



Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a
Economia e o Meio Ambiente

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	As engenharias frente a sociedade, a economia e o meio ambiente [recurso eletrônico] / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (As Engenharias Frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente; v. 1) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-429-0 DOI 10.22533/at.ed.290192506 1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Engenharia – Aspectos econômicos. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Série. CDD 658.5
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

As obras As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente Volume 1, 2, 3 e 4 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 31 capítulos, com assuntos voltados a engenharia do meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 32 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção civil de baixo impacto.

O Volume 3 apresenta estudos de materiais para aplicação eficiente e econômica em projetos, bem como o desenvolvimento de projetos mecânico e eletroeletrônicos voltados a otimização industrial e a redução de impacto ambiental, sendo organizados na forma de 28 capítulos.

No último Volume, são apresentados capítulos com temas referentes a engenharia de alimentos, e a melhoria em processos e produtos.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CIDADES SUSTENTÁVEIS: PRÁTICAS PARA A RECUPERAÇÃO DAS ÁGUAS	
Aline Pereira Gaspar Karen Niccoli Ramirez	
DOI 10.22533/at.ed.2901925061	
CAPÍTULO 2	14
APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA EM EMPREENDIMENTOS RURAIS: CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E UTILIZAÇÃO	
Natalia da Rocha Pinto Elfride Anrain Lindner	
DOI 10.22533/at.ed.2901925062	
CAPÍTULO 3	31
PURIFICAÇÃO DE ÁGUA DOMÉSTICA UTILIZANDO PROCESSOS DE FILTRO BIOLÓGICO, FOTOCATÁLISE DE TiO ₂ E ADIÇÃO DE MORINGA	
Maria Marcyara Silva Souza Francisco Wellington Martins da Silva Antônia Mayara dos Santos Mendes Quezia Barboza Rodrigues Juan Carlos Alvarado Alcócer	
DOI 10.22533/at.ed.2901925063	
CAPÍTULO 4	41
DETERMINAÇÃO DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA UTILIZANDO BOMBA DE ÁGUA COM ENERGIA MOLECULAR E TUBOS DE BOROSSILICATO	
Igor José Langer Luis Eduardo Palomino Bolivar	
DOI 10.22533/at.ed.2901925064	
CAPÍTULO 5	47
CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO E REVISÃO DAS TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DA ÁGUA PRODUZIDA NOS CAMPOS MADUROS DA BACIA DO RECÔNCAVO	
Thaís Freitas Barbosa Victor Menezes Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.2901925065	
CAPÍTULO 6	60
CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DE QUATRO SUB-BACIAS DE DRENAGEM DE PONTA GROSSA-PR	
Rafaela Paes de Souza Barbosa Gustavo Forastiere Simoneli Maria Magdalena Ribas Döll Mayra Alves Donato	
DOI 10.22533/at.ed.2901925066	

CAPÍTULO 7	73
VERIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE HÍDRICA DA LAGOA COSTEIRA DE JACAREPAGUÁ NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	
Ana Carolina Silva de Oliveira Lima Ana Cláudia Pimentel de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.2901925067	
CAPÍTULO 8	77
POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E TOXICIDADE DE PRODUTOS COMERCIAIS À BASE DE FUMO (<i>NICOTIANA TABACUM</i>) UTILIZADOS EM AGRICULTURA ORGÂNICA	
Magda Regina Santiago Lígia Maria Salvo	
DOI 10.22533/at.ed.2901925068	
CAPÍTULO 9	85
CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL E GEOTÉCNICA: CARTILHA INFANTIL E O PROJETO GEOPREVENÇÃO	
Carla Vieira Pontes Talita Gantus de Oliveira Vitor Pereira Faro Roberta Bomfim Boszczowski	
DOI 10.22533/at.ed.2901925069	
CAPÍTULO 10	95
AVALIAÇÃO DO EFEITO DA CAMADA DE COBERTURA NA ESTABILIDADE EM ATERROS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	
Alison de Souza Norberto Rafaella de Moura Medeiros Maria Odete Holanda Mariano	
DOI 10.22533/at.ed.29019250610	
CAPÍTULO 11	104
AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE (RSS) DE UM HOSPITAL MATERNIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	
Leonardo de Lima Moura Claudio Fernando Mahler	
DOI 10.22533/at.ed.29019250611	
CAPÍTULO 12	117
UM ESTUDO SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DE UMA USINA DE RECICLAGEM DE PAPEL PARA UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR EM MANHUAÇU	
Millena Gabriela Gualberto de Souza Nandeyara de Oliveira Costa Glaucio Luciano de Araujo Marcela Moreira Couto	
DOI 10.22533/at.ed.29019250612	
CAPÍTULO 13	126
BIOGÁS: O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DO GÁS METANO GERADO EM ATERROS SANITÁRIOS	
Daniela Cristiano Rufino	
DOI 10.22533/at.ed.29019250613	

CAPÍTULO 14	138
PRODUÇÃO DE BIOETANOL UTILIZANDO HIDROLISADO CELULÓSICO DE BIOMASSA	
Cristian Jacques Bolner de Lima	
Francieli Fernandes	
Charles Souza da Silva	
Juniele Gonçalves Amador	
Charles Nunes de Lima	
Monique Virões Barbosa dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.29019250614	
CAPÍTULO 15	146
PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE DEJETOS DE SUÍNOS PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM PROPRIEDADES RURAIS DA REGIÃO DE CANOINHAS-SC	
Bruna Weinhardt da Silveira	
Leila Cardoso	
Olaf Graupmann	
DOI 10.22533/at.ed.29019250615	
CAPÍTULO 16	150
MODELAGEM DE BIORRETORES EM SÉRIE E COM RECICLO PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL ATRAVÉS DE UM ESTUDO DE CASO INDUSTRIAL	
Guilherme Guimaraes Ascendino	
Juan Canellas Bosch Neto	
Laura de Oliveira Martins Torres	
DOI 10.22533/at.ed.29019250616	
CAPÍTULO 17	166
O USO DO HIDROGÊNIO EM MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA	
Gustavo Destefani Picheli	
Luiz Carlos Vieira Guedes	
DOI 10.22533/at.ed.29019250617	
CAPÍTULO 18	183
ENERGIA SOLAR: PANORAMA BRASILEIRO	
Douglas Mito Cerezoli	
Leonardo Vinhaga	
Camila Ricci	
DOI 10.22533/at.ed.29019250618	
CAPÍTULO 19	195
ECONOMIA DE ENERGIA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL – ESTUDO DE CASO NO BLOCO I DO UNIPAM	
Daniel Marcos de Lima e Silva	
Maísa de Castro Silva	
Marcelo Ferreira Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.29019250619	

