

## II-311 - ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO DA ÁGUA PRODUZIDA DE PETRÓLEO PARA FINS DE REUSO

**Jean Leite Tavares**<sup>(1)</sup>

Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Paraíba Campina Grande. Engenharia Sanitária/Recursos Hídricos pela Universidade Federal da Paraíba Campina Grande (UFPB -CG). Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

**Andreza Miranda de Andrade Barbosa**<sup>(2)</sup>

Técnica em Rede de Computadores pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN – Campus Parnamirim). Engenheira de Petróleo e Gás pela Universidade Potiguar (UnP). Mestranda em Uso Sustentável de Recursos Naturais pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN – Campus Natal Central).

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Av. Sen. Salgado Filho, 1559 - Tirol, Natal – RN – CEP: 59015-000 - Brasil - Tel: (84) 4005-9843 - e-mail: [jean.tavares@ifrn.edu.br](mailto:jean.tavares@ifrn.edu.br)

**Endereço**<sup>(2)</sup>: Av. Sen. Salgado Filho, 1559 - Tirol, Natal – RN – CEP: 59015-000 - Brasil - Tel: (84) 4005-9843 - e-mail: [mab.andreza@hotmail.com](mailto:mab.andreza@hotmail.com)

### RESUMO

A produção de petróleo e gás natural ainda é atualmente uma das principais matérias primas geradoras de energia. Associado aos benéficos e subprodutos que essa cadeia produtiva gera, encontra-se os resíduos oriundos desta atividade, um desses resíduos é a água produzida. Essa água é o maior subproduto, no sentido de volume, gerado pela produção de óleo e gás e tem um impacto ambiental negativo, devido principalmente à sua composição complexa e altos custos de descarte. Sendo assim, é primordial o desenvolvimento de novas metodologias de aproveitamento deste insumo, uma vez que a água é um bem primordial à vida. Diante deste panorama, este artigo tem por objetivo ponderar a viabilidade técnica do reúso da água produzida, por meio de avaliação da qualidade da água, analisando variáveis físicas e químicas como: pH, teor de óleos e graxas, alcalinidade, cálcio, magnésio, cloreto, salinidade, sódio, potássio e metais totais da água produzida de petróleo, oriunda da região de Mossoró-RN. Os valores obtidos dessas variáveis serão comparados com os estabelecidos pela legislação vigente para água de reúso em irrigação e lançamento de efluente. Por fim a meta é evidenciar que com gestão hídrica deste resíduo, a água produzida pode ser um subproduto com danos mínimos e valor agregado ao seu consumo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água Produzida, Reuso, Qualidade da Água, Resíduo.

### INTRODUÇÃO

O petróleo é um combustível de origem fóssil, que em seu reservatório está conjugado com a água e o gás natural. Na cadeia petrolífera, a produção de resíduos como lamas oleosas, águas residuais, orgânicos voláteis, catalisador de resíduos, metais pesados entre outros é inevitável, a água se destaca devido as grandes quantidades geradas em todas as etapas do processo de produção: extração, transporte e refino (SRIKANTH; KUMAR; PURI, 2018).

Como exposto por Venkatesan e Wankat, 2017; Li et al., 2014 em seus respectivos estudos, a água produzida (AP) por campos petrolíferos é aquela trazida à superfície durante a extração de petróleo ou gás. Sabe-se ainda, que essa água é o efluente resultante dos processos de separação existentes nas estações coletoras e de tratamento na produção de petróleo.

Esse fluido tem impacto nos aspectos ambientais e econômicos associados à produção de petróleo e gás e representa o maior fluxo de resíduos associado à essa atividade industrial. Essa água contém alta salinidade, alta concentração de metais, contaminantes orgânicos e inorgânicos, material radioativo dentre outros, conhecidos por serem prejudiciais para a saúde humana e o meio ambiente (DOLAN; CATH; HOGUE, 2018).

Atualmente esse efluente tem como destino o descarte, a injeção subterrânea ou reúso (MOTTA et al., 2013). Independente de qual será o seu destino final, esse resíduo necessita ser tratado para diminuir sua nocividade.

Jiménez et al., 2017, indica que a redução da turbidez, remoção de óleos e graxas, fenol, ferro dentre outros compostos são fundamentais para tornar essa água uma fonte viável de reúso. Também destaca, tecnologias avançadas de tratamento de água para polimento, como filtração por membrana, biorreator de membrana, evaporadores térmicos ou processos de oxidação avançada, ressaltando que deve ser minimizado o consumo de produtos químicos, para redução de sólidos suspensos e conteúdo orgânico.

