

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

A ENGENHARIA DE PETRÓLEO E GÁS NO AMAZONAS E A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES

AUTORES:

JOEMES DE LIMA SIMAS, ANA CAROLINA MONTE ALMEIDA, FERNANDO GADELHA DE ABREU e ROBERTOM GUEDES DO AMARAL

INSTITUIÇÃO:

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM

A ENGENHARIA DE PETRÓLEO E GÁS NO AMAZONAS E A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES

Resumo

A engenharia de petróleo desempenha um papel indispensável no desenvolvimento da sociedade moderna, impulsionando a economia global e satisfazendo a crescente demanda por energia. No entanto, à medida que o mundo enfrenta desafios ambientais e busca uma transição energética para fontes mais limpas e sustentáveis, a engenharia de petróleo enfrenta uma série de mudanças significativas, especialmente em regiões como o Estado do Amazonas que apresenta cenários complexos, principalmente envolvendo questões ambientais, logísticos e regulatórios. Este artigo explora a interseção entre a engenharia de petróleo e a transição energética, destacando os desafios e oportunidades que surgem nesse contexto. A engenharia de petróleo desempenha um papel crucial na formação do mundo moderno, mas à medida que a sociedade avança em direção a fontes de energia mais limpas e sustentáveis, os engenheiros de petróleo enfrentam desafios e oportunidades significativas. A transição energética exige que eles se adaptem, diversifiquem e inovem em suas práticas e conhecimentos. Ao fazê-lo, podem desempenhar um papel vital na busca por um futuro energético mais sustentável e na redução dos impactos ambientais da indústria de petróleo. A colaboração entre profissionais da engenharia de petróleo e gás e especialistas em energia renovável é fundamental para enfrentar os desafios da transição energética de forma eficaz e criar um mundo mais sustentável.

Palavras-chave: Transição Energética. Engenharia de Petróleo e Gás. Amazonas.

Abstract

Petroleum Engineering plays an indispensable role in the development of modern society, driving the global economy and satisfying the growing demand for energy. However, as the world faces environmental challenges and seeks an energy transition to cleaner and more sustainable sources, petroleum engineering faces a series of significant changes, especially in regions such as the State of Amazonas, which presents complex scenarios, mainly involving issues environmental, logistical and regulatory. This article explores the intersection between petroleum engineering and the energy transition, highlighting the challenges and opportunities that arise in this context. Petroleum engineering plays a crucial role in shaping the modern world, but as society moves toward cleaner, more sustainable energy sources, petroleum engineers face significant challenges and opportunities. The energy transition requires them to adapt, diversify and innovate in their practices and knowledge. In doing so, they can play a vital role in pursuing a more sustainable energy future and reducing the environmental impacts of the petroleum industry. Collaboration between oil and gas engineering professionals and renewable energy experts is key to effectively addressing the challenges of the energy transition and creating a more sustainable world.

Keywords: Energy Transition. Oil and Gas Engineering. Amazonas.

Introdução

A extração de hidrocarbonetos tem sido uma atividade essencial para produção de energia em escala mundial, alimentando a economia e indústrias. Por outro lado, essa atividade se destaca negativamente pelo grande impacto no meio ambiente, contribuindo para a emissão de gases de efeito estufa e deterioração ambiental (Li *et al.*, 2023).

No Amazonas a exploração de óleo e gás natural teve início em 1986, em Coari, a cerca de 650 quilômetros da cidade de Manaus (Figura 1). Essa atividade proporcionou grandes impactos positivos na região, aumentando exponencialmente o desenvolvimento econômico e social. Atualmente ainda é crescente a perspectiva da exploração na região (Figura 2), principalmente com as instalações de novas empresas produtoras de gás natural, consolidando a região como um pólo em ascensão nesse setor, além da iniciação da fase de exploração na denominada margem Equatorial (bacias marítimas da Foz do Amazonas, Pará-Maranhão, Barreirinhas, Ceará e Potiguar).