CAPÍTULO 20	211
USINAS SOLARES FLUTUANTES EM RESERVATÓRIOS DE HIDRELÉTRICAS: UMA SOLUÇÃO ALTERNATIVA PARA AUMENTAR A DEMANDA DE GERAÇÃO DE ENERGIA NA REGIÃO NORDESTE	
Jéssica Beatriz Dantas Antonio Ricardo Zaninelli do Nascimento Thayse Farias de Barros	
DOI 10.22533/at.ed.29019250620	
CAPÍTULO 21	222
CÉLULAS SOLARES SENSIBILIZADAS POR CORANTES NATURAIS	
José Waltrudes Castanheira Pereira Márcio Cataldi	
DOI 10.22533/at.ed.29019250621	
CAPÍTULO 22	238
AVALIAÇÃO ANALÍTICA DAS EFICIÊNCIAS TÉRMICAS E ELÉTRICAS DE UM MÓDULO FOTOVOLTAICO ACOPLADO A UM COLETOR SOLAR DE PLACA PLANA	
Maxwell Sousa Costa Anderson da Silva Rocha Lucas Paglioni Pataro Faria	
DOI 10.22533/at.ed.29019250622	
CAPÍTULO 23	252
ESTUDO DO POTENCIAL EÓLICO NAS REGIÕES NOROESTE E SUL DO ESTADO DO CEARÁ NO PERÍODO DE 2013 À 2016	
Amanda Souza da Silva Rejane Félix Pereira Umberto Sampaio Madeiro Junior Guilherme Geremias Prata Ivandro de Jesus Moreno de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.29019250623	
CAPÍTULO 24	258
INVESTIGAÇÃO SOBRE A IMPORTÂNCIA E UTILIZAÇÃO DE PAPEL RECICLADO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR EM MINAS GERAIS	
Nandeyara de Oliveira Costa Millena Gabriela Gualberto de Souza Glaucio Luciano de Araújo Marcela Moreira Couto	
DOI 10.22533/at.ed.29019250624	
CAPÍTULO 25	270
UTILIZAÇÃO DA CINZA RESULTANTE DA INCINERAÇÃO DOS RESÍDUOS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PAPEL	
Olaf Graupmann Susan Hatschbach Graupmann	
DOI 10.22533/at.ed.29019250625	
CAPÍTULO 26	273
PRODUÇÃO DE LUMINÁRIAS A PARTIR DE RESÍDUOS DE MADEIRA	
Ana Luiza Enders Nunes Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.29019250626	

CAPÍTULO 27	279
REAPROVEITAMENTO DE MATERIAL FRESADO EM CAMADAS DE BASE DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS FLEXÍVEIS	
<p>Marcos Túlio Fernandes Jouséberon Miguel da Silva Henrique Lopes Jardim Alaor Afonso Ramos Soares Glaucimar Lima Dutra</p>	
DOI 10.22533/at.ed.29019250627	
CAPÍTULO 28	289
NOVA PROPOSTA DE ANTENA TÊXTIL COM SUBSTRATO BIODEGRADÁVEL PARA COMUNICAÇÕES SEM FIO	
<p>Matheus Emanuel Tavares Sousa Humberto Dionísio de Andrade Samanta Mesquita de Holanda Idalmir de Souza Queiroz Júnior</p>	
DOI 10.22533/at.ed.29019250628	
CAPÍTULO 29	296
RISCOS DE INCÊNDIO ASSOCIADOS AO USO DE LÍQUIDOS IÔNICOS EM DIFERENTES PROCESSOS	
<p>Milson dos Santos Barbosa Isabela Nascimento Souza Juliana Lisboa Santana Isabelle Maria Duarte Gonzaga Lays Carvalho de Almeida Aline Resende Dória Luma Mirely Souza Brandão Débora da Silva Vilar Priscilla Sayonara de Sousa Brandão</p>	
DOI 10.22533/at.ed.29019250629	
CAPÍTULO 30	307
CENÁRIO DAS PESQUISAS SOBRE IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DE IMPLANTAÇÃO OU DUPLICAÇÃO DE RODOVIAS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA	
<p>Zeferino José Alencar Bezerra Emerson Acácio Feitosa Santos João Gomes da Costa Thiago José Matos Rocha Aldenir Feitosa dos Santos Jessé Marques da Silva Júnior Pavão</p>	
DOI 10.22533/at.ed.29019250630	
CAPÍTULO 31	323
A MECÂNICA DOS AGENTES IMPONDERÁVEIS: UMA PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO PARA AS DISCIPLINAS DE QUÍMICA E MECÂNICA NO ENSINO TÉCNICO	
<p>Maria Lia Scalli Fonseca Felipe de Lucas Barbosa José Otavio Baldinato</p>	
DOI 10.22533/at.ed.29019250631	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	341

CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO E REVISÃO DAS TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DA ÁGUA PRODUZIDA NOS CAMPOS MADUROS DA BACIA DO RECÔNCAVO

Thaís Freitas Barbosa

Engenheira de Petróleo – Universidade Salvador
Salvador – BA

Victor Menezes Vieira

Doutor e Mestre em Geologia Ambiental,
Recursos Hídricos e Hidrogeologia - Universidade
Federal da Bahia
Salvador - BA

RESUMO: Na produção de hidrocarbonetos é comum obter uma quantidade significativa de água produzida (AP). O volume dessa água pode superar em dez vezes o volume de óleo produzido. Isto gera uma preocupação, pois a AP apresenta elementos agressivos ao meio ambiente na sua composição. Por isso, ao separá-la do óleo, é preciso encaminhá-la para um tratamento adequado, visando o reaproveitamento ou descarte. Uma das formas de reaproveitamento mais utilizada é a injeção dessa água nos reservatórios de petróleo, com a finalidade de aumentar a produção, técnica conhecida como recuperação secundária. A reinjeção de água é um processo muito utilizado nos poços maduros, como os encontrados na Bacia do Recôncavo, área de estudo deste artigo. Assim, o presente artigo visa apresentar os volumes atualizados de produção de água nesta Bacia, além de descrever os principais destinos da AP.

