

ÁGUA PRODUZIDA: GERENCIAMENTO DE EFLUENTE- REVISÃO II CONEPETRO

Larissa Freitas Farias¹; Laíse Ramonny Oliveira Nunes²

¹ Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil -
larissafreitasfarias@gmail.com

² Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia de Petróleo -
laise.ramonny@gmail.com

RESUMO

Considerando a crescente demanda da indústria petrolífera, analisar os impactos gerados pelo maior dos efluentes produzidos é imprescindível do ponto de vista financeiro e ambiental. Para que os impactos ambientais envolvidos na destinação final da água produzida de petróleo sejam minorados e as indústrias consigam manter a produtividade, deve-se escolher o tratamento mais adequado e tecnicamente viável. O objetivo desse artigo é apresentar soluções para o gerenciamento desse efluente.

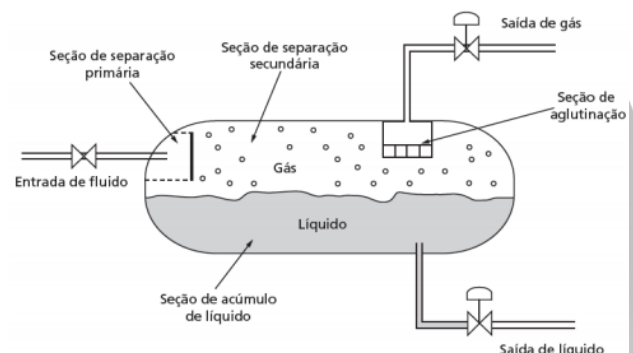
Palavras-chave: Efluente; Água produzida; Indústria petrolífera; Tratamento; Gerenciamento.

1. INTRODUÇÃO

Durante a produção de petróleo e gás, um imenso volume de água de complexa composição é aprisionada nas formações subterrâneas [AMINI et al., 2012]. Esta água representa o principal resíduo ligado à extração de petróleo, de acordo com Silva [2000]. Dessa maneira, o gerenciamento desse efluente representa um custo extremamente relevante na indústria petrolífera.

De acordo com Motta [2013], a água produzida é um subproduto da separação do petróleo e do gás (processamento primário), conforme a Figura 1.

Figura 1: Produção de água a partir da separação do petróleo e gás



As alternativas comumente utilizadas para a destinação final desse efluente são: descarte, reuso e injeção. Estas alternativas precisam de tratamento específico para cumprir as normas ambientais, demandas produtivas e operacionais, segundo Motta [2013]. E destes, o mais econômico é a injeção [SILVA, 2000], pois através da devolução da água produzida ao local de onde ela foi retirada, evita-se alguns problemas

ambientais e gastos com tratamento preliminares.

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada para o desenvolvimento deste trabalho de revisão bibliográfica foi pesquisa e análise de monografias, revistas de alcance internacional, jornais internacionais, leis e resoluções nacionais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Impactos ambientais

Os impactos ambientais associados à água produzida se agravam em função da composição da água, das características do local em que ela ocorre e da sua disposição final. As potenciais causas de perigo são: alta salinidade; sólidos suspensos; presença de metais pesados; presença de orgânicos insolúveis; presença de orgânicos solúveis; presença de produtos químicos; radioatividade [SILVA, 2000].

O despejo de efluentes dessa natureza sem tratamento pode comprometer corpos hídricos e promover difusão de materiais pesados para os seres humanos que entrarem em contato com essa água. Além disso podem haver diversas complicações inesperadas,

tendo em vista que a composição da água produzida é variável.

Stewart & Arnold [2011], apresentam dois fatores que influenciam nas características físicas, químicas e biológicas da água produzida, são eles a localização do reservatório e a formação geológica deste lugar. Esses fatores dificultam o tratamento da água produzida, adicionando-se ao problema do grande volume a ser tratado.

A água produzida pode ser conata (quando existente no reservatório) apresentando alta salinidade e metais, ou água de injeção, que é aquela misturada com água subterrânea utilizada em processos de recuperação secundária [SILVA, 2000].

3.2. Gerenciamento de água produzida

O tratamento e destinação final dos resíduos produzidos antropicamente precisam ser determinados de acordo com as leis ambientais vigentes no local da produção. Para a decisão, devem ser considerados: o custo, o volume produzido do resíduo em questão, a viabilidade técnica (no tocante a disponibilidade de equipamentos) e, no caso da água produzida de petróleo, ainda é imprescindível analisar a localização da base de produção.