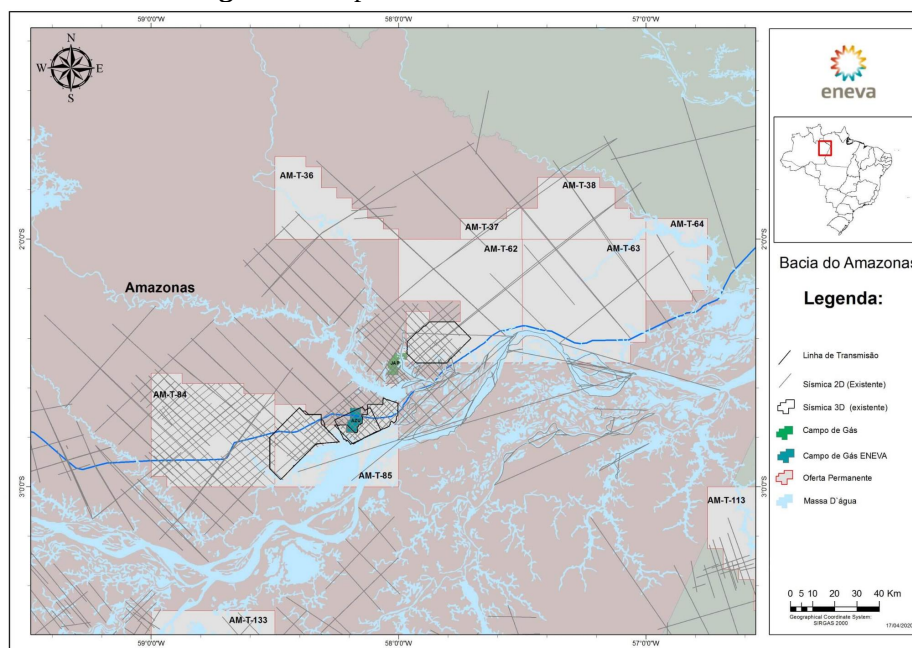
Figura 1. Base de operações em Urucu, Amazonas.



Fonte: VEJA (2011).

O grande desafio das empresas exploradoras de óleo e gás natural, entretanto, reside no cenário atual de transição energética, principalmente pela alta demanda global por fontes de energia sustentáveis, tornando-se prioridade a formulação de estratégias que promovam uma transição gradativa. Corroborando com essa ideia, Morgunova e Shaton (2022) mencionam que o processo de transição energética dependerá, significativamente, de como a indústria petrolífera responderá a essas questões emergenciais relacionadas a soluções de sustentabilidade.

Figura 2. Mapa da Bacia do Amazonas.



Fonte: Eneva (2020).

Neste paradoxo entre a alta demanda pela utilização de combustíveis fósseis e a necessidade de transição energética global, a educação na engenharia de petróleo também necessita de revisões e atualizações, mantendo conteúdos primários nas áreas centrais de energia (geração e armazenamento – petróleo, gás, fontes geotérmicas naturais e projetadas), aspectos de geologia e geofísica (geociências), fluxo químico e ambiental (refinaria, oleoduto, controles ambientais, instalações de superfície, etc.), armazenamento subterrâneo de qualquer tipo de material (gases de efeito estufa) e energia (ar comprimido e armazenamento de hidrogênio), e atividades subterrâneas não petrolíferas (hidrogeologia, eliminação de resíduos) (Babadagli, 2023).

De acordo com Ershaghi e Paul (2020) essa transformação da cadeia energética também promoverá novas oportunidades na área de atuação para os engenheiros de petróleo, desde a reorientação e adequação das estruturas subterrâneas para armazenamento de diferentes materiais como gás natural, petróleo, ar comprimido, hidrogênio e dióxido de carbono, na recuperação de fluidos geotérmicos como fonte de energia não hidrocarbonadas e no gerenciamento da recuperação de águas doces subterrâneas.

O objetivo principal deste artigo de revisão concentra-se na contribuição para a literatura atual sobre transição energética, estratégias e percepções na indústria do petróleo e os desafios e oportunidades para a engenharia de petróleo e gás natural no Amazonas.

Metodologia

Para a elaboração deste artigo optou-se pela abordagem da pesquisa bibliográfica, que envolveu análise de fontes literárias, principalmente livros e artigos científicos (SCIENCE DIRECT, GOOGLE SCHOLAR, SCOPUS, SPRINGER, CAPES), relatórios executivos (ANP, ENEVA, CIGÁS, IEA), resoluções (LEI N. 5.496, DE 14 DE JUNHO DE 2021) e publicações relacionadas ao tema (teses,

dissertações), além da experiência adquirida com a implantação do curso de Engenharia de Petróleo e Gás no Amazonas.

