



# ENGENHARIA NA PRÁTICA:

IMPORTÂNCIA TEÓRICA E TECNOLÓGICA

FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO  
(ORGANIZADORA)

  
Atena  
Editora  
Ano 2020



# ENGENHARIA NA PRÁTICA:

IMPORTÂNCIA TEÓRICA E TECNOLÓGICA

FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO  
(ORGANIZADORA)

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecário**

Maurício Amormino Júnior

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

## **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## Engenharia na prática: importância teórica e tecnológica

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecário** Maurício Amormino Júnior  
**Diagramação:** Luiza Alves Batista  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadora:** Franciele Braga Machado Tullio

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharia na prática [recurso eletrônico] : importância  
teórica e tecnológica / Organizadora Franciele Braga  
Machado Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-308-8

DOI 10.22533/at.ed.088202408

1. Engenharia – Estudo e ensino. 2. Engenharia –  
Pesquisa – Brasil. 3. Prática de ensino. I. Tullio, Franciele  
Braga Machado.

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

### Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Engenharia na Prática: Importância Teórica e Tecnológica” contempla vinte e oito capítulos com pesquisas relacionadas a diversos temas da engenharia.

Os estudos refletem a teoria obtida em livros, normas, artigos na prática, verificando sua aplicabilidade.

O desenvolvimento de novos materiais e a utilização de novas tecnologias partem de estudos já realizados, o que garante desenvolvimento nas diversas áreas da engenharia, gerando novas alternativas.

O estudo sobre o comportamento de materiais permite o aperfeiçoamento de materiais já existentes e proporciona uma otimização na execução de novos projetos.

O uso de energia limpa também é um tema muito abordado, tendo em vista a necessidade de otimização de recursos naturais.

Esperamos que esta obra proporcione uma leitura agradável e contribua para a geração de novos estudos, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico.

Franciele Braga Machado Tullio

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **A CONTRIBUIÇÃO FÍSICA E MATEMÁTICA PARA O APERFEIÇOAMENTO DO TIRO COM ARCO**

Eduardo Franzoi  
Andrei Buse  
Mateus Filipi Moresco Jorge

**DOI 10.22533/at.ed.0882024081**

### **CAPÍTULO 2..... 14**

#### **A INFLUÊNCIA DO NIÓBIO NA MICROESTRUTURA E PROPRIEDADES MECÂNICAS DO ALUMÍNIO: UMA REVISÃO**

Márcio Valério Rodrigues de Mattos  
Gustavo Takehara Silva  
Vinicius Torres dos Santos  
Marcio Rodrigues da Silva  
Antonio Augusto Couto  
Givanildo Alves dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.0882024082**

### **CAPÍTULO 3..... 21**

#### **ANÁLISE CRÍTICA COMPARATIVA ENTRE A NORMA ISO 29110 E O MODELO MPS.BR NÍVEL G**

Nilson Salvetti  
André Rivas  
Ivanir Costa

**DOI 10.22533/at.ed.0882024083**

### **CAPÍTULO 4..... 33**

#### **ANÁLISE DA ADERÊNCIA AO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL: ABORDAGEM BASEADA EM REDES BAYESIANAS**

Danilo de Souza Novaes  
Roseno Nunes de Almeida Neto  
Silvana Rossy de Brito  
Aleksandra do Socorro da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.0882024084**

### **CAPÍTULO 5..... 46**

#### **ANÁLISE PARAMÉTRICA DA INJEÇÃO DE POLÍMEROS EM UM CAMPO DE PETRÓLEO DA BACIA POTIGUAR**

Beatriz Ferraz Martins  
Jardel Dantas da Cunha  
Andréa Francisca Fernandes Barbosa  
Ricardo Henrique Rocha de Carvalho  
Antonio Robson Gurgel