PALAVRAS-CHAVE: Água produzida; Campos Maduros; Indústria de Petróleo e Gás.

ABSTRACT: In the production of hydrocarbons it is usual to obtain a significant amount of produced water (PW). The volume of this water can overcome in ten times the volume of oil. It causes worries because the PW presents in your composition aggressive elements to the environment. Therefore, when separating it from the oil, it is necessary to reroute it to a suitable treatment, aiming at reuse or disposal. One of the most used ways of reuse is reinject this water in the oil well with the purpose of increase the production, technique known as secondary recuperation. Reinjection of water is a process very used in mature wells, as the ones found in the Recôncavo Basin, the focal area of this article. Thus, this article aims to present the updated volumes of water production in this Basin, in addition to describing the main destinations of the PW.

KEYWORDS: Produced Water; Mature fields; Oil and Gas Industry.

1 | INTRODUÇÃO

O petróleo é a mais importante fonte de energia da atualidade, já que ele é utilizado em diversas áreas como: combustíveis automotivos, matéria prima na fabricação de

plásticos, tintas, borrachas, entre outros produtos e também em usinas termoelétricas. Trata-se de um hidrocarboneto, altamente inflamável, de coloração negra ou castanha clara, sendo a teoria mais aceita para sua formação é a orgânica, na qual vidas de animais e vegetais foram soterradas a centenas de metros de profundidade sob a ação de pressão e temperatura com tempo em escala geológica que converteu o querogênio em hidrocarbonetos (THOMAS, 2004).

O petróleo ou ouro negro, como também é conhecido, é formado nas rochas geradoras e tende a migrar para a superfície, se o óleo encontrar no caminho uma rocha capeadora que impeça sua migração e uma estrutura porosa e permeável que faça seu confinamento, acaba se formando um reservatório de petróleo, no qual os fluidos irão se organizar de acordo com suas densidades (THOMAS, 2004).

Um reservatório pode se apresentar totalmente líquido, totalmente gasoso ou ainda com uma parte líquida e outra parte gasosa dependendo da composição e das condições de pressão e temperatura. A classificação dessas acumulações de petróleo se baseia principalmente no tipo de fluido que é produzido na superfície. O esquema do reservatório mais comum terá a água embaixo, devido a sua densidade ser maior, posteriormente o óleo e o gás respectivamente (ROSA, 2011).

Após a descoberta do reservatório, onde está localizado o petróleo, ocorre a perfuração, a completação, para depois vir a produzir. No início da vida produtiva, normalmente os fluidos nele contidos chegam até a superfície devido à energia do reservatório, produzindo por elevação natural. Mas com o passar do tempo e o aumento da produção, a pressão da rocha porosa declina, sendo a mesma insuficiente para deslocar os fluidos até a superfície precisando de uma elevação artificial. Um dos métodos utilizados para ajudar levar os hidrocarbonetos até a superfície é a injeção de água produzida no poço (LEONEZ, 2011).

Segundo Carvalho (2011), a água produzida de petróleo, ou também chamada de AP, são águas carregadas junto com o óleo e ou gás, durante a produção de petróleo, seja ela proveniente da formação geologia ou decorrente de água de injeção ou a mistura de ambas. Este volume de água produzida é crescente com o tempo, podendo chegar a dez vezes o volume de óleo produzido. As plataformas produtoras de gás tendem a produzir um volume menor de água produzida.

A água produzida possui um grande potencial para afetar todos os ecossistemas e até mesmo os seres vivos, devido à alta salinidade e por apresentar na sua composição compostos orgânicos dissolvidos e dispersos, traços de metais e radionuclídeos, sais dissolvidos, aditivos químicos e sólidos em suspensão. A sua característica depende da formação geológica, do tempo de produção do poço e do tipo do hidrocarboneto explorado (CARVALHO, 2011).

Devido alto índice de degradação da fauna e flora, além de prejudicar operações na indústria petroleira é necessário realizar um tratamento adequando podendo ser por eletroflotação, processo Fenton, entre outros, após terminar as etapas de separação a água poderá ser reutilizada ou descartada. Sendo a forma mais comum

a utilização de AP para injetar em campos maduros aumentando a pressão dos poços e conseqüentemente ajudando na produção de hidrocarbonetos. Essa técnica é empregada nos campos Bacia do Recôncavo, que é um exemplo de campos maduros, devido a sua produção ter sido iniciada na década de 70.

O objetivo da Política Energética Nacional é proteger o meio ambiente e garantir a conservação de energia e cabe aos concessionários adotar medidas necessárias para preservação dos reservatórios e outros recursos naturais, além da proteção do ecossistema. Por tanto, toda água produzida dos poços de petróleo é necessário passar por tratamentos adequados e rigorosos antes de reutilizá-la ou descartá-la (GOMES, 2014).

A metodologia utilizada para realizar o trabalho foi uma revisão bibliográfica, na qual as características, tratamentos, arcabouço regulatório e os tipos de destinos da AP encontraram-se em teses, mestrados, doutorados e livros, já a parte dos dados da Bacia do Recôncavo foi feita um filtro da produção dos meses de janeiro e fevereiro do ano de 2017 e 2018 para realizar uma comparação entre os anos no banco de dados da ANP.

