

# VIII SRHIDRO

## Seminário Regional sobre Gestão de Recursos Hídricos

### ESTUDO DO POTENCIAL DA ÁGUA PRODUZIDA NA ATIVIDADE DE EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS: UMA ABORDAGEM DE ANÁLISE DE CICLO DE VIDA NA ECOLOGIA INDUSTRIAL PARA SEU REÚSO

*Jonas Dias de Britto Filho<sup>(1; 2)</sup>, Tiago Gomes Barroso Carvalho<sup>(1)</sup>, Romeu e Silva Neto<sup>(1)</sup>, Emanuela Simão Garniere, Roberta Santos Oliveira.*

<sup>(1)</sup> Instituto Federal Fluminense – IFF, Macaé – RJ. – e-mail: [britto.dias@gsuite.iff.edu.br](mailto:britto.dias@gsuite.iff.edu.br)

A Ecologia Industrial é uma abordagem de uso já amplamente difundida e reconhecida pelo mundo, pela forma sistêmica com que analisa o sistema industrial, seus produtos, resíduos e a interação deste com o meio ambiente (Cecilia M.V.B. de Almeida, Biagio F. Giannetti, 2019). O Desenvolvimento desta abordagem pretende oferecer um quadro conceitual para interpretar e adaptar a compreensão do sistema natural e aplicar esta compreensão aos sistemas industriais. Busca, assim, alcançar um padrão de industrialização, que seja não só mais eficiente, mas também intrinsecamente ajustado às tolerâncias e características do sistema natural. Um dos principais objetivos da Ecologia Industrial consiste na mudança de processos lineares (abertos) para processo cíclico (fechado), de modo a que os resíduos de uma indústria fossem usados como matéria-prima (“input”) dela mesma ou de outra, no sentido de se integrar empresas de vários segmentos para a promoção de um desenvolvimento sustentável a nível local. De acordo com as informações contidas no sítio institucional da Prefeitura de Macaé-RJ (2021), em alto-mar, está a mola mestra da economia do município. Considerada a maior reserva petrolífera da Plataforma Continental Brasileira, a Bacia de Campos tem cerca de 100 mil quilômetros quadrados e se estende do estado do Espírito Santo nas imediações da cidade de Vitória, até Arraial do Cabo, no litoral norte do Estado do Rio de Janeiro. Atualmente é responsável por aproximadamente 84% (oitenta e quatro) da produção nacional de petróleo; para produção deste petróleo, é necessário despender um grande volume de água. A água produzida (AP) é composta pela porção de água de formação (água aprisionada nas camadas geológicas) somada a porção de água de injeção trazidas à superfície juntamente com sedimentos, petróleo e gás quando das atividades de exploração. Sua composição ou qualidade diversifica-se em função

# VIII SRHIDRO

## Seminário Regional sobre Gestão de Recursos Hídricos

das características geológicas do sítio de exploração, sendo que dois fatores são bastante significativos em sua característica física, químicas e biológicas, sendo eles: A formação geológica e a localização geográfica do reservatório. A composição da AP e a composição do óleo cru (petróleo) estão diretamente ligados uma vez que tanto em um como em outro e muitas vezes em suas interfaces (óleo e água), encontra-se os diversos minerais dissolvidos em forma de cátions ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ) e ânions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ), com a predominância de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  (STEWART & ARNOLD, 2011). Traços de metais pesados com valores percentuais menores que dez por cento de massa de amostra coletada tais como cádmio (Cd), cromo (Cr), chumbo (Pb), mercúrio (Hg), níquel (Ni), prata (Pt) e zinco (Zn) entre outros são comumente encontrados em função da formação geológica do sítio de exploração (UTVIK, 2003). Também pode-se encontrar compostos químicos residuais de produtos usados na prospecção, exploração, manutenção e otimização do poço, como inibidores de incrustação, corrosão, desemulsificantes e dispersantes, sólidos de formação em suas diversas composições químicas (areia, silte - granulometria variando entre 3,9  $\mu\text{m}$  e 62,5  $\mu\text{m}$ , argilossilicatos, produtos de degradação da argila tais como os feldspatos. Caulinita, ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), carbonatos, gases dissolvidos (metano ( $\text{CH}_4$ ), etano ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) e butano ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ), e microrganismos diversos como as bactérias anaeróbias e as Bactérias Redutoras de Sulfato – BRS que em condições adequadas (naturalmente existentes ou introduzidas durante o processo), podem produzir o Sulfeto de Ferro ( $\text{S}_2\text{O}_3$ ). O presente estudo tem como principal objetivo a aplicação de metodologias de Ecologia Industrial na integração de processos de modo a permitir uma reutilização eficiente da água produzida (AP) oriunda da exploração de petróleo e um melhor aproveitamento destas correntes residuais, com os correspondentes benefícios em termos do meio ambiente. As usadas metodologias compreendem: Definição de objetivos e fronteiras do estudo, Análise de inventário, Análise de Impacto ambiental e Análise de Melhorias/Interpretação. A relevância em debruçar-se sobre o refinamento de práticas de tratamento de AP atuais, abrem possibilidades de novas diretrizes de gerenciamento de rejeitos não somente da AP como de todos os compostos que fazem parte de sua composição como produtos de otimização de poços no processo de extração de óleo e gás. Finalmente o resultado deste estudo, além da interpretação de dados e seu refinamento por modelagem computacional, será substrato técnico científico para distinções mais nobres de AP além das já realizadas (reinfecção, arrefecimento industrial, limpeza de unidades e descarte marítimo). A partir da devida caracterização físico-química desta AP uma aplicação que já vem sendo praticada, ainda de forma tímida, pelas empresas, outrora denominadas de petróleo e gás e agora chamadas de empresas de energia. Esta denominação vem ao encontro de novas propostas de transição e ou



# VIII SRHIDRO

## Seminário Regional sobre Gestão de Recursos Hídricos

diversificação de matriz energética, onde diversos atores sociais, tanto privados como governamentais vem sendo sensibilizados a partir dos resultados promissores de pesquisas acadêmicas ao redor do planeta. A produção de hidrogênio enquanto combustível limpo já possui rotulagem e pode ser caracterizado por diferentes “cores”. Estas o classificam conforme a fonte de energia usada para produzir o hidrogênio combustível. Há o hidrogênio cinza, produzido a partir de combustíveis fósseis. Quando essa produção vem de gás natural e há captura e armazenamento de carbono, temos o hidrogênio azul. Neste estudo um bom caminho a ser indicado é a produção do então chamado “hidrogênio verde” em unidades de produção de petróleo “off Shore”.

Água Produzida (1), Análise de Ciclo de Vida(2), Ecologia Industrial(3)

Nível de Ensino: PósGraduação.



**INSTITUTO FEDERAL**  
Fluminense  
Campus Itaboraí

**ABRHidro**  
Associação Brasileira de Recursos Hídricos



**Conleste**  
CENTRO DE ESTUDOS EM RECURSOS HÍDRICOS



**asa**  
ação sócioambiental