

Limitações no desempenho de ciclo combinado em FPSO com CCUS para diferentes capacidades e campos de petróleo

Raul Leite Moraes^{a*}, Raquel Massad Cavalcante^a, André Ferreira Young^b

^aUniversidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro-RJ, Brasil

^bUniversidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia Química e de Petróleo, Niterói-RJ, Brasil

*raul.lemora@gmail.com

RESUMO

Unidades de ciclo combinado e captura de CO₂ (CCUS) pós-combustão têm sido amplamente avaliadas para aplicações em planta de processamento *offshore*. Entretanto, em estudos anteriores não foi considerada a demanda térmica necessária para suprir a planta ou seu perfil ao longo da curva de produção da vida útil das unidades. Essa parcela reduz a disponibilidade energética para a produção de vapor num ciclo combinado. Desse modo, o presente trabalho objetivou avaliar tecnicamente o impacto da inclusão de tecnologia de ciclo combinado e CCUS em unidades marítimas de produção (FPSO) com capacidades de processamento de líquido distintas (100 kbpd e 250 kbpd), ao longo de toda a sua curva de produção (20 anos), seja em campos de baixo (3% em mol) ou alto teor (60% em mol) de CO₂, com diferentes valores de razão gás-óleo (150 Sm³/Sm³ e 300 Sm³/Sm³). A metodologia baseou-se em simulações de processo realizadas em Aspen HYSYS, considerando um recuperador de calor (OTSG) com níveis de temperatura e pressão conforme projeto apresentado na literatura. Foram analisados diferentes cenários ao longo da vida útil da unidade, avaliando-se o efeito da competição entre o aquecimento da utilidade e a recuperação de calor para o ciclo Rankine, bem como o efeito da inclusão de CCUS. Adicionalmente, investigou-se otimização dos níveis de temperatura dos estágios do OTSG sob restrições de projeto típicas, uma vez que o projeto do OTSG é específico para cada planta e turbina a gás. Os resultados indicam o deslocamento do ponto de *pinch*, que ocorreria na entrada no evaporador quando o único fluido de trabalho é água para ciclo Rankine, mas passa a ser controlado pelo aquecimento da utilidade que atende a demanda térmica da unidade, ocorrendo na entrada da sua alimentação, o que implica na redução da recuperação de calor no OTSG. Em cenários de alta razão gás-óleo e alto teor de CO₂ (60% em mol), até 73% da disponibilidade de recuperação de energia do gás exausto foi consumida para aquecimento da utilidade, o que também impactou significativamente na potência líquida adicionada pela inclusão do ciclo a vapor e na eficiência global do conjunto de ciclo combinado. Em todos os cenários, a eficiência máxima do ciclo combinado obtida foi de 41,5%, representando incremento limitado em relação ao ciclo simples, resultado que contrasta com a eficiência de 52,6% que poderia ser alcançada quando o único fluido de trabalho é água para ciclo Rankine. A otimização da temperatura de saída dos estágios do OTSG resultou em aumento marginal de eficiência, da ordem de 0,1%. Os resultados reforçam a necessidade de avaliações integradas considerando o atendimento à demanda térmica da planta como base para decisões de projeto e engenharia de unidades de cogeração e CCUS em FPSO.

Palavras-chave: ciclo combinado, CCUS, FPSO.

Referências

- Cruz, Matheus de Andrade et al. Decarbonization of energy supply to offshore oil & gas production with post-combustion capture: A simulation-based techno-economic analysis. *Energy*, v. 274, p. 127349, jul. 2023.
- Flatebø, Øystein. Off-design Simulations of Offshore Combined Cycles. Mestrado – Trondheim: Norwegian University of Science and Technology, 2012.
- Silva, Raquel de Pádua Fernandes. Avaliação de Sistemas Termelétricos e de Captura e Sequestro de Carbono em Processamento Offshore de Gás Natural Rico em CO₂. Mestrado—Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018b.