O presente trabalho tem como objetivo geral realizar um estudo sobre a água produzida junto com o petróleo, descrevendo suas características e as formas de reutilizar e descartá-la. Pode-se descrever como objetivos específicos: a) descrever o alto potencial da água produzida em afetar todos os ecossistemas e os seres humanos; b) relacionar a importância das empresas em fazer o gerenciamento adequado da AP; c) ilustrar os métodos convencionais e não convencionais de tratamento; d) discutir a quantidade de AP na Bacia do Recôncavo e os seus principais destinos.

2 | ÁGUA PRODUZIDA

O petróleo, após o processo de geração, é acumulado em rochas reservatório e selado por algum tipo de armadilha geológica. Um típico reservatório de hidrocarbonetos, geralmente apresenta vazão de produção de óleo, gás e água, fluidos presentes na formação geológica. Ao chegar à superfície, esses fluidos são separados. O petróleo e o gás natural são os produtos de interesse e a água é considerada um resíduo do processo. Essa água recebe a denominação de água produzida ou água de produção e são originadas a partir das águas conatas ou intersticiais (presente nos poros e fissuras das rochas), águas oceânicas, águas oceânicas evaporadas, águas meteóricas (subterrânea, proveniente da precipitação e atmosfera), águas subterrâneas evaporadas ou ainda águas magmáticas (libertada das emissões de lava ou manifestações vulcânicas) (THOMAS, 2004).

A AP ocorre tanto nos campos convencionais de óleo e gás quanto nos campos de exploração não convencionais como de xisto betuminoso, areias betuminosas e gás metano das camadas de carvão. Nas explorações convencionais, a geração

dessa água pode atingir um volume superior ao volume de material fóssil produzido, representando o maior rejeito da indústria petrolífera e uma das maiores fontes de contaminantes para o oceano, juntamente com os cascalhos da fase de perfuração (GOMES, 2014).

No Brasil, segundo informações da Base de Dados da ANP (2016), as operações de produção *offshore* e *onshore* no ano de 2016 registraram a geração de cerca de 95 milhões de m³ de água produzida, para uma produção de 107 milhões de m³ de petróleo, resultando em uma razão água: óleo de 0,89:1.

A composição da AP trata-se de uma mistura de compostos químicos orgânicos e inorgânicos naturalmente ocorrentes que foram dissolvidos ou dispersados na forma de particulados das formações geológicas e rotas de migração onde esse efluente esteve represado por milhares de anos. Suas propriedades físicas e químicas variaram, de acordo com a idade geológica, profundidade, características geoquímicas, localização da formação rochosa, composição química das fases de óleo e gás no reservatório e processos adicionados durante a produção (GOMES, 2014).

Esta água apresenta um alto grau de salinidade, além de conter partículas de óleo em suspensão, compostos orgânicos incluindo hidrocarbonetos dissolvidos, ácidos, fenóis, sólidos suspensos, produtos químicos que foram inseridos nos processos de produção como desemulsificantes e anti-espumas. Ainda estão presentes na composição da AP sais solúveis, carbonatos, sulfatos, cloretos de sódio, potássio, cálcio e magnésio, o que favorece a corrosão (FIGUEREDO, 2010).

Água produzida pode gerar problemas tanto ao meio ambiente quanto à operação de um campo. De forma resumida, é possível afirmar que o potencial de geração de impactos da água produzida está diretamente relacionado à sua composição, não abandonando os problemas relacionados aos elevados volumes produzidos e às questões regulatórias. Pode-se citar como danos ao meio a salinização de solos, das águas superficiais e das águas subterrâneas e a mortandade da fauna e flora terrestre e aquática e, em relação a impactos operacionais, pode-se mencionar geração de depósitos, corrosão e incrustações em equipamentos e instalações e diminuição da permeabilidade do reservatório (Tamponamento) (VIEIRA, 2016).

3 | ARCABOUÇO REGULATÓRIO

A água produzida junto com o petróleo apresenta um alto potencial de degradação do ecossistema, como foi apresentado anteriormente. Por conta desse aspecto é de extrema importância o cumprimento das leis vigentes para a retirada, tratamento e o destino da AP. A regulação específica sobre a água produzida nos poços de petróleo no Brasil é elaborada pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), a Agência Nacional de Petróleo (ANP) e a Lei do Petróleo (Lei de nº 9.478 de 06 de agosto de 1997). As normas, as resoluções e as portarias demonstram interesse no

desenvolvimento sustentável, na produção, nas características, nas movimentações e também na destinação final da AP (SANTANA, 2016).

Segundo Santana (2016), uma importante Portaria a respeito desse assunto é a ANP/INMETRO nº 1 de 19 de junho de 2000 (substituída pela Resolução Conjunta ANP/INMETRO nº 1 de 17 de junho de 2013), que aprova o regulamento técnico de medição de petróleo e gás natural e também determina a necessidade de projeto, instalação, operação, teste e manutenção de sistemas de medição volumétrica de água para controle operacional dos volumes produzidos, captados, transferidos, injetados e descartados.

Outra resolução que aborda esse assunto é a ANP de nº 46 de 24 de dezembro de 2009 (revogada pela Resolução ANP de nº 17 de 20 de março de 2015) a qual complementa as informações quanto à água produzida pelos operadores de campos de petróleo e gás natural. Essa Resolução aprova o Regulamento Técnico do Plano de Desenvolvimento de Campos de Grande Produção, o Regulamento Técnico da Revisão do Plano de Desenvolvimento de Campos de Grande Produção e o Regulamento Técnico do Plano de Desenvolvimento de Campos de Pequena Produção (VIEIRA, 2016).

Nos regulamentos citados são solicitadas informações aos operadores, como descrever todo o processo de injeção de água (quando esse for o mecanismo de recuperação escolhido), identificar poços injetores já perfurados e os previstos, apresentar os resultados de estudos de compatibilidade de água de injeção e da formação e tratamento a ser empregado, apresentar as previsões de Produção e injeção de água em todo o Campo, incluindo as curvas de vazões de Produção contra o tempo, curvas de Produção acumulada contra o tempo, curvas de vazões de injeção contra o tempo e curvas de injeção acumulada contra o tempo, entre outras atividades (VIEIRA, 2016).

