energia. Aspectos de poluição ambiental. Energia como fonte poluidora da atmosfera e como afeta os seres vivos. Energia elétrica. Hidrelétricas. Impactos ambientais.

**Referências:**

- Heidenreich, S., Müller, M., Foscolo, P.U. Advanced Biomass Gasification: New Concepts for Efficiency Increase and Product Flexibility. Academic Press, 2016.
- Shah, M. P.; Bera, S. P.; Tore, G. Y. (Eds.). Advanced Oxidation Processes for Wastewater Treatment: An Innovative Approach (Wastewater Treatment and Research). CRC Press, 2022.
- Souza, M. M. V. M. Tecnologia do Hidrogênio. Rio de Janeiro: Synergia: FAPERJ, 2009.
- Aldabo, R. Célula Combustível a Hidrogênio: Fonte de Energia da Nova Era. São Paulo: Artliber, 2004.
- Artigos trabalhados em sala.
- Notas de aula.

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO305	PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES

**Equivalências:**

**Ementa:**

Fundamentos da oxidação química: Reações de oxi-redução; Processos clássicos de oxidação (Permanganato, Peróxido de hidrogênio, Cloro, Ozônio, radicais Hidroxila). Processos Oxidativos Avançados Sustentáveis no contexto de tratamento de águas e efluentes: Fundamentos, aplicações. Vantagens dos Processos Oxidativos Avançados como tecnologia Sustentável para o tratamento de águas e efluentes industriais. Principais Processos Oxidativos Avançados Sustentáveis: Processos com fotoquímicos com irradiação artificial e solar, Processos tipo Fenton, Ozonólise, Fotocatálise, Sonólise e outros processos (Micro-ondas/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; Raios gama e raios-X; Oxidação supercrítica; Oxidação eletroquímica). Técnicas de caracterização de catalisadores heterogêneo. Técnicas analíticas para quantificação e detecção de contaminantes no contexto de Indústria de Petróleo.

**Referências:**

1. S. Parsons. Advanced Oxidation processes for Water and Wastewater Treatment, IWA, 2005.
2. U. S. Environmental Protection Agency, Handbook on Advanced Photochemical Oxidation Processes, EPA/625/R-98/004, 1998.
3. Suresh; Ameta; Rakshit Ameta; Advanced Oxidation Processes for Wastewater Treatment (Emerging Green Chemical Technology), 1st Edition, Academic Press, 2018.
4. Stefan, M.S., Advanced Oxidation Processes for Water Treatment, IWA Publishing, 2018.
5. Periódicos: Journal of Hazardous Materials ; Journal of Environmental Chemical Engineering; Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry; Colloids and Surfaces A - Physicochemical and Engineering Aspects; Journal of Colloid and Interface Science; Water and Environment Journal; Water Science and Technology; Química Nova.

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO306	TÓPICOS ESPECIAIS EM SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL - 60h
<b>Equivalentes:</b>	
<b>Ementa:</b>	
Estudos individuais sob orientação de um docente. Para cada proposta de estudos haverá ementa própria, sob aprovação da coordenação do curso	
<b>Referências:</b>	
Artigos, publicações, teses, etc. Diversas, a depender do estudo abordado	