**DOI 10.22533/at.ed.0882024085**

<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>55</b>
BIOSORPTION OF OXYTETRACYCLINE FROM WATER USING MORINGA OLEÍFERA SHELLS	
Agustina De Olivera	
Ramiro Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0882024086</b>	
<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>64</b>
COLETA SELETIVA NO UNIFOA – IMPLANTAÇÃO DE PROCESSO PILOTO NO PRÉDIO 18: SENSIBILIZAÇÃO DA COMUNIDADE INTERNA SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS	
Pedro Saturno Braga	
Camila Duarte Silva	
Lucas Marques Correa Ignácio	
Sabrina de Jesus Oliveira Cozzolino	
Sabrina Pires Arantes	
Roberto Guião de Souza Lima Júnior	
Ana Carolina Callegario Pereira	
Denise Celeste Godoy de Andrade Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0882024087</b>	
<b>CAPÍTULO 8.....</b>	<b>74</b>
DESEMPENHO TÉRMICO DOS TELHADOS VERDES EM RELAÇÃO AOS TELHADOS CONVENCIONAIS	
Sergio Quezada García	
Marco Antonio Polo Labarrios	
Heriberto Sánchez Mora	
Manuela Azucena Escobedo Izquierdo	
Ricardo Isaac Cázares Ramírez	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0882024088</b>	
<b>CAPÍTULO 9.....</b>	<b>88</b>
DESENVOLVIMENTO DE UMA PRÓTESE AUTOMÁTICA POR COMANDO DE SINAL ELETROMIOGRAFICO	
Jefferson Rodrigo Moreira de Sousa	
Rafael Bastos Duarte	
André Luiz Patrício França	
Sara Carreiro Beloni	
José Wanderson Oliveira Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0882024089</b>	
<b>CAPÍTULO 10.....</b>	<b>99</b>
EFEITOS DA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA IONIZANTE EM EQUIPAMENTOS ODONTOLÓGICOS	
Alessandro Márcio Hakme Da Silva	
Marcelo Caetano Oliveira Alves	
Thiago Augusto Neiva Spironelli	
Eduardo Souza Sims	

Patrícia Garani Fernandes  
Fernanda Florian  
Fabiana Florian  
Marcello Cláudio de Gouvea Duarte  
**DOI 10.22533/at.ed.08820240810**

**CAPÍTULO 11.....113**

**ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS DO SINAL ATRIAL FIBRILATÓRIO NO ELETROCARDIOGRAMA**

Miriam Ferraz de Paulo  
Eduardo Guy Perpétuo Bock  
Dalmo Antonio Ribeiro Moreira

**DOI 10.22533/at.ed.08820240811**

**CAPÍTULO 12.....117**

**ESTUDIO DEL IMPACTO DE LA ADICIÓN DE GLICERINA COMO CO-SUSTRATO EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS**

María Isabel García Rodríguez  
Marcos Vinícius Konopka  
Matheus Vitor Diniz Gueri  
Andreia Cristina Furtado

**DOI 10.22533/at.ed.08820240812**

**CAPÍTULO 13..... 127**

**ESTUDO COMPARATIVO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E EXEGÉTICA DE UM PROCESSO SPRAY DRYER ALIMENTADO POR ENERGIA ELÉTRICA E GÁS NATURAL**

Antonio Rimaci Miguel Junior  
Valmir da Cruz de Souza  
Alex Alisson Bandeira Santos

**DOI 10.22533/at.ed.08820240813**

**CAPÍTULO 14..... 136**

**ESTUDO DE APLICAÇÃO DA TURBINA DE TESLA COMO MICROGERADOR**

Eloi Rufato Junior  
Alison Baena de Oliveira Monteiro  
Ricardo Ribeiro dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.08820240814**

**CAPÍTULO 15..... 158**

**ESTUDO DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS POR DEJETOS BOVINOS**

Marcos Vinícius Konopka  
María Isabel Garcia Rodriguez  
Denis Porfirio Viveros Rodas  
Andreia Cristina Furtado