Dessa forma, neste artigo consolidou-se os principais tópicos da transição energética, do papel da engenharia de petróleo e gás no Amazonas e a indústria petrolífera na região. E para um melhor entendimento dos resultados será aplicada a ferramenta de análise SWOT para identificação dos pontos fortes e fracos e das oportunidades.

1.1. Transição Energética

Na engenharia, o conceito de transição energética refere-se a uma mudança, não apenas da fonte da matriz energética, mas também nos sistemas de produção, distribuição e consumo de energia, com o objetivo de torná-los mais sustentáveis, eficientes e ambientalmente aceitáveis. Buscando reduzir a dependência de fontes de energia não renováveis, como combustíveis fósseis, e promover a adoção de fontes renováveis e tecnologias mais limpas.

Historicamente, o primeiro processo de transição energética registrado no mundo, e impulsionado pela necessidade de acelerar a industrialização, envolveu a substituição do carvão para o petróleo e gás natural e o processo de transição atual envolve migração dos hidrocarbonetos para fontes de energéticas renováveis (Chipangamate e Nwaila, 2024 e Li *et al.*, 2023).

De acordo com a *International Energy Agency* (IEA, 2021), as emissões de dióxido de carbono, medida em gramas de dióxido de carbono por megajoule (gCO₂/MJ), têm crescido de maneira muito acelerada em países em desenvolvimento. O estudo aponta que as emissões de CO₂ provenientes da utilização de óleo e gás natural terão maior intensidade até o ano de 2050, chegando a 60 gCO₂/MJ. Já as emissões referentes à utilização de fontes de energias renováveis tendem a aumentar de maneira exponencial, tendo seu ápice de aproximadamente 50 gCO₂/MJ no mesmo ano.

A transição energética na engenharia é um desafio complexo, mas é crucial para enfrentar os desafios ambientais e climáticos associados ao consumo de energia não sustentável.

2.2. A Engenharia de Petróleo e Gás Natural no Norte do Brasil.

Atualmente o norte do Brasil conta com dois cursos de bacharelado dedicados à Engenharia de Petróleo e Gás Natural.

O Curso de Engenharia de Petróleo e Gás da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), foi criado pela Resolução nº 045, de 01 de outubro de 2009 do Egrégio Conselho Universitário (CONSUNI) e é integrado a Faculdade de Tecnologia FT/UFAM, de acordo com o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni) e já conta com mais de 150 profissionais formados.

Na Universidade Federal do Pará (UFPA), a criação do curso de Engenharia de Exploração e Produção de Petróleo, no Campus Universitário de Salinópolis, foi aprovada pela Resolução Nº 4.563 de 28 de Agosto de 2014 pelo Conselho Superior da UFPA.

A existência do curso de engenharia de petróleo e gás no estado do Amazonas oferece oportunidade única para a utilização da mão de obra local, essa realidade proporciona vantagens significativas, reduzindo a dependência de profissionais de outras regiões e contribuindo para o desenvolvimento econômico sustentável da área.

2.3. Indústria Petrolífera no Amazonas

Na região Norte do Brasil, a Bacia do Amazonas destaca-se como pioneira na exploração de petróleo. Segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) em seu relatório de 2021, as atividades de pesquisa tiveram início por volta de 1917, conduzidas pelo Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil (SGMB). As operações de perfuração, por sua vez, remontam de 1925, quando foram identificados os primeiros indícios de óleo e gás natural na região.

Ainda de acordo com os dados disponíveis pela ANP estão previstos, para o ano de 2024, cerca de US\$1,96 bilhões para investimentos na fase de exploração de petróleo e gás natural. Somente para

investimentos na exploração da Margem Equatorial a previsão é de cerca de US\$1,09 bilhão, correspondendo a aproximadamente 55,61 % do montante total. Nesta fase, as empresas realizam estudos e atividades, como levantamentos sísmicos e perfuração de poços exploratórios, para detectar a presença de hidrocarbonetos em quantidades economicamente viáveis (ANP, 2024).

Mais recentemente a empresa responsável pela maior parte da produção de gás natural no Estado, anunciou a comercialidade de três novos campos, dois deles no Amazonas. O Campo de Tambaqui, com volume estimado de *gas-in-place* de até 3,6 Bm³ e total de óleo e condensado estimado de 13,9 MMBls e o Campo de Azulão Oeste, com estimativa de *gas-in-place* de 2,3 Bm³, de acordo com os relatórios executivos de auditoria das reservas e recursos de campos, em 2023.