**5.4 Componentes Curriculares da linha de pesquisa: Engenharia de Reservatórios de Petróleo e Gás Natural:**

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO401	ESCOAMENTO MULTIFÁSICO - 60h
<b>Equivalentes:</b>	
<b>Ementa:</b>	
Revisão de propriedades dos fluidos. Revisão de mecânica dos fluidos. Equações macroscópicas e microscópicas de conservação (massa, momento e energia). Escoamento monofásico e perda de carga em tubos. Escoamento multifásico em tubos. Padrões de fluxo. Mapas de fluxo. Perda de carga em tubulações: modelos homogêneo e de fases separadas, modelos cinemáticos, correlações aplicadas a escoamento de óleo e gás. Curvas TPR e IPR. Simulador para escoamento multifásico em poços de petróleo. Aplicações na indústria do petróleo.	
<b>Referências:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Andreolli, Ivanilto. INTRODUÇÃO À ELEVAÇÃO E ESCOAMENTO MONOFÁSICO E MULTIFÁSICO DE PETRÓLEO. 1a. Edição – 2016. Editora Interciência. ISBN: 9788571933880</li> <li>2. Robert W. Fox, Alan T. McDonald, Philip J. Introdução a Mecânica dos Fluidos.</li> <li>3. James P. Brill and Hemanta Mukherjee. Monograph Volume 17, SPE, 1999. Multiphase Flow in Wells</li> <li>4. Dynamics Fluids in Porous Media, Jacob Bear - New York: Dover (1972).</li> <li>5. Multiphase Flow in Porous Media, Charles M. Marle (1981)</li> </ol>	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO402	ELEVAÇÃO DE PETRÓLEO - 60h
<b>Equivalentes:</b>	
<b>Ementa:</b>	
Introdução a sistemas de elevação. Parametrização de curvas característica e de eficiência. Análise nodal. Métodos e projetos de elevação artificial. Análise comparativa e seleção.	
<b>Referências:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Andreolli, Ivanilto. INTRODUÇÃO À ELEVAÇÃO E ESCOAMENTO MONOFÁSICO E MULTIFÁSICO DE PETRÓLEO. 1a. Edição – 2016. Editora Interciência. ISBN: 9788571933880</li> <li>2. Brown, K. E. The Technology of Artificial Lift Methods. PPC Books, Tulsa, 1997.</li> <li>3. Thomas O. Allen and A. P. Roberts: Production Operations.</li> <li>4. Fundamentals of Petroleum, Kate Van Dyke (1997)</li> <li>5. Fundamentos de Engenharia de Petróleo, José Eduardo Thomas (2001), Editora Interciência, 2001</li> </ol>	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO403	ENGENHARIA DE RESERVATÓRIOS - 60h
<b>Equivalências:</b>	
<b>Ementa:</b>	
Modelos matemáticos para o escoamento de fluidos em meios porosos. Aplicação da transformada de laplace. Balanço de materiais. Modelos matemáticos para o cálculo de influxo de água. Ajustamento de históricos de produção/pressão. Introdução à análise de testes. Caracterização e previsão de comportamento de reservatórios de óleo e gás através de métodos baseados nas equações de balanço de materiais. Declínio de produção. Estudo do deslocamento imiscível em meios porosos.	
<b>Referências:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>DAKE, L. Engenharia de reservatórios. Editora GEN LTC; 1<sup>a</sup> edição, ISBN-10 8535276300; ISBN-13 978-8535276305. 2014.</li> <li>Larry Lake: Enrhnced Oil Recovery - Englewwod Cliffs, NJ: Pretence Hall, 1989.</li> <li>Craft and Hawkins: Applied Petroleum Reservoir Engineering - Prentice-Hall, 1959.</li> <li>J. E. Thomas: Fundamentos de Engenharia de Petróleo -Editora Interciência, 2001</li> <li>L. P. Dake: Fundamentals of Reservoir Engineering - Elsevier S. P. C., 1978</li> <li>W. D. McCain, Jr.: The Propertied of Petroleum Fluids - PennWell Books, 1973.</li> <li>F. F. Craig, Jr.: The Reservoir Engineering Aspects of Waterflooding - SPE Monograph, 1971</li> <li>G. P. Willhite: Waterflooding?. SPE Textbook, 1986</li> <li>Cossé, R.: Basics of Reservoir Engineering - Paris: Éditions Technip, 1993.</li> </ol>	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO404	SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE RESERVATÓRIOS - 60h
<b>Equivalências:</b>	
<b>Ementa:</b>	
Introdução à simulação de reservatórios. Escoamento unidimensional monofásico: equações, discretização e geração de grade. Equações matriciais, algoritmos e soluções. Escoamento bidimensional monofásico: modelos, discretização e não-linearidades. Solução de equações matriciais pentadiagonais. Ajustamento de histórico. Escoamento multifásico unidimensional. Escoamento bifásico unidimensional: discretização das equações, equações matriciais. Método implícito. Método de Newton. Uso de malha híbrida. Esquema de 9 pontos. Modelos compositionais. Modelos térmicos. Modelos de reservatórios fraturados. Estudos de caso	