Pode-se citar como outra importante resolução a CONAMA nº 396 / 2008 a qual dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas, prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas. Uma das alternativas de descarte da água produzida é injeção em aquíferos de água salgada, sendo necessário o controle e o tratamento adequado dessa operação (ANA, 2018).

4 | TRATAMENTO DA ÁGUA PRODUZIDA

O tratamento da água produzida é uma das atividades exigidas pela ANP, devido ao alto grau de dificuldade da separação da água junto com óleo e os sólidos, as empresas procuram desenvolver novas tecnologias para melhorar a eficiência dos tratamentos e também diminuir os custos. O tipo de processo a ser adotado para o tratamento da AP depende dos compostos que se deseja remover. Os compostos a serem removidos, por sua vez, dependem do destino final a ser adotado para a AP tratada, que pode ser descarte, injeção ou reuso, os quais serão explicados

posteriormente (MOTTA e cols., 2013).

O petróleo e a água são praticamente imiscíveis em condições normais, porém, em decorrência das condições existentes durante a formação e migração do petróleo e, em virtude do longo tempo de confinamento e de parcelas de hidrocarbonetos, podem se solubilizar na água. Durante as operações de produção, por causa da agitação, formam-se emulsões, gotículas dispersas de um líquido dentro de outro. Essas emulsões podem dificultar o processo de separação (FIGUEREDO, 2010).

Existem diversos métodos para separar óleo/água/sólido e a escolha do processo adequado depende das características do efluente, tipo o tamanho das gotas de óleo dispersas, o teor de sólidos suspensos e a concentração do óleo. De acordo com Gomes (2009), os tratamentos convencionais são os hidrociclones e a flotação, os quais separam óleo e água. A flotação procura separar resíduo de óleo através de separação gravitacional, quando o óleo encontrar-se livre e disperso da água. Já os hidrociclones aceleram o processo através da força centrífuga, quando o óleo for emulsionado.

Os processos de flotação e hidrociclones apresentam algumas desvantagens, como o elevado tempo de residência requerido, a utilização de produtos químicos especiais e caros, a geração de resíduos sólidos e baixas eficiências, principalmente no caso de gotas com diâmetros na faixa de micrometros ou submicrometros. O problema é ainda mais agravado quando estão presentes agentes tensoativos, muito comuns em emulsões O/A da AP (MOTTA e cols., 2013).

Conforme Gomes (2009), também existem os tratamentos não convencionais, entre eles estão a eletroflotação e o processo Fenton. As unidades de eletroflotação são pequenas e compactas e requerem pouca manutenção e custos operacionais menores que outras unidades de flotação. Nessas unidades ocorre um processo considerado simples que flota poluentes para a superfície da água, através de minúsculas bolhas de gases hidrogênio e oxigênio ou cloro, gerados por eletrólise da água, na base de um reator eletroquímico. É uma tecnologia que remove partículas coloidais, óleos, graxas e poluentes orgânicos e utiliza eletrodos fabricados com materiais que não apresentam geração de resíduos.

Algumas das características da eletroflotação são bolhas de gás dispersas extremamente pequenas, o que aumenta a área superficial de contato entre gotas de óleo e bolhas de gás; com a variação da densidade de corrente é possível criar qualquer concentração de bolhas de gás no meio de flotação, isto aumenta as probabilidades de colisões entre gotas de óleo e bolhas de gás; seleção de um eletrodo de superfície adequada e condições da solução, assim, obtendo ótimos resultados de separação (GOMES, 2009).

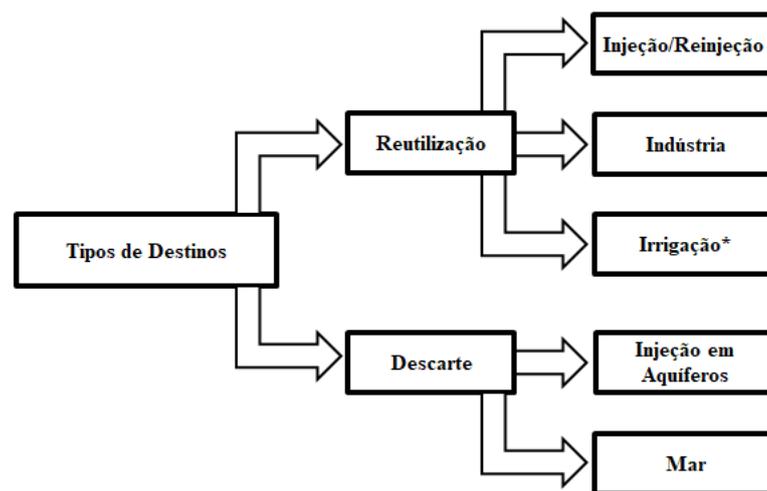
Ainda citando Gomes (2009), a tecnologia de eletroflotação é afetada pelo tamanho das partículas e também pelo tamanho das bolhas de gases hidrogênio e oxigênio gerados na superfície dos eletrodos, os fatores que influenciam o tamanho das bolhas são densidade de corrente, temperatura e curvatura da superfície do

eletrodo, material do eletrodo e pH do meio.

O processo Fenton é um exemplo de processos oxidativos avançados, ele consiste em reações simultâneas provocadas pela oxidação dos compostos orgânicos, utilizando como reagentes o peróxido de hidrogênio e íons de Fe^{+2} como catalisador. Algumas de suas vantagens é o baixo custo, a simplicidade do processo, a boa reatividade com compostos orgânicos e por não produzir compostos tóxicos durante a oxidação dos efluentes, sendo a principal vantagem é a completa oxidação de contaminantes a compostos simples, como por exemplo, CO_2 , água e sais inorgânicos (COELHO, 2010).