Após o tratamento adequado, com remoção e/ou adequação de todos os contaminantes acima citados, a AP pode ter diferentes fins benéficos. Podendo ser utilizada na agricultura (irrigação e estoque), usos urbanos (abastecimento de água da cidade) e usos industriais (construção e processamento) (MALLANTS; SIMUNEK; TORKZABAN, 2017).

## **OBJETIVO**

Em face ao relatado, este trabalho tem por finalidade avaliar a viabilidade técnica do reúso da água produzida comparando os resultados das análises físicas e químicas de pH, teor de óleos e graxas, alcalinidade, cálcio, magnésio, cloreto, salinidade, sódio, potássio e metais totais da água produzida de petróleo, oriunda da região de Mossoró-RN com os valores dessas variáveis estabelecidos pela legislação para água de reúso em irrigação e lançamento de efluente.

Objetiva-se ainda evidenciar que com a devida gestão, esse resíduo pode englobar uma logística reversa e voltar para o mercado de diferentes maneiras, minimizando os danos gerados e agregando valor ao seu consumo.

## **METODOLOGIA**

De acordo com o objetivo definido neste trabalho, desenvolveu-se a metodologia a ser aplicada. Sendo que esta metodologia foi fragmentada em quatro partes. A primeira etapa consistiu na revisão de literatura, assim como na determinação de como essa revisão seria feita, através da determinação das palavras-chave.

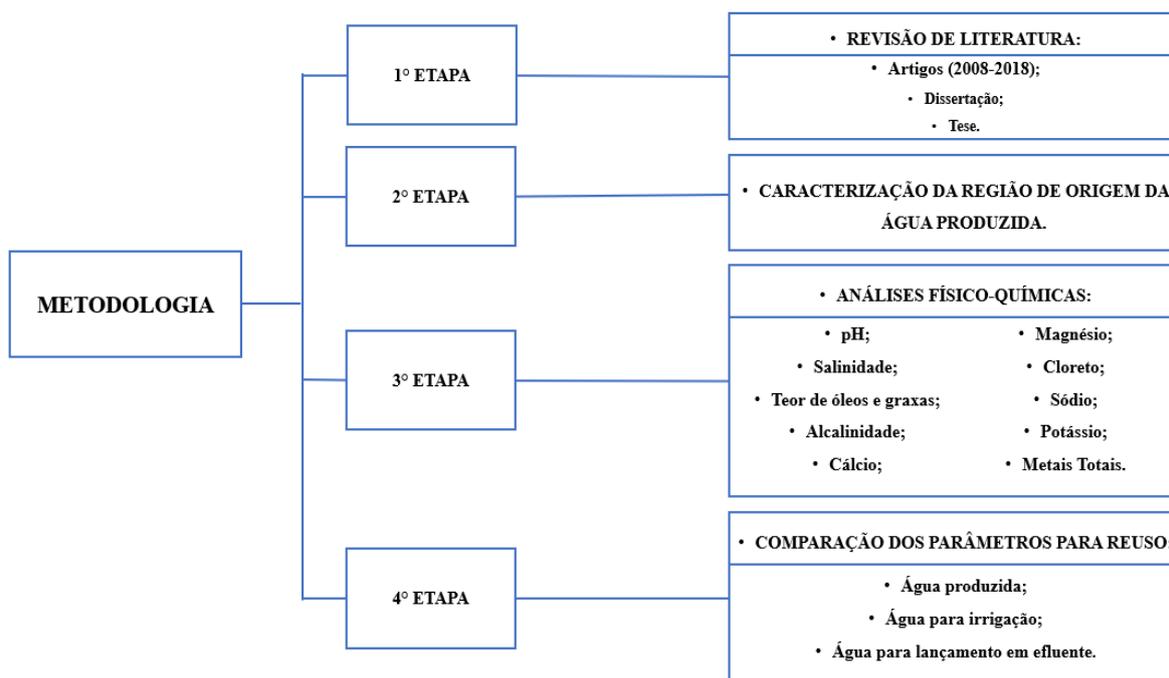
A segunda etapa consistiu na caracterização da região de origem da água produzida, o município de Mossoró/RN, analisando quais atividades são desenvolvidas na região, peculiaridades do solo, do clima e vegetação. A determinação de Mossoró como local de estudo se baseou inicialmente no fato do município ser produtor de petróleo o que por consequência faz com que seja um grande gerador de AP, além disso é uma região que sofre constantemente com a seca e escassez de chuva. Essa região também desenvolve atividades de agricultura que exige grandes demandas de água.