<b>Referências:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>DAKE, L. Engenharia de reservatórios. Editora GEN LTC; 1<sup>a</sup> edição, ISBN-10 8535276300; ISBN-13 978-8535276305. 2014.</li> <li>Aziz, Kalid &amp; Settari, Antonin. Petroleum Reservoir Simulation. New York: Elsevier, 1979.</li> <li>Burden, Richard L &amp; Faires, J. Douglas. Numerical Analysis. 3<sup>a</sup> ed. Boston, MA: Prindle, Weber &amp; Schmidt, 1985.</li> <li>Crichlow, Henry B. Modern Reservoir Engineering: A Simulation Approach. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1977.</li> <li>Mattax, Calvin C. &amp; Dalton, Robert L. Reservoir Simulation. Richardson, TX: SPE, 1990.</li> <li>Peaceman, Donald W. Fundamentals of Numerical Reservoir Simulation. New York: Elsevier, 1977.</li> <li>Thomas, G. W. Principles of Hydrocarbon Reservoir Simulation. 2<sup>a</sup> ed. Boston, MA: I.H.R.D.C., 1982.</li> </ol>	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO405	TÓPICOS ESPECIAIS EM ENGENHARIA DE POÇOS - 60h
<b>Equivalentes:</b>	
<b>Ementa:</b> Estudos individuais sob orientação de um docente. Para cada proposta de estudos haverá ementa própria, sob aprovação do colegiado do curso	
<b>Referências:</b> Artigos, publicações, teses, etc. Diversas, a depender do estudo abordado	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO406	TÓPICOS ESPECIAIS EM CIMENTAÇÃO DE POÇOS - 60h
<b>Equivalentes:</b>	
<b>Ementa:</b> Estudos individuais sob orientação de um docente. Para cada proposta de estudos haverá ementa própria, sob aprovação do colegiado do curso	
<b>Referências:</b> Artigos, publicações, teses, etc. Diversas, a depender do estudo abordado	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO407	TÓPICOS ESPECIAIS EM ENGENHARIA DE RESERVATÓRIOS - 60h
<b>Equivalentes:</b>	
<b>Ementa:</b> Estudos individuais sob orientação de um docente. Para cada proposta de estudos haverá ementa própria, sob aprovação do colegiado do curso	
<b>Referências:</b> Artigos, publicações, teses, etc. Diversas, a depender do estudo abordado	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO408	ESTUDOS ESPECIAIS I - 60h
<b>Equivalentes:</b>	
<b>Ementa:</b> Estudos individuais sob orientação de um docente. Para cada proposta de estudos haverá ementa própria, sob aprovação do colegiado do curso	
<b>Referências:</b> Artigos, publicações, teses, etc. Diversas, a depender do estudo abordado	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO409	ESTUDOS ESPECIAIS II - 60h
<b>Equivalentes:</b>	
<b>Ementa:</b> Estudos individuais sob orientação de um docente. Para cada proposta de estudos haverá ementa própria, sob aprovação do colegiado do curso	
<b>Referências:</b> Artigos, publicações, teses, etc. Diversas, a depender do estudo abordado	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO410	MODELAGEM MATEMÁTICA MULTIESCALA EM MEIOS POROSOS – 60h
<b>Equivalentes:</b> MAE0037	
<b>Ementa:</b> Modelagem Clássica em Meios Porosos: 1. Equação de Conservação de Massa; 2. Equação de Conservação de Momento Linear; 4. Equação de Darcy; 5. Modelo Matemático para Escoamento Monofásico e Multifásico; 6. Modelo Matemático para o Transporte de Solutos Reativos e não reativos; 7. Teoria de Biot em Meios Porosos Elásticos Lineares. Modelagem Multiescala em Meios Porosos: 1. Conceitos Introdutórios da Modelagem Multiescala; 2. Técnica de Homogeneização de Estruturas Periódicas; 3. Modelagem Multiescala aplicada à Equação de Poisson; 4. Modelagem Multiescala aplicada à Equação de Stokes; 5. Modelagem Multiescala do Escoamento de Fluidos em Meios Porosos; 6. Modelagem Multiescala do Transporte de Solutos Reativos em Meios Porosos.	
<b>Referências:</b> 1. Bear, J. and Bachmat, Y., Introduction to Modeling of Transport Phenomena in Porous Media, 1991. 2. Dullien, A. L., Porous Media: Fluid Transport and Pore Structure, Academic Press, 1992. 3. Marsily, G., Quantitative Hydrogeology: Groundwater Hydrology for Engineers, 1st Edition, Academic Press, 1986. 4. Auriault J-L., Boutin C., Geindreau C., Homogenization of coupled phenomena in heterogeneous media. ISTE / Wiley Ed, 476 pages (2009). 5. Sanchez-Palencia, E., Non-Homogeneous Media and Vibration Theory, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1980.	