5 | DESTINOS DA ÁGUA PRODUZIDA

Após realizar o tratamento da água produzida e certificar que está adequadamente dentro dos padrões, agora pode ser descartada ou reutilizada. Algumas opções são:



*Apesar da irrigação ser uma das opções de destino listadas, não é convencional devido ao elevado custo para a dessalinização e as altas concentrações de sais na AP.

Figura 1 - Destinações da água produzida em campos de petróleo e gás natural (AUTORIA PRÓPRIA, 2018).

A AP pode ser utilizada na indústria, como nas etapas de exploração e produção de petróleo em métodos de perfuração, para preparação do fluido de perfuração, no fraturamento hidráulico, para fraturar a rocha reservatório, aumentar a permeabilidade e a produção de petróleo desse fluido. A água produzida também pode ser usada para irrigar pastos e encher represas, sendo fonte de água para animais e criação de peixes e aves em regiões áridas e semiáridas (MOTTA e cols., 2013).

Um dos mais eficazes destinos para a AP é a injeção em campos maduros, pois deixa de contaminar diretamente o ecossistema e tende a aumentar a pressão

dos reservatórios consequentemente auxiliando na produção de óleo, além da compatibilidade química com água de formação, desde que seja do mesmo reservatório; menores custos após a implantação da planta de reinjeção, economia de espaço e peso devido à otimização das plantas de tratamento de água. O risco ambiental preocupante, com essas manobras, é a contaminação de aquíferos, porém, mediante a utilização correta de revestimentos para os poços injetores, minimiza-se a possibilidade de contaminação (VIEIRA, 2016).

No caso de injeção, normalmente o índice aceito de óleo e graxas (TOG) presente na água é muito baixo, inferior a 5 ppm, pois a presença de óleo pode bloquear os espaços porosos da rocha, especialmente os de baixa permeabilidade. Geralmente as Unidades adotam esse valor independentemente da natureza do óleo em questão e da permeabilidade do intervalo receptor. Portanto, em reservatórios de alta permeabilidade esse valor para o índice pode ser bem mais elevado e quanto maior a permeabilidade e menor a polaridade menos severidade deve ser exigido à quantidade de óleo presente na água a injetar (FERREIRA, 2016).

Outra opção de destino é a injeção da AP em reservatórios subterrâneos de água e reservatórios não produtores de petróleo. No Brasil, uma das condições para esse descarte é que seja realizado em “águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que possam estar com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, destinadas a atividades que não têm requisitos de qualidade para uso” para atender a Resolução CONAMA nº 396 / 2008 (FERREIRA, 2016).

6 | DESTINOS DA ÁGUA PRODUZIDA NA BACIA DO RECÔNCAVO

O Brasil detém algumas bacias sedimentares terrestres que já se encontram em fase de declínio de produção, atingiram o estado de maturidade, são eles a Bacia do Recôncavo, Potiguar, Espírito Santo, Sergipe–Alagoas. Segundo o boletim mensal da produção de petróleo e gás natural da ANP (2018), os campos marginais presentes em todo território brasileiro foram responsáveis pela produção de sendo 16 Mm³/d (milhares de metros cúbicos por dia) de petróleo e 3,9 MMm³/d (milhões de metros cúbicos por dia) de gás natural no mês de janeiro, podendo ressaltar duas participações baianas importantes nesta produção, como o Campo de Morro do Barro e o Campo de Bom Lugar.

A Bacia do Recôncavo localiza-se na parte Leste do Estado da Bahia, Região Nordeste do Brasil, com uma área de aproximadamente 11.000 km² e exibe uma orientação geral que segue o trend NE-SW. Limita-se a norte e noroeste com a Bacia de Tucano, pelo Alto de Aporá; ao sul com a Bacia de Camamu, pelo sistema de falhas da Barra; a leste, pelo sistema de falhas de Salvador; e a oeste pela Falha de Maragogipe. Essa bacia foi à primeira bacia sedimentar brasileira a se descobrir petróleo, podendo ser explorada comercialmente, iniciou a exploração em campos

onshore e na década de 70 começou-se a produção *offshore*, em profundidades inferiores a 200 metros. Seus principais campos são Candeias, Taquipe, Araçás, Água Grande, Miranga, Sesmaria e Fazenda do Imbé (NOVAES, 2010).

Em maio de 2017 a Bacia do Recôncavo apresenta 65 campos de óleo e 16 campos de gás natural produzindo. Segundo dados da ANP (2017), ao longo da vida produtiva da bacia acumularam-se os montantes de produção de aproximadamente 254 milhões de m³ de óleo e 73,2 bilhões de m³ de gás. As reservas provadas são de 29 milhões de m³ de óleo e 5,5 bilhões de m³ de gás natural (dados de dezembro de 2016).

Segundo a Consulta de exploração de produção no site da ANP (2017) nos dois primeiros meses de 2017 com 81 campos produzindo e oito campos parados, somou-se uma produção de 314.975 m³ de óleo, 138.549 Mm³ de gás e 4.601.712 m³ de água, pode-se observar que o valor da água produzida é 14 vezes maior que o valor de óleo. Deste total, a maioria dos campos da Bacia do Recôncavo injeta a água produzida para recuperação secundária. O restante gerencia de maneira diferente, conforme abaixo:

Tipos	Campo	Volume (m ³)
AP descartada	Tiê	6
AP descartada	Bom Lugar	165
AP injetada para descarte	Fazenda Bálsamo	18.565
AP injetada para descarte	Araçás	3016
AP injetada para descarte	Santana	664

Tabela1 – Destino da AP em alguns campos da Bacia do Recôncavo (Adaptado de ANP, 2017).

A água injetada com o objetivo de recuperação secundária é superior à quantia produzida pelos poços da bacia, sendo este valor 5.316.573 m³, mostrando que a bacia do Recôncavo recebe água de outras bacias para conseguir aumentar a produção de hidrocarbonetos (ANP, 2018).