**DOI 10.22533/at.ed.08820240815**

<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>167</b>
ESTUDO PARA CONTROLE DE EMPENAMENTO EM PEÇAS INDUSTRIAIS TEMPERADAS	
João Alfredo Scheidemantel	
Christian Doré	
Lucile Cecília Peruzzo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08820240816</b>	
<b>CAPÍTULO 17.....</b>	<b>179</b>
EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES DO TIPO TUBULÃO CONFORME ORIENTAÇÕES DA NOVA NR-18 DE 10 DE FEVEREIRO DE 2020	
José Henrique Maciel de Queiroz	
Fabíola Luana Maia Rocha	
Francisco Kléber Dantas Duarte	
Caio Guilherme Ferreira Abrantes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08820240817</b>	
<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>187</b>
INFLUÊNCIA DE LEVEDURAS LISAS E RUGOSAS NA PRODUÇÃO DE BIOETANOL EM ESCALA INDUSTRIAL	
Teresa Cristina Vieira Viana	
Rafael Resende Maldonado	
Eliana Setsuko Kamimura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08820240818</b>	
<b>CAPÍTULO 19.....</b>	<b>199</b>
INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO DENDRÍTICO SECUNDÁRIO NA DUREZA DA LIGA CU-14AL-5NI-5FE OBTIDA POR SOLIDIFICAÇÃO UNIDIRECIONAL	
Rogério Teram	
Givanildo Alves dos Santos	
Maurício Silva Nascimento	
Antonio Augusto Couto	
Vinícius Torres dos Santos	
Márcio Rodrigues da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08820240819</b>	
<b>CAPÍTULO 20.....</b>	<b>211</b>
INTERFAZ PARA LA OPERACIÓN REMOTA DE UN MANIPULADOR MITSUBISHI MOVEMASTER RV-M1	
Luini Leonardo Hurtado Cortés	
John Alejandro Forero Casallas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08820240820</b>	
<b>CAPÍTULO 21.....</b>	<b>221</b>
LA EVALUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SU INCIDENCIA EN REPROBACIÓN Y DESERCIÓN	
M. en C. Marcial Reyes Cázarez	

**DOI 10.22533/at.ed.08820240821**

**CAPÍTULO 22..... 235**

**ANÁLISE DE DESEMPENHO DE ESTIMAÇÃO DE CARGA EM BATERIAS DE SÓDIO UTILIZANDO REDES NEURAS ARTIFICIAIS**

Norah Nadia Sánchez Torres  
Helton Fernando Scherer  
Oswaldo Ando Hideo Junior  
Jorge Javier Gimenez Ledesma

**DOI 10.22533/at.ed.08820240822**

**CAPÍTULO 23..... 247**

**PROSPECÇÃO E ROTAS TECNOLÓGICAS PARA A ENERGIA DO HIDROGÊNIO NO BRASIL**

Gustavo Sigal Macedo  
Jorge Alberto Alcalá Vela

**DOI 10.22533/at.ed.08820240823**

**CAPÍTULO 24..... 262**

**PROTOTIPO DE DINÂMICA DE SISTEMAS APLICADO A LA GESTIÓN DE PROYECTOS ACADÉMICOS DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA EN CARRERAS DE INFORMÁTICA**

Alice Raquel Rambo  
Mariana Itatí Boari  
Roberto Luis Sueldo  
Ruben Urquijo  
Hector Chripczuk  
Ulises Ramirez

**DOI 10.22533/at.ed.08820240824**

**CAPÍTULO 25..... 273**

**THE MAGNETIC PASSIVE AND SLIDING BEARING SYSTEM WITH AXIAL MAGNETIC REPULSION TO AVOID PIVOT WEAR**

Carlos Frajuca

**DOI 10.22533/at.ed.08820240825**

**CAPÍTULO 26..... 281**

**USO DA LAMA CIMENTICIA COMO SUBSTITUTO DE AGREGADO MIÚDO NA FABRICAÇÃO DE CONCRETO**

Bruno Matos de Farias  
Érika Teles dos Santos  
Larissa Barbosa Iulianello  
Sheila Maria Ferreira Campos

**DOI 10.22533/at.ed.08820240826**

<b>CAPÍTULO 27.....</b>	<b>301</b>
<b>UTILIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS NA RETIRADA DE PETRÓLEO DERRAMADO</b>	
Ana Caroline Nasaro de Oliveira	
Júnia Ciriaco de Castro	
Rosana Aparecida Ferreira Nunes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08820240827</b>	
<b>CAPÍTULO 28.....</b>	<b>315</b>
<b>UTILIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ESPINHEIRA SANTA (<i>Maytenusilicifolia Martiusex Reissek</i>) COMO INIBIDOR DE CORROSÃO ORGÂNICO PARA APLICAÇÃO EM FLUIDOS PARA COMPLETAÇÃO</b>	
Jardel Hugo Gonçalves Paiva	
Jardel Dantas da Cunha	
Andréa Francisca Fernandes Barbosa	
Antonio Robson Gurgel	
Keila Regina Santana Fagundes	
Rodrigo Cesar Santiago	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08820240828</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA.....</b>	<b>328</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>329</b>