O resíduo em questão é um efluente líquido de processo produtivo, e pode ser

despejado em corpos hídricos. Em território brasileiro, a lei 9.433/97 versa sobre a gestão de recursos hídricos, incluindo os despejos em mananciais relativos a usos industriais. Um dos instrumentos da supracitada lei é o enquadramento do corpos hídricos e outro é a outorga de direitos.

Segundo a mesma lei, o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, visa a:

I - assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas;

II - diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

E as classes de corpos de água serão estabelecidas pela legislação ambiental.

O enquadramento dos corpos hídricos é, portanto, a classificação das águas de um manancial quanto aos padrões de qualidade existentes. Esse enquadramento objetiva manter as características da água dos corpos hídricos, através da limitação dos despejos de efluente aos de padrões compatíveis com o do corpo hídrico que receberá estes despejos. Dessa forma, antes de haver qualquer lançamento de efluente, deve ser realizada uma análise de autodepuração do resíduo pelo corpo hídrico receptor. A partir dessa análise pode-se determinar qual o tratamento prévio adequado a ser aplicado ao despejo em

questão. Nessa análise é considerado o volume a ser despejado, e para isso, o instrumento de outorga, da mesma lei, também entra em pauta.

A outorga de direitos libera as retidas de determinados volumes do corpo hídrico a ser analisado, de maneira que não haja comprometimento de sua vazão. Ela ainda é responsável por determinar o volume despejado no corpo hídrico, como no caso da água produzida. Esses volumes podem ser taxados, de acordo com a análise dos responsáveis técnicos do corpo hídrico.

Do ponto de vista do gerenciamento, nem sempre o despejo em corpos hídricos é adequado e nesse sentido a injeção torna-se muitas vezes uma alternativa viável. Pois consiste na devolução da água retirada de um local após sua utilização no processo produtivo.

3.3. Tratamento de água produzida

O petróleo e a água são praticamente imiscíveis, mas levando em conta o tempo de confinamento, bem como as condições de formação e migração do petróleo, pode haver solubilização de alguns hidrocarbonetos [SILVA, 2000].

Segundo Motta [2013], a presença de óleo na água produzida pode-se apresentar através de emulsão, óleo livre ou dissolvido, e a remoção do óleo na forma de emulsão é a

mais complicada. Os métodos utilizados para separação dessas emulsões são flotação a ar [HONG; FANE; BURFORD, 2003], hidrociclones [SAIDI et al., 2012], coalescedores de leite [SOKOLOVIĆ; SOKOLOVIĆ; SEVIC, 2009] e separadores gravitacionais [STEWART & ARNOLD, 2011]. Existem também os processos de separação por membranas, que trazem vantagens em relação aos demais por solucionar o problema de gotas com diâmetros na faixa de micrômetros ou submicrômetros [CHAKRABARTY; GHOSHAL; PURKAIT, 2008].

O tratamento de água produzida não objetiva deixá-la em padrões de excelência, mas adequado ao local de destinação final (seja ele corpo hídrico - despejo, ou outros - injeção). Essa água pode ainda ser tratada para possibilitar o reuso. Dessa forma, o tipo de processo adotado, depende dos compostos que se deseja remover.

Os tratamentos adequados, segundo Motta [2013], para água produzida podem apresentar os seguintes objetivos: remoção de óleo de maneira dispersa; de compostos orgânicos solúveis; remoção de bactérias e algas; remoção turbidez e areia; remoção de gases dissolvidos; remoção de sais dissolvidos, sulfatos, nitratos e agentes de incrustação; remoção de dureza em excesso; remoção de compostos diversos.

A água selecionada para injeção é tratada em geral por processo de flotação com adição de desemulsificantes e bactericidas [SILVA, 2000].

3.4. Regulamentação brasileira

A Lei 6.938 instituiu, em 1981, a Política Nacional do Meio Ambiente, esse diploma legal prevê uma série de instrumentos de proteção e gestão ambiental para serem postos em prática pelo Poder Público, tendo como objetivo organizar, disciplinar, controlar e fiscalizar atividades industriais e produtivas que podem causar danos ao meio ambiente e que exploram recursos naturais.