A terceira etapa compreendeu as análises físicas e químicas da água produzida, sendo avaliados os valores de pH, salinidade, teor de óleos e graxas, cálcio, magnésio, cloreto, sódio, potássio e metais totais. Para todas as análises realizadas neste trabalho foi seguida a norma APHA, 2012 como descrito na tabela 1.

**Tabela 1: Metodologia de análise**

Variáveis	Norma
pH	APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Ed. 2012.
Salinidade (TDS)	
Teor de Óleos e Graxas (TOG)	
Alcalinidade	
Cálcio	
Magnésio	
Cloreto	
Sódio	
Potássio	
Metais Pesados	

Por fim, a quarta etapa contempla uma comparação entre os valores das variáveis analisadas e os valores das mesmas variáveis estabelecidos para diferentes rotas de reúso de água. Todo esse processo está descrito e pode ser melhor visualizado na figura 1.



**Figura 1: Descrição das etapas metodológicas**

## RESULTADOS OBTIDOS

Foram analisadas 13 amostras distintas, e de acordo com o resultado obtido foi feita uma média aritmética que é apresentada no quadro 1. Foi analisada a água produzida obtida a partir de um tanque de equalização que tem a finalidade de auxiliar na mistura de efluentes que chegam a partir de diferentes poços de exploração na região de estudo.



Visando estabelecer um comparativo para confrontar a qualidade da água que é produzida associada ao petróleo, com outras fontes de água destinadas ao reúso, após a realização das análises físicas e químicas da água produzida, foi efetuada a comparação da média dos valores obtidos com os valores determinados pela legislação para o reúso em irrigação e lançamento de efluente, como pode ser melhor esclarecido na tabela 2.

**Tabela 2: Comparação de variáveis de qualidade da água para reúso**

Parâmetro	Média das Amostras Analisadas (mg/L)	Reúso Irrigação (mg/L)	Lançamento Efluente (mg/L)
<b>pH</b>	7,18	8,50	9,00
<b>Salinidade</b>	0,34	2000,00	0,00
<b>TOG</b>	119,51	-	20,00
<b>Cálcio</b>	45,20	400,80	-
<b>Magnésio</b>	24,14	60,80	-
<b>Cloreto</b>	133,01	700,00	-
<b>Sódio</b>	40,05	919,60	-
<b>Potássio</b>	16,45	78,20	-
	<b>Cádmio</b>	0,00	0,01
	<b>Cobre</b>	0,00	0,20
	<b>Chumbo</b>	0,00	5,00
<b>Metais Totais</b>	<b>Cromo</b>	0,00	0,10
	<b>Manganês</b>	0,05	0,20
	<b>Níquel</b>	0,00	0,20
	<b>Zinco</b>	0,01	2,00
<b>Normatização Regulamentadora</b>	-	CONAMA N° 396 MANUAL EMBRAPA	CONAMA N° 430

## ANÁLISE DE RESULTADOS

A geologia da região onde se localiza os poços da água coletada no município de Mossoró/RN é composto pela formação Jandaíra, abaixo dessa formação têm-se as unidades produtoras de petróleo que correspondem as formações Pendência, Alagamar e Açú. As rochas geradoras da formação Pendência ocorrem em toda a bacia e podem atingir 1.500 metros de espessura na sua porção emersa. Desta forma se garante uma uniformidade de resultado entre as amostras no que diz respeito aos parâmetros que estão diretamente ligados ao contato da água com a rocha geradora, uma vez que, apesar de haver distância física entre os poços, todos se encontram na bacia potiguar, e foram geradas na formação Pendência (PORTELLA; FABIANOVICZ, 2017).

Em relação ao pH é possível visualizar que o valor apresentado pela água produzida já se enquadra dentro do valor necessário para reúso e lançamento de efluente determinado pela lei. A salinidade no que diz respeito ao reúso para irrigação também já se enquadra nos padrões necessários, entretanto para lançamento de efluente, deve-se avaliar a compatibilidade com as características do corpo receptor.