# CAPÍTULO 5

## ANÁLISE PARAMÉTRICA DA INJEÇÃO DE POLÍMEROS EM UM CAMPO DE PETRÓLEO DA BACIA POTIGUAR

Data de aceite: 01/07/2020

### **Beatriz Ferraz Martins**

*Universidade Federal Rural do Semi-Árido –  
UFERSA  
Mossoró - RN*

### **Jardel Dantas da Cunha**

*Universidade Federal Rural do Semi-Árido –  
UFERSA  
Mossoró - RN*

### **Andréa Francisca Fernandes Barbosa**

*Universidade Federal Rural do Semi-Árido –  
UFERSA  
Mossoró - RN*

### **Ricardo Henrique Rocha de Carvalho**

*Universidade Federal Rural do Semi-Árido –  
UFERSA  
Mossoró - RN*

### **Antonio Robson Gurgel**

*Universidade Federal Rural do Semi-Árido –  
UFERSA  
Mossoró - RN*

**RESUMO:** A injeção de polímeros como método de recuperação avançada pode se constituir em uma alternativa viável para a melhoria da produção de óleo. Com base neste enfoque, foi desenvolvido um modelo numérico de reservatório utilizando este método para estudar melhorias no Fator de Recuperação de um campo de óleo com características da Bacia Potiguar do Nordeste Brasileiro. O modelo possui dimensões de 284 m x 284 m x 6 m com malha de injeção do tipo five spot

invertida. O simulador utilizado foi o *tNavigator* da empresa *RFD (Rock Flow Dynamics)*. A metodologia consistiu em se injetar água com vazão de 0,1 volume poroso por ano (VP/ano) a partir do 1° ou 5° ano, com concentrações de 500, 1000 e 2000 ppm. Para tanto, foram adotadas as seguintes estratégias: injetar polímero com água do início ao fim do projeto, injetar polímero a partir de um corte de água de 80% para os todos os casos onde se injetou água. O melhor resultado foi obtido para concentração de 1000 ppm utilizando o esquema de injeção de água do início ao fim com injeção de solução polimérica após o corte de água de 80%. Neste caso, houve um acréscimo de 1,87% no Fator de Recuperação além de uma redução na produção de água de 10,64%. A injeção de polímero desde o início reduziu a produção de água em um máximo de 22,06% para a concentração de 2000 ppm, quando comparado ao caso em que apenas água foi injetada em vinte anos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fator de Recuperação, Simulação Numérica, Injeção de Polímeros.

**ABSTRACT:** Polymer injection as an enhanced oil recovery method can be a viable alternative to improve oil production. Therefore, a numerical reservoir model was developed using this method to study improvements in the Recovery Factor of an oil field with characteristics of the Potiguar Basin of northeastern Brazil. The model has dimensions of 284 m x 284 m x 6 m with an inverted five spot injection pattern. The simulator used was the RFD (Rock Flow Dynamics) *tNavigator*. The methodology consisted of injecting water with a flow rate of 0.1 porous volume per year (PV / year) from the 1st or 5th year, with concentrations of

500, 1000 and 2000 ppm. For this, the following strategies were adopted: injecting polyacrylamide polymer with water from the 1st year to the 20th, from the 5th year to the 20th and, finally, injecting polymer from a water cut of 80% for all cases where water was injected. The best result was obtained for a concentration of 1000 ppm using the water injection scheme from beginning to end with injection of polymeric solution after cutting 80% water. In this case, there was an increase of 1.87% in the Recovery Factor in addition to a reduction in water production of 10.64%. The injection of polymer from the beginning reduced water production by a maximum of 22.06% to a concentration of 2000 ppm, when compared to the case where only water was injected in twenty years.

**KEYWORDS:** Recovery Factor, Numerical Simulation, Polymer Injection.

## 1 | INTRODUÇÃO

Define-se a injeção de polímeros em reservatórios de petróleo como sendo um método de recuperação avançado pertencente à categoria dos métodos químicos, sendo aplicável a formações portadoras de hidrocarbonetos com razões de mobilidade desfavoráveis. SORBIE (1991), explica que de uma maneira geral os reservatórios candidatos para este método possuem baixa eficiência de varrido volumétrico devido a valores elevados da viscosidade do óleo ou à grande heterogeneidade do reservatório, portanto, a injeção de polímeros tem como objetivo controlar a razão de mobilidade ou diminuir os efeitos da heterogeneidade do meio.