### 5.5 Componentes Curriculares da linha de pesquisa: Física Aplicada à Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural:

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO501	PROCESSAMENTO SÍSMICO
<b>Equivalentes:</b> PET0407	
<b>Ementa:</b> Introdução a programação Shell. Introdução ao pacote Seismic Unix. Introdução a aquisição de dados sísmicos. Processamento sísmico: geometria, edição de traços, correção estática, correção de amplitudes, atenuação de ruído coerente, de convolução, balanceamento espectral, análise de velocidades, correção NMO, análise de mute, correção estática residual, empilhamento CMP, migração pós-empilhamento em tempo (Stolt e Kirchhoff).	

**Referências:**

- KEAREY, P; BROOKS, M; HILL, Ian. Geofísica de exploração. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 438 p. ISBN: 9788586238918.
- STOCKWELL, W. J. Jr.; COHEN, K. J. The New SU User's Manual, Version 4.0: The Seismic Unix project is supported by: Center for Wave Phenomena, Colorado School of Mines. 2008.
- SHERIFF, R. R; GELDART P.L. Exploration Seismology, Second Edition: Cambridge University Press, 1995.
- YILMAZ, Özdogan. Seismic data analysis: processing, inversion, and interpretation of seismic data. 2nd ed. Tulsa, OK: Society of Exploration Geophysicists, 2001. 2 v. (Investigations in geophysics, 10) ISBN: 1560800941.

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO502	IMAGEAMENTO SÍSMICO

**Equivalências: PET0408****Ementa:**

Modelagem por diferenças finitas e geração de dados sintéticos. Análise de velocidades e empilhamento CMP. Tipos de velocidades sísmicas. Princípios da migração pós- e pré-empilhamento em tempo Kirchhoff. Análise de velocidades residuais de migração. Conversão tempo-profundidade. Princípios da migração pós- e pré-empilhamento em profundidade: Kirchhoff e migração reversa no tempo (RTM). Introdução às técnicas de construção do modelo de velocidades em profundidade.

**Referências:**

- ROSA, André Luiz Romanelli. Análise do sinal sísmico. 1. ed. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geofísica, 2010. 668 p. ISBN: 9788588690158.
- BIONDI, Biondo L. 3D seismic imaging. Tulsa, Oklahoma: Society of Exploration Geophysicists, 2006. xxi, 224 p. (Investigations in geophysics series, n. 14) ISBN: 1560801379.
- YILMAZ, Özdogan. Seismic data analysis: processing, inversion, and interpretation of seismic data. 2nd ed. Tulsa, OK: Society of Exploration Geophysicists, 2001. 2 v. (Investigations in geophysics, 10) ISBN: 1560800941.
- BLEISTEIN, Norman; COHEN, J. K; STOCKWELL, J. W. John W. Mathematics of multidimensional seismic imaging, migration, and inversion. New York: Springer, c2001. 510p. (Interdisciplinary applied mathematics, v.13) ISBN: 0387950613.