Resultados e Discussão

Dentre os Desafios da Transição Energética para a Engenharia de Petróleo e Gás no Amazonas, destacam-se os principais temas de acordo com Lima, 2022:

A Redução das Emissões de Carbono é a principal preocupação da transição energética. A indústria de petróleo é uma grande fonte dessas emissões devido à queima de combustíveis fósseis. Os engenheiros de petróleo precisam desenvolver tecnologias mais limpas e eficientes para reduzir o impacto ambiental da produção e o consumo de petróleo.

Com a diversificação de Fontes de Energia como a solar e a eólica, que ganham espaço atualmente, faz com que os engenheiros de petróleo adaptem suas habilidades para trabalhar em setores relacionados à energia limpa. Isso pode incluir a gestão de infraestruturas para armazenamento de energia e a integração de sistemas de energia sustentável.

A captura e armazenamento de carbono (CAC) é uma área de pesquisa e desenvolvimento fundamental para a indústria de petróleo (desenvolvimento de tecnologias para carbono zero). Os engenheiros de petróleo e gás podem desempenhar um papel vital no desenvolvimento de tecnologias CAC eficazes, ajudando a reduzir as emissões de gases de efeito estufa associadas à queima de combustíveis fósseis.

Dessa forma, destacam-se como oportunidades na Transição Energética para a Engenharia de Petróleo e Gás segundo Gabrielli, 2020:

- Reciclagem de Conhecimento: Os engenheiros de petróleo e gás têm habilidades valiosas em geologia, geofísica e engenharia de reservatórios. Essas habilidades podem ser aplicadas na identificação e desenvolvimento de recursos geotérmicos, armazenamento subterrâneo de energia e até mesmo na gestão de projetos de infraestrutura para energia renovável.
- Exploração de Novos Mercados: À medida que a indústria de petróleo enfrenta desafios, as empresas do setor estão diversificando seus investimentos em energia renovável. Isso cria oportunidades para engenheiros de petróleo e gás se envolverem em projetos de energia solar, eólica e de armazenamento de energia.
- Inovação Tecnológica: A engenharia de petróleo sempre foi caracterizada por sua inovação tecnológica. Os engenheiros de petróleo e gás podem aplicar essa mentalidade inovadora para criar soluções mais eficazes e sustentáveis para os desafios da transição energética.

3.1 Desafios e Oportunidades

Como o artigo trata-se de uma revisão bibliográfica, apresentamos a Tabela 1 a seguir com as principais pesquisas na área e as suas devidas características e conclusões.

Tabela 1. Pesquisas realizadas

Estudo de pesquisa	Características	Conclusões
Lima (2022)	Concentra-se nos desafios de redução de emissões de carbono, diversificação de fontes de energia e desenvolvimento de tecnologias de carbono zero na indústria de petróleo e gás.	Destaca a necessidade de tecnologias mais limpas e eficientes para reduzir o impacto ambiental da produção e consumo de petróleo.
Gabrielli (2020)	Identifica oportunidades para engenheiros de petróleo e gás na transição para energias renováveis, incluindo reciclagem de conhecimento, exploração de novos mercados e inovação tecnológica.	Em destaque, as habilidades valiosas que os engenheiros de petróleo e gás possuem e como elas podem ser aplicadas a projetos de energia renovável.

A fim de identificar a relação da engenharia de petróleo e gás com a transição energética é importante a elaboração de uma matriz SWOT que permite a visão mais estratégica sobre o cenário a ser enfrentado e as informações geradas auxiliam na tomada de decisões. Dessa forma, inicialmente identificou-se os seguintes pontos:



Conclusões

O paradoxo é evidente, ao mesmo tempo que a engenharia de petróleo gera energia que não provém de fontes limpas e renováveis, paralelamente precisa buscar alternativas para superar os dilemas e dificuldades da transição energética, que busca por fontes de energia limpa, o que torna o desafio ainda mais crítico, mas não impossível.

No Amazonas, onde o cenário complexo da região é um fator agravante da dificuldade de adaptação, uma vez que envolve vários desafios logísticos, regulatórios e principalmente ambientais, o que leva aos engenheiros de petróleo a elaborarem abordagens inovadoras e adaptativas. Os novos interesses e investimentos destacam ainda mais a importância da região como um polo em ascensão, o que implica afirmar que a formação dos novos profissionais desta indústria deve ser um tanto mais ampla para as atuais necessidades, assim como os profissionais já atuantes devem buscar conhecimento para atender a atual demanda de maneira satisfatória.