Segundo GREEN e WILLHITE (1998), os polímeros são adicionados à fase aquosa para desenvolver uma razão de mobilidade favorável,  $M \leq 1$ , entre a solução polimérica injetada e o banco de óleo. O propósito é desenvolver um varrido vertical e areal mais uniforme de todo o reservatório para aumentar a eficiência global de recuperação de óleo. Para razões de mobilidade desfavoráveis,  $M \geq 1$ , a água tende a ultrapassar o banco de óleo, criando canais preferenciais (*fingers*) movendo-se pelos caminhos mais curtos até os poços produtores. Esse efeito é ampliado em reservatórios com heterogeneidades geológicas.

De acordo com Sheng (2010), reservatórios candidatos são conhecidos por apresentarem uma baixa eficiência de varrido quando há injeção de água, baixa recuperação por injeção de água, produção de água precoce nos poços produtores e alta razão água - óleo durante toda a vida produtiva do reservatório. Dória (1995), ainda complementa afirmando a necessidade de avaliação de outros fatores a fim de atestar a viabilidade técnico-econômica do projeto. Dentre os fatores que podem ser analisados, destacam-se: as propriedades da rocha-reservatório (porosidade, permeabilidade, composição mineralógica, presença de argila, grau de heterogeneidade, distribuição vertical de permeabilidade), do óleo (principalmente a viscosidade), além da profundidade e temperatura do reservatório (SORBIE, 1991)

Parâmetros como fator de resistência, fator de resistência residual, adsorção residual, adsorção máxima e volume de poros inacessível devem ser determinados experimentalmente como uma função da permeabilidade para cada campo. Eles são importantes para projetar a aplicação de campo e para serem usados como dados de entrada para um simulador de reservatório.

A partir do que foi exposto, este trabalho compreende estudos de melhoria

no fator de recuperação através da injeção de polímero com três valores de concentração em um reservatório homogêneo e semissintético de óleo médio com características de rocha-fluidos semelhantes a um campo de óleo médio da Bacia Potiguar pertencente ao nordeste do Brasil.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Modelo Base

Um modelo de reservatório semissintético e homogêneo representado pela figura 1 com propriedades de rocha e fluidos característicos de um campo de petróleo da região da Bacia Potiguar do nordeste brasileiro foi desenvolvido. As simulações foram realizadas no simulador numérico de reservatórios *tNavigator* versão 2018.2. Os módulos utilizados foram *Model Designer*, *PVT Designer*, *Batch Jobs* e *Simulation* para modelo do tipo *Black Oil*. Os resultados obtidos foram gerados no módulo *Simulation Results*.

O reservatório é composto por um sistema cartesiano de malhas com um padrão de malhas de injeção e produção do tipo *five-spot* invertido com área de malha de 80655,71 m<sup>2</sup> conforme pode ser visualizado na figura 1. As propriedades dos fluidos e das rochas, bem como dos parâmetros operacionais utilizados foram obtidas de um teste de formação da Bacia Potiguar e de trabalhos relacionados a métodos químicos (Melo et al 2002), (Almeida 2015) e (Wang et al. 2009).

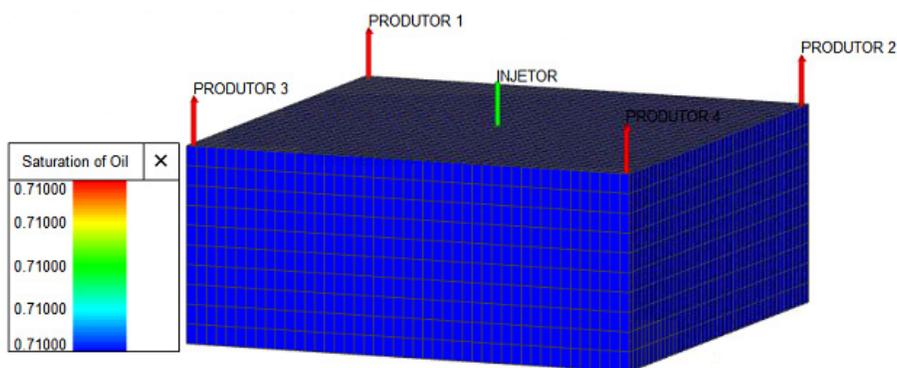


Figura 1 - Modelo de reservatório utilizado e disposição dos poços na malha five-spot invertida.

A tabela 1 apresenta as propriedades rocha-fluidos nas condições de pressão e temperatura do reservatório que foram utilizados no trabalho.