O teor de óleo e graxas (TOG), apesar de não haver um padrão para irrigação, apresenta-se com um valor médio quase seis vezes superior ao permitido para o lançamento no ambiente, o que indica a clara necessidade de um tratamento preliminar para a adequação desta variável.

Os valores médios obtidos para os sais Cálcio, Magnésio, Cloreto, Sódio e Potássio também já se apresentam adequados para o reúso agrícola.

Para os metais pesados, os valores médios obtidos também estão abaixo dos limites recomendados para irrigação e destinação no ambiente, segundo as normas usadas como referência.

## CONCLUSÕES

O reúso de água produzida no geral, visa promover um destino mais refinado a essa matriz que após produção no poço de petróleo é encerrada como um problema. O reúso para irrigação, principalmente em regiões do semiárido, como é o caso de Mossoró, busca possibilitar uma melhor condição social e de desenvolvimento para a população local.

O lançamento desta água após tratamento adequado em efluentes pode ainda suplementar reservas hídricas e garantir provimento para estações mais secas na região.

Com os resultados apresentados anteriormente é possível visualizar a viabilidade, após receber o devido tratamento, principalmente com foco na redução do teor de óleos e graxas, à prática do reúso da água produzida. Com a devida gestão, a destinação desse efluente pode ser convertida de problema a solução, reduzindo os impactos ambientais gerados e agregando valia a esse recurso indispensável à vida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, Otávio Álvares de (Comp.). Qualidade da água de irrigação. Cruzes das Almas,ba: Saulus Santos da Silva, 2010. 1 v. Otávio Álvares de Almeida. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/875385/1/livroqualidadeagua.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2018.
2. DOLAN, Flannery C.; CATH, Tzahi Y.; HOGUE, Terri S.. Assessing the feasibility of using produced water for irrigation in Colorado. *Science Of The Total Environment*, [s.l.], v. 640-641, p.619-628, nov. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.200>.
3. JIMÉNEZ, Silvia.; MICÓ, Maria M.; ARNALDOS, Marina.; FERRERO, Enrique.; MALFEITO, Jorge J.; MEDINA, Francisco. CONTRERAS, Sandra. Integrated processes for produced water polishing: Enhanced flotation/sedimentation combined with advanced oxidation processes. *Chemosphere*, [s.l.], v. 168, p.309-317, fev. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.10.055>.
4. LI, Gang; GUO, Shuhai; ZHANG, Jiangwei; LIU, Yu. Inhibition of scale buildup during produced-water reuse: Optimization of inhibitors and application in the field. *Desalination*, [s.l.], v. 351, p.213-219, out. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2014.08.003>.
5. MALLANTS, Dirk; SIMUNEK, Jirka; TORKZABAN, Saeed. Determining water quality requirements of coal seam gas produced water for sustainable irrigation. *Agricultural Water Management*, [s.l.], v. 189, p.52-69, jul. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2017.04.011>.
6. MOTTA, Albérico R. P.da.; BORGES, Cristiano P.; KIPERSTOK, Asher; ESQUERRE, Karla P.; ARAUJO, Pedro M.; BRANCO, Lucas P. N. Tratamento de água produzida de petróleo para remoção de óleo por processos de separação por membranas: revisão. *Engenharia Sanitária Ambiental*, Salvador, v. 18, n. 1, p.1-12, abr. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v18n1/a03v18n1>>. Acesso em: 10 abr. 2018.
7. PORTELLA, Andressa Yumi; FABIANOVICZ, Rosemari. Bacia Potiguar: Sumário Geológico e Setores em Oferta. Rio Grande do Norte: Anp, 2017. 23 p. Disponível em: <[http://rodadas.anp.gov.br/arquivos/Round14/Mapas/sumarios/Sumario\\_Geologico\\_R14\\_Potiguar.pdf](http://rodadas.anp.gov.br/arquivos/Round14/Mapas/sumarios/Sumario_Geologico_R14_Potiguar.pdf)>. Acesso em: 23 jul. 2018.
8. SRIKANTH, Sandipam; KUMAR, Manoj; PURI, S.k.. Bio-electrochemical system (BES) as an innovative approach for sustainable waste management in petroleum industry. *Bioresource Technology*, [s.l.], p.1-13, fev. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2018.02.059>.
9. VENKATESAN, Anand; WANKAT, Phillip C. Produced water desalination: An exploratory study. *Desalination*, [s.l.], v. 404, p.328-340, fev. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2016.11.013>.