A colaboração entre os profissionais da indústria do petróleo e os especialistas em energias renováveis deve ser ampliada, tornando o equilíbrio sustentável para ambas as partes, além do que os engenheiros de petróleo podem se posicionar como agentes de mudança e transição energética, superando obstáculos e, por fim, o principal objetivo: a sustentabilidade global.

Agradecimentos

Agradecemos ao Centro de Desenvolvimento Energético da Amazônia - CDEAM-UFAM, que possibilitou o desenvolvimento da pesquisa juntamente com o Laboratório de Petrofísica do curso de Engenharia de Petróleo e Gás onde a pesquisa é realizada.

Referências Bibliográficas

- BABADAGLI, T. **Reassessment of petroleum engineering education:** Is it the end of an era or a new start? *Education for Chemical Engineers*, v. 43, p. 1-9, 2023.
- CHIPANGAMATE, N.; NMAILA, G. **Assessment of challenges and strategies for driving energy transitions in emerging markets:** A socio-technological systems perspective. *Energy Geoscience*, v. 5, 2024.
- ERSHAGHI, I.; PAUL, D.L. **Engineering the Future of Petroleum Engineering and Geoscience Graduates.** SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Virtual, 2020.
- LI, N.; DILANCHIEV, A.; MUSTAFA, G. **From oil and mineral extraction to renewable energy:** Analyzing the efficiency of green technology innovation in the transformation of the oil and gas sector in the extractive industry. *Resources Policy*, v. 86, Part A, 2023.
- MORGUNOVA, M.; SHATON, K. **The role of incumbents in energy transitions: Investigating the perceptions and strategies of the oil and gas industry.** *Energy Research & Social Science*, v. 89, 2022.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. **Investimentos em exploração podem chegar a US\$ 1,96 bilhão em 2024.** www.gov.br/anp, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/canais_atendimento/imprensa/noticias-comunicados/investimentos-em-exploracao-podem-chegar-a-us-1-96-bilhao-em-2024. Acesso em: 23/01/2024.
- ENEVA. **Relatórios de Certificação de Reservas.** ri.eneva.com.br, 2024. Disponível em: <https://ri.eneva.com.br/informacoes-ao-mercado/relatorios-de-certificacao-de-reservas-e-recursos/>. Acesso em 18/02/2024.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Net Zero by 2050. 4º revisão, outubro de 2021.** Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf. Acesso em: 18/02/2024.
- VEJA, Revista. **Base de operações em Urucu, Amazonas.** veja.abril.com.br, 2011. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/economia/petrobras-encontra-novos-indicios-de-petroleo-na-amazonia> Acesso em: 18/02/2024.
- ABRAHAM-DUKUMA, MAGNUS C. **Dirty to clean energy:** Exploring ‘oil and gas majors transitioning’. *The Extractive Industries and Society*, v. 8, n. 3, p. 100936, 2021.
- MORGUNOVA, Maria; SHATON, Katerina. **The role of incumbents in energy transitions:** Investigating the perceptions and strategies of the oil and gas industry. *Energy Research & Social Science*, v. 89, p. 102573, 2022.
- SANTOS, C.M dos; BRAGA, A.L. de C. SANTOS, J.M. dos; OLIVEIRA, M.B. de; MADUREIRA, M. T. **A indústria do petróleo e energia frente aos novos desafios de se inserir nos modelos da transição energética.** *Research, Society and Development*, v. 11, n.9, 2022 ISSN 2525 DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i9.32000>

LIMA, Leandro Jose Barbosa. HAMZAGIC, Miroslava. **Estratégias para a transição energética:** revisão de literatura. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano. 07, Ed. 06, Vol. 08, pp. 96-120. Junho de 2022. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/>

LEÃO, R. P. F.; NOZAKI, W. CHAVES, A. C; COUTINHO, I.; RODRIGUES, R. **A geopolítica do petróleo e do gás natural no contexto da transição energética:** um processo de transição justa? Texto para Discussão / Instituto de Estudos Estratégicos de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – Rio de Janeiro: Ineep, 2021. ISSN 2595-8232.

GABBRIELLI DE AZEVEDO, J.S. **O petróleo vai acabar?** Controvérsias sobre pico de produção e transição energética. Texto para Discussão / Instituto de Estudos Estratégicos de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – Rio de Janeiro: Ineep, 2020. ISSN 2595-8232.