Propriedade	Valor
Temperatura do reservatório	77 °C
Pressão do reservatório	155 kgf/cm <sup>2</sup>
Pressão de bolha	140 kgf/ cm <sup>2</sup>
Profundidade do topo	1690 m
Espessura da zona produtora	6 m
Permeabilidade média da formação horizontal (Kh)	240 mD
Permeabilidade da formação vertical (Kv/Kh)	0,1Kh
Porosidade média da formação	16 %
Compressibilidade média da formação	$4,74 \times 10^{-5}$ (kgf/cm <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>
Saturação do óleo	71 %
Saturação de água	29 %
API do óleo	24,3
Viscosidade do óleo (P,T)	10 cp
Densidade do gás	0,65
Volume de óleo <i>in place</i> (VOIP) m <sup>3</sup> <i>std</i>	79855,2
Número de malhas e valores em cada dimensão	71 blocos de 4 m em “i” e “j” e 3 blocos de 2 m na direção “k”

Tabela 1 - Propriedades rocha-fluidos do modelo nas condições de reservatório.

Neste modelo, os valores dos parâmetros operacionais são os seguintes: distância (d) entre os poços injetores e produtores de 200 m segundo Wang et al (2009), pressão de injeção (Pinj) de 22942,67 kpa segundo o critério de gradiente de pressão de fratura utilizado por Bautista (2013) e vazão de injeção fixada em 10% do volume poroso injetado na zona de óleo (Qinj=0,1 VPI). O modelo de viscosidade do polímero foi do tipo linear para uma concentração de referência de 2kg/m3 (2000 ppm) de acordo com trabalhos de Fulin e Xizhi (2004) e Shehata et al (2012).

## 2.2 Estudo de recuperação com três concentrações de polímero

Nesta etapa, água foi injetada com vazão de injeção 0,1 VPI por ano com concentrações de polímeros de 500, 1000 e 2000 ppm. Para este estudo optou-se por adotar as seguintes estratégias de injeção:

- (A): Injetar água do início ao fim do projeto,
- (B): Injetar polímero com água do início ao fim do projeto
- (C): Injetar água a partir do 5º ano até o final do projeto
- (D): Injetar polímero a partir de um corte de água de 80% para o caso onde se injetou água do início ao fim.
- (E): Injetar polímero a partir de um corte de água de 80% para o caso onde se injetou água a partir do 5º ano até o fim do projeto.

De acordo com o planejamento definido, foram realizadas 11(onze) simulações. Para cada estratégia de injeção conforme explicado anteriormente, a

seguinte nomenclatura foi adotada: SIM referente ao caso simulado associado a um número variando de 1 a 11 para cada modelo simulado. Desta forma, tem-se a seguinte sistemática de simulações realizadas de acordo com a nomenclatura adotada conforme a tabela 2.

Tipo de injeção	Nomenclatura	Concentração de polímero (ppm)
<b>A</b>	SIM 1	0
<b>B</b>	SIM 2	500
	SIM 3	1000
	SIM 4	2000
<b>C</b>	SIM 5	0
<b>D</b>	SIM 6	500
	SIM 7	1000
	SIM 8	2000
<b>E</b>	SIM 9	500
	SIM 10	1000
	SIM 11	2000

Tabela 2 - Nomenclatura adotada para os modelos de simulações utilizados.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das simulações analisadas, os seguintes resultados foram obtidos na tabela 3:

Tipo de injeção	Nomenclatura	FR(%)	$\Delta$ FR	Redução da água produzida (%)	M
<b>A</b>	SIM 1	62,07	--	0	14,74
<b>B</b>	SIM 2	63,14	1,71	6,11	4,71
	SIM 3	62,97	1,44	10,64	2,48
	SIM 4	62,11	0,06	16,21	1,26
<b>C</b>	SIM 5	60,18	--	0	14,53
<b>D</b>	SIM 6	63,19	1,80	6,19	4,53
	SIM 7	63,24	1,87	10,64	2,56
	SIM 8	62,92	1,36	16,21	1,02
<b>E</b>	SIM 9	60,97	1,32	8,46	4,93
	SIM 10	61,24	1,77	14,52	2,91
	SIM 11	61,25	1,78	22,06	1,37