Porém mesmo com as possibilidades previstas por esta lei, os instrumentos de regulação mais comumente usados no nosso país são do tipo controle e comando, devido a relativa simplicidade e facilidade da aplicação desses. Os parâmetros estabelecidos pelo Poder Público para disciplinar condutas, quotas, padrões e limitações que devem ser atendidos pelos operadores são estabelecidos com base em critérios científicos que levam em conta condições naturais e fatores socioeconômicos e ambientais.

A respeito do tratamento, gerenciamento e padronização da água produzida e seus descartes no ambiente, não é possível encontrar muitas regulamentações

específicas, mesmo este efluente gerando grandes volumes e possuindo grande potencial de danos ao meio ambiente.

Como a Lei do Petróleo [Lei 9.478/97] trata sobre a Política Energética Nacional e seus objetivos, institui o Conselho Nacional de Política Energética e Agência Nacional do Petróleo (ANP). Ela determina suas funções e objetivos, além de especificar o regime de concessão, editais de licitação, atividades de downstream, importações e exportações e biocombustíveis.

Esta lei ao estabelecer a ANP como o órgão regulador da indústria do petróleo e tem como função promover a regulação, contratação e fiscalização das atividades econômicas do setor. Em decorrência a seu poder de polícia administrativa, pode autuar e aplicar sanções administrativas.

Esta Lei do Petróleo também estabelece que a ANP deve fazer cumprir as boas práticas de preservação do meio ambiente, para garantir o cumprimento dessa determinação a agência criou uma Coordenadoria de Meio Ambiente (CMA). Porém a atuação da agência nesta área é mais voltado para fornecer suporte e acompanhar ações de pesquisa, desenvolvimento e regulamentação concebidas pelos órgãos competentes, observando a responsabilidade e atuação dos mesmos.

A questão da água produzida é explorada pela ANP na Portaria nº 100/2000, que aprova o Regulamento Técnico do Programa Anual de Produção (PAP) para os campos de petróleo e gás natural e trata a respeito das questões relacionadas com o acompanhamento e fiscalização das atividades de produção. O operador fica comprometido com o volume de água produzida que será descartado e com a reinjeção em poços para recuperação secundarizados hidrocarbonetos. Pode também comprometer-se com a rejeição em poços não produtores para descarte, e com o uso de outros meios de disposição tais como movimentação para disposição em outros campos ou para o tratamento da terra.

As regulamentações federais que tratam sobre a indústria petrolífera e o gerenciamento de água produzida são as Resoluções CONAMA 357/2005, 430/2011 e 393/2007 e a Portaria 422/2011 do Ministério do Meio Ambiente.

A portaria do Ministério do Meio Ambiente dispõe sobre os procedimentos para o licenciamento ambiental federal de atividades e empreendimentos de exploração e produção de petróleo e gás natural no ambiente marinho e zona de transição terra-mar e teve como objetivo unificar as Resoluções CONAMA 01/86, 23/94, 237/97 e 350/04.

Na Resolução CONAMA 357/2005 define o padrão de qualidade das águas, que é estabelecido conforme sua classe, um conjunto de condições e padrões de qualidade da água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros de um determinado segmento, além de dispor sobre as diretrizes ambientais para enquadramento dos corpos d'água nas suas diferentes classificações.

A Resolução CONAMA 430/2011, dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementando e promovendo algumas alterações na Resolução CONAMA 357/2005. A resolução de 2011 trata das condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, ressaltando que o lançamento indireto de efluentes deve observar tal resolução na ausência de legislação ou normas específicas.

Segundo esta resolução, os efluentes só poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores depois de receberem o tratamento adequado e precisam obedecer às condições, aos padrões e às exigências dispostos pela própria Resolução CONAMA 430/2011, como também por outras normas aplicáveis. Também fica previsto que o órgão ambiental competente exigirá tecnologias ambientalmente adequadas e economicamente viáveis para o tratamento dos efluentes,

compatível com as condições do respectivo corpo receptor. E é estabelecido o dever dos responsáveis pelas fontes poluidoras dos recursos hídricos de proceder com realização do automonitoramento para controle e acompanhamento periódico dos efluentes lançados nos corpos receptores, conforme disposto no Art. 24 da Resolução.