Segundo dados da ANP (2018), no ano de 2018, no mesmo período citado do ano anterior e os mesmos campos produzindo obteve uma produção de 288.123 m³ de óleo, 127.286 Mm³ de gás e 4.962.077 m³ de água, comparando com os dados de 2017 a quantidade de hidrocarbonetos diminuiu e a de água aumentou, pode inferir que isso é comum em campos maduros como no exemplo citado da Bacia do Recôncavo. De um ano para o outro, a relação do Volume de água x Volume de óleo produzidos passou de 14 para 17 vezes maior. A quantidade de água injetada nos poços para recuperar o petróleo, no ano de 2018, foi de 5.488.111 m³, superior ao ano antecessor, e 37.689 m³ foi injetada sem interesse na recuperação secundária pelos mesmos campos do ano de 2017, logo não houve descarte em aquíferos ou no mar.

O Campo de Buracica é considerado produtor de óleo, pois a quantidade de petróleo é muito superior à do gás. Mesmo com uma quantidade elevada de água

produzida (maior volume comparando aos outros campos da Bacia do Recôncavo), ainda não é suficiente, sendo necessário receber de outro campo para intejar com o objetivo de aumentar a pressão dos poços. Nesse exemplo, nenhum volume de água foi descartado tanto em subsuperfície quanto em superfície (ANP, 2018).

Ponto de Operação	Produção de Petróleo (m ³)	Produção de Gás (Mm ³)	Produção de Água (m ³)	Água Injetada Rec. Secundária (m ³)	Água Injetada Descarte (m ³)	Água Descartada em Superfície (m ³)
2017.1	16877	101	700960	723687	0	0
2017.2	15703	94	631186	673997	0	0
2018.1	13688	82	665466	708218	0	0
2018.2	15347	92	771792	817764	0	0

Tabela 2 – Água produzida no campo de Buracica na Bacia do Recôncavo (Adaptado de ANP, 2018).

O Campo de Miranga é o maior produtor de gás na Bacia do Recôncavo, esse campo também é um receptor de AP e utiliza o método de injeção de água como recuperação secundária para ajudar elevar esse hidrocarboneto até a superfície. Comparando com um campo produtor de óleo, o volume de AP é muito inferior nos campos de gás. Neste campo, nenhum volume de água foi descartado, nos períodos analisados, sendo todo o montante utilizado para aumentar a pressão dos reservatórios (ANP, 2018).

Ponto de Operação	Produção de Petróleo (m ³)	Produção de Gás (Mm ³)	Produção de Água (m ³)	Água Injetada Rec. Secundária (m ³)	Água Injetada Descarte (m ³)	Água Descartada em Superfície (m ³)
2017.1	7359	17117	117506	176161	0	0
2017.2	6508	15942	112146	157973	0	0
2018.1	5650	12105	107978	190909	0	0
2018.2	4841	10916	81765	114814	0	0

Tabela 3 – Água produzida no campo de Miranga na Bacia do Recôncavo (ANP, 2018).

7 | CONCLUSÃO

Este trabalho permitiu avaliar uma das alternativas para diminuir a poluição causada pela indústria do petróleo, utilizando-se a água produzida para reinjeção nos poços, com a finalidade do processo de recuperação secundária em campos maduros, como por exemplo, o campo de Cassarongongo, onde toda AP é tratada na estação do próprio campo e posteriormente é reinjetada nos poços.

O gerenciamento da água tem sua importância evidenciada, principalmente,

no potencial de impactos adversos ao meio ambiente e às operações. Os custos envolvidos nesse conjunto de técnicas, tecnologias e/ou operações são elevados, porém necessários para a indústria do petróleo e para a minimização dos impactos adversos ao meio ambiente.

A legislação brasileira prevê o controle da poluição da água estabelecendo os limites de elementos contaminantes no efluente, classificando os corpos hídricos pela sua qualidade e utilização. Um dos principais destinos para água produzida nos poços *onshore*, levando em consideração a viabilidade econômica e financeira e conhecimentos ambientais, é a sua reinjeção como forma de reaproveitamento.

A Bacia do Recôncavo utiliza a técnica de injeção de água como método de recuperação secundária, sobretudo por se tratar de uma bacia madura. Foi possível observar que mesmo o volume de AP em alguns campos sendo elevado, ainda não tem sido suficiente, precisando receber mais volume de outros campos. Isso se explica, não somente pelo volume necessário, mas também pelos possíveis desafios de infraestrutura. Geralmente as empresas transferem a água produzida de um campo para outro, como forma de otimizar as Estações de Tratamento e de Injeção.

A Agência Nacional do Petróleo obriga todas as empresas a repassar os dados sobre a água produzida, incluindo volume de produção, injeção e descarte, transferência para outro campo ou poço, além dos tratamentos empregados. Porém a ANP não disponibiliza da forma clara todos os dados que são emitidos pelas empresas no cumprimento da Resolução ANP de nº 17 de 20 de março de 2015, o que dificultou na análise dos dados.

A busca por soluções para alguns desses desafios é constante, o que inclui a resolução de problemas nas etapas do processo de gerenciamento da água, ou pela própria regulação, a exemplo da criação de novas tecnologias para o tratamento da água. Dentre os principais fatores que impulsionam o desenvolvimento de novas tecnologias estão: a redução de custos, o aperfeiçoamento de processos, a otimização de resultados e, principalmente, o atendimento a novas regras (leis, regulamentação, certificação, normatização, etc.), as quais são cada vez mais restritivas.

REFERÊNCIAS

ANA, Agência Nacional de Águas (2016). **RESOLUÇÃO CONAMA no 396, de 3 de abril de 2008**. Em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/>. Disponível em < <http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20n%C2%BA%20396.pdf>>. Acesso em 10 de maio de 2018 às 13h45.

ANP, Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (2016). **Boletim mensal da produção de petróleo e gás natural**. Em: www.anp.gov.br. Disponível em < <http://anp.gov.br/?pg=80227&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&1460917374140>>. Acesso em 10 de abril de 2018 às 11h45.