De acordo com os resultados obtidos na tabela 3 para todos os casos analisados, observou-se que o melhor resultado, ainda que discreto, em termos de fator de recuperação foi obtido na simulação SIM7 ( $\Delta$ FR=1,87%) com concentração

de polímero de 1000 ppm a partir de um corte de água de 80% com injeção de água de 0,1VPI durante vinte anos. Esse resultado pode ser justificado em virtude de um aumento na concentração de polímero resultar em um maior valor de viscosidade da água, reduzindo o valor da razão de mobilidade de 14,74 para 2,56 o que implicou uma melhoria na eficiência de varrido, ainda que a razão de mobilidades esteja maior do que um. Observa-se também que para todos os casos houve redução nas razões de mobilidade e do volume de água produzida para todos onde se injetou polímero

A figura 2 a seguir mostra o efeito do aumento da concentração do polímero no volume de óleo e água produzidos quando se injetou polímeros a partir de um corte de água de 80% a partir do primeiro ano (SIM6, SIM7, SIM8) e do quinto ano (SIM9, SIM10, SIM11).

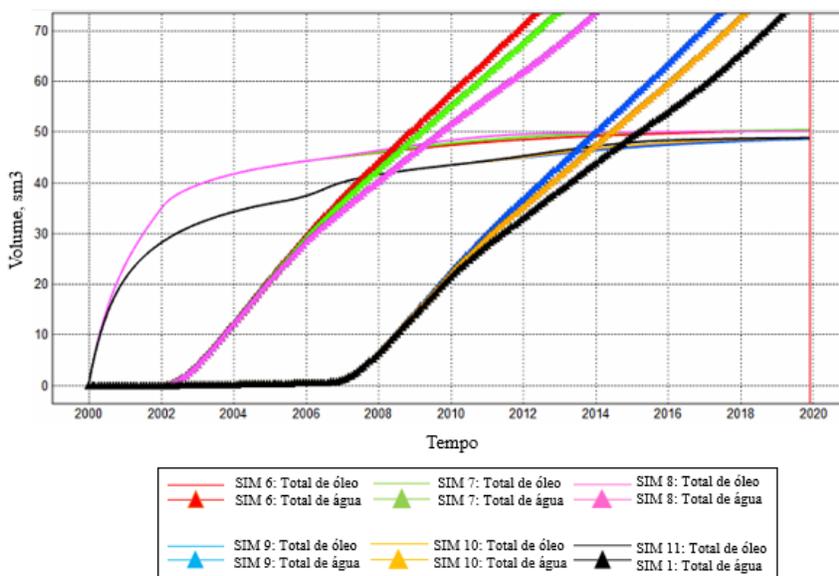


Figura 2 - Volume produzido de óleo e água durante injeção.

De acordo com gráfico da figura 2 pode-se observar que houve um incremento na produção de óleo principalmente nos primeiros anos quando se injetou polímero a partir do primeiro ano de simulação (caso D para SIM16, SIM7 e SIM8). Entretanto, ao final dos vinte anos, a diferença entre os casos D e E foi mínima. Também se pode constatar que o aumento da concentração de polímeros proporcionou uma melhoria, ainda que discreta, no volume de óleo produzido. Isto pode ser melhor comprovado quando se analisa os resultados dos casos SIM6 e SIM7 cujos valores estão disponíveis na tabela 3. Conforme explicado anteriormente, o aumento da concentração de polímeros promoveu melhorias na eficiência de varrido devido ao aumento da viscosidade da água e da redução da permeabilidade relativa dela no meio poroso. Estes parâmetros reduziram a razão de mobilidades dos fluidos

no meio poroso e proporcionaram uma maior recuperação de óleo. Entretanto, ao continuar aumentando a concentração, por exemplo de 1000 ppm (SIM7) para 2000 ppm (SIM8), não se observou melhorias no volume de óleo tanto para as simulações cuja água foi injetada no início (caso C) quanto para aquelas onde ela foi injetada a partir do quinto ano (caso D). É importante destacar que nos dois casos a injeção de polímeros se deu após o corte de água de 80% conforme descrito na metodologia do trabalho.

Ainda conforme pode ser comprovado na figura 2 e tabela 3, o aumento da concentração de polímeros esteve associada a diminuição da produção de água. A figura 5 apresenta os mapas de saturação de óleo (a, c, e) e de adsorção de polímeros (b, d, f) para os casos SIM6, SIM7 e SIM8 respectivamente.