Os padrões de lançamento de efluentes definido pela resolução podem ser vistos na Tabelas 1 e 2:

Tabela 1: Padrões de lançamento de efluentes – Parte 1

TABELA I	
Parâmetros inorgânicos	Valores máximos
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total (Não se aplica para o lançamento em águas salinas)	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	1,0 mg/L CN
Cianeto livre (destilável por ácidos fracos)	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo hexavalente	0,1 mg/L Cr+6
Cromo trivalente	1,0 mg/L Cr+3
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe

Tabela 2: Padrões de lançamento de efluentes – Parte 2

Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercurio total	0,01 mg/L Hg
Niquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
Parâmetros Orgânicos	Valores máximos
Benzeno	1,2 mg/L
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroeteno (somatório de 1,1 + 1,2cis + 1,2 trans)	1,0 mg/L
Estireno	0,07 mg/L
Etilbenzeno	0,84 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C6H
Tetracloroeto de carbono	1,0 mg/L
Tricloroeteno	1,0 mg/L
Tolueno	1,2 mg/L
Xileno	1,6 mg/L

4. CONCLUSÕES

De acordo com o exposto, percebe-se a necessidade de análise da composição da água produzida e da localização da base de produção. Esses fatores serão preponderantes para escolher o tipo de tratamento, levando em conta também a viabilidade técnica e econômica.

Para situações nas quais é feita a opção por injeção de petróleo não há danos ao meio ambiente, desde que esse procedimento ocorra devolvendo esta água ao local de retirada.

Como o procedimento nem sempre é possível o despejo torna-se mais viável algumas vezes e para isto são indicadas metodologia de separação por membranas flotação a ar, hidrociclones, coalescedores de leito e separadores gravitacionais. Outra opção é o reuso.

Percebe-se que as leis existentes dão suporte a metodologias ainda em processo de desenvolvimento, e por isso os estudos precisam ser refinados, apresentando propostas econômicas e viáveis.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMINI, S.; MOWLA, D.; GOLKAR, M.; ESMAEILZADEH, F. (2012) *Mathematical modelling of a hydrocyclone for the down-hole oil-water separation (DOWS)*. Chemical Engineering Research and Design, v. 90, p.2186-2195.

ANP. *Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis*. 2016. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br/>>. Acesso em: 10 de junho de 2016.

BRASIL, 1997. *Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da

Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRASIL, 1997. **Lei nº 9.478 de 6 de agosto de 1997**. Dispõe sobre a Política Energética Nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional de Petróleo e dá outras providências. Brasília – Brasil.

BRASIL, 1981. **Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília – Brasil.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em 13 de junho de 2016.

CHAKRABARTY, B.; GHOSHALAND A.K.; PURKAIT, M.K. (2008) **Ultrafiltration**

of stable oil-in-water emulsion by polysulfone membrane. Journal of Membrane Science, v. 325, n. 1, p. 427-437.

HONG, A.; FANE, A.G.; BURFORD, R. (2003) **Factors affecting membrane coalescence of stable oil-in-water emulsions**. Journal of Membrane Science, v. 222, p. 19-39.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente, Brasil.

MOTTA, A. R. P.; BORGES, C. P.; KIPERSTOK, A.; ESQUERRE, K. P.; ARAÚJO, P. M.; BRANCO, L. P. N. (2013). **Tratamento de água produzida de petróleo para remoção de óleo por processos de separação por membranas: revisão**. Eng Sanit Ambient, v.18 n.1, p. 15-26.

SAIDI, M.; MADDAHIAN, R.; FARHANIEH, B.; AFSHIN, H. (2012) **Modeling of flow field and separation efficiency of a deoiling hydrocyclone using**

large eddy simulation. International Journal of Mineral Processing, v. 112-113, p. 84-93.

SILVA, C. R. R. **Água Produzida na Extração de Petróleo.** 2000. Monografia (Curso de Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais na Indústria) - Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, 2000.

SOKOLOVI, R.M.S.; SOKOLOVI, S.M; SEVIC, S. (2009) **Oily water treatment using a new steady-state fiber-bed coalescer.**

Journal of Hazardous Materials, v. 162, n. 1, p. 410-415.

SOUZA, L. A. **Noções de processamento primário de petróleo.** Apostila Petrobras. PUCRio- Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, (2012).

STEWART, M. & ARNOLD, K. (2011) **Produced Water Treatment Field Manual.** Part 1 - Produced Water Treating Systems, p. 1-134.