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO503	INTRODUÇÃO A MÉTODOS NUMÉRICOS PARA RESOLUÇÃO DE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS PARCIAIS

**Equivalências: MAE0036****Ementa:**

Introdução aos métodos de diferenças finitas, equações parabólicas e hiperbólicas, métodos espectrais, EDPs com termos dissipativos, bordas absorventes, resolução de equações diferenciais parciais por elementos finitos

**Referências:**

- G D Smith, "Numerical Solutions of Partial Differential Equations" Oxford University Press London .
- Randall J. LeVeque, "Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations: Steady-State and Time-Dependent Problems", 2007
- Andreas Fichtner, "Full Seismic Wave Form Modelling Inversion, Springer" (2011)

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO504	INTRODUÇÃO A MÉTODOS DE INVERSÃO SÍSMICA
<b>Equivalentes:</b>	
<b>Ementa:</b>	
Equação da onda, séries perturbativas (aproximação de Born), espalhamento de ondas, método do operador adjunto, inversão sísmica nos domínios do tempo e da frequência	
<b>Referências:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Andreas Fichtner, "Full Seismic WaveForm Modelling Inversion, Springer" (2011)</li> <li>Anthony Deviancy, "Mathematical Foundations of Imaging, tomography and Wakefield inversion", Cambridge (2012)</li> <li>N. Bleinstein, J.K. Cohen e J.W. Stockwell Jr., "Mathematics of multidimensional Seismic Imaging, Migration and Inversion", Springer (2000)</li> </ul>	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO505	ESTUDOS ESPECIAIS IV - 60h
<b>Equivalentes:</b>	
<b>Ementa:</b>	
Estudos individuais sob orientação de um docente. Para cada proposta de estudos haverá ementa própria, sob aprovação do colegiado do curso	
<b>Referências:</b>	
Artigos, publicações, teses, etc. Diversas, a depender do estudo abordado	

## 5.6 Atividades acadêmicas

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO106	ESTÁGIO DOCÊNCIA DE ENERGIA E PETRÓLEO I - 0h
<b>Equivalentes:</b>	
<b>Ementa:</b>	
Atividade de docência assistida em componente curricular na Graduação desenvolvida por aluno regular do Programa sob acompanhamento de docente efetivo da UFRN de acordo com plano de atuação e relatórios semestrais, visando contribuir com a melhoria do ensino de Graduação e a formação docente do aluno da Pós-graduação	
<b>Referências:</b>	
A depender da disciplina de graduação	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO107	ESTÁGIO DOCÊNCIA DE ENERGIA E PETRÓLEO II - 0h
<b>Equivalentes:</b>	
<b>Ementa:</b>	
Atividade de docência assistida em componente curricular na Graduação desenvolvida por aluno regular do Programa sob acompanhamento de docente efetivo da UFRN de acordo com plano de atuação e relatórios semestrais, visando contribuir com a melhoria do ensino de Graduação e a formação docente do aluno da Pós-graduação	
<b>Referências:</b>	
A depender da disciplina de graduação	

<b>Código:</b>	<b>Componente Curricular:</b>
PGEPO108	ESTÁGIO DOCÊNCIA DE ENERGIA E PETRÓLEO III - 0h
<b>Equivalentes:</b>	
<b>Ementa:</b> Atividade de docência assistida em componente curricular na Graduação desenvolvida por aluno regular do Programa sob acompanhamento de docente efetivo da UFRN de acordo com plano de atuação e relatórios semestrais, visando contribuir com a melhoria do ensino de Graduação e a formação docente do aluno da Pós-graduação	
<b>Referências:</b> A depender da disciplina de graduação	