ANP, Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (2017). **Bacia do Recôncavo**. Em: www.anp.gov.br. Disponível em < http://rodadas.anp.gov.br/arquivos/Round14/Mapas/sumarios/Sumario_Geologico_R14_Reconcavo.pdf>. Acesso em 20 de maio de 2018 às 15h05.

ANP (2018), Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível. **Boletim mensal da produção de petróleo e gás natural**. Em: www.anp.gov.br/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/gestao-de-contratos-de-e-p/dados-de-e-p. Acesso em 10 de maio de 2018 às 11h00.

ANP (2018), Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível. **Consulta de exploração de produção**. Em: www.anp.gov.br/images/publicacoes/boletins-anp/Boletim_Mensal-Producao_Petroleo_Gas_Natural/Boletim-Producao_janeiro-2018.pdf. Acesso em 15 de maio de 2018 às 10h00.

CARVALHO, A. D. **Tratamento das águas ácidas de refinaria de petróleo pelos processos fenton e foto-fenton**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2004. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <http://portal.peq.coppe.ufrj.br/index.php/producao-academica/teses-de-doutorado/2004/260-tratamento-das-aguas-acidas-de-refinaria-de-petroleo-pelos-processos-fenton-e-foto-fenton/file>. Acesso em 15 de março de 2018 às 16h20.

COELHO, K. S. L. **Estudo da água produzida em diferentes zonas de produção de petróleo, utilizando a hidroquímica e a análise estatística de parâmetros químicos**. Programa de Pós-Graduação em Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2010. Dissertação de Mestrado. Disponível em http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/bitstream/123456789/17620/1/KyteriaSLF_DISSERT.pdf. Acesso em 18 de março de 2018 às 17h08.

FERREIRA B. H. **Estudo dos processos de tratamento de água produzida de petróleo**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2016. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/12/Estudo-dos-processos-de-tratamento-de-%C3%A1gua-produzida-de-petr%C3%B3leo.pdf>. Acesso em 15 de maio de 2018 às 16h03.

FIGUEREDO, K. S. L. **Estudo da água produzida em diferentes zonas de produção de petróleo, utilizando a hidroquímica e a análise estatística de parâmetros químicos**. Programa de Pós-Graduação em Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2010. Dissertação de Mestrado. Disponível em http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/bitstream/123456789/17620/1/KyteriaSLF_DISSERT.pdf. Acesso em 18 de março de 2018 às 17h08.

GOMES A. P. P. **Gestão ambiental da água produzida na indústria de petróleo: melhores práticas e experiências internacionais**. Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético. Rio de Janeiro. 2014. Dissertação de Mestrado. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/gomes_ana.pdf. Acesso em 19 de março de 2018 às 07h20.

GOMES E. A. **Tratamento combinado da água produzida de petróleo por eletroflotação e processo fenton. Universidade Tiradentes. Aracaju**. Programa de pós-graduação em engenharia de processos. 2009. Disponível em: <http://ppg.unit.br/pep/wp-content/uploads/sites/4/2016/04/TRATAMENTO-COMBINADO-DA-%C3%81GUA-PRODUZIDA-DE-PETR%C3%93LEO-POR-ELETROFLOTA%C3%87%C3%83O-E-PROCESSOS-FENTON.pdf>. Acesso em 27 de março de 2018 às 10h46.

LEONEZ R. C. L. **Métodos de elevação utilizados na engenharia de petróleo – uma revisão de literatura. Universidade Federal Rural do Semiárido**. Angicos. 2011. Monografia. Disponível em: http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/232/ronnifran_trabalhofinal_rev_mvsn4-ELEVA%C3%87%C3%83O.pdf. Acesso em 27 de fevereiro de 2018 às 14h58.

MOTTA, A. R. P. e cols. **Tratamento de água produzida de petróleo para remoção de óleo por processos de separação por membranas: revisão**. Salvador. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v18n1/a03v18n1>. Acesso em 02 de abril de 2018 às 14h32.

NOVAES, R. C. S. **Campos Maduros e áreas de acumulações marginais de petróleo e gás natural: Uma análise da atividade econômica no recôncavo baiano**. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2010. Dissertação de Mestrado. Disponível em <http://www.iee.usp.br/producao/2010/Teses/RCnovaes-dissert-rev93%20Final.pdf>. Acesso em 20 de março de 2018 às 14h32.

ROSA, A. J.; CARVALHO, R. de S.; XAVIER J. A. D. **Engenharia de reservatórios de petróleo**. Interciência, 2011. 808 p.

SANTANA, J. P. T. N. S. **O desafio contemporâneo da gestão de água na indústria: Um estudo de caso sobre o tratamento de água de produção na indústria petrolífera**. Niterói. 2016. Disponível em: <<http://www.repositorio.uff.br/jspui/bitstream/1/2134/1/TCC-%20Juliana%20Targueta%20e%20Naienne%20Santana.pdf>>. Acesso em 03 de março de 2018 às 11h18.

SENNA, B. D. **Estudo de viabilidade econômica em campos maduros**. Ciência e Engenharia de Petróleo. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2011. Dissertação de Mestrado. Disponível em < http://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/12945/1/BrennyDS_DISSERT.pdf>. Acesso em 18 de fevereiro de 2018 às 19h30.

THOMAS, José Eduardo (org.). **Fundamentos de engenharia de petróleo**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. 264 p.

VIEIRA V.M. **Modelo de avaliação do gerenciamento da água produzida em operações de produção de petróleo e gás natural em bacias terrestres brasileiras**. Universidade Federal da Bahia. Salvador. 2016. Disponível em: <[file:///C:/Users/Samsung/Desktop/Tese%20-%20Victor%20Menezes%20Vieira%20\(pos-defesa\)%20FINAL.pdf](file:///C:/Users/Samsung/Desktop/Tese%20-%20Victor%20Menezes%20Vieira%20(pos-defesa)%20FINAL.pdf)>. Acesso em 04 de março de 2018 às 20h03.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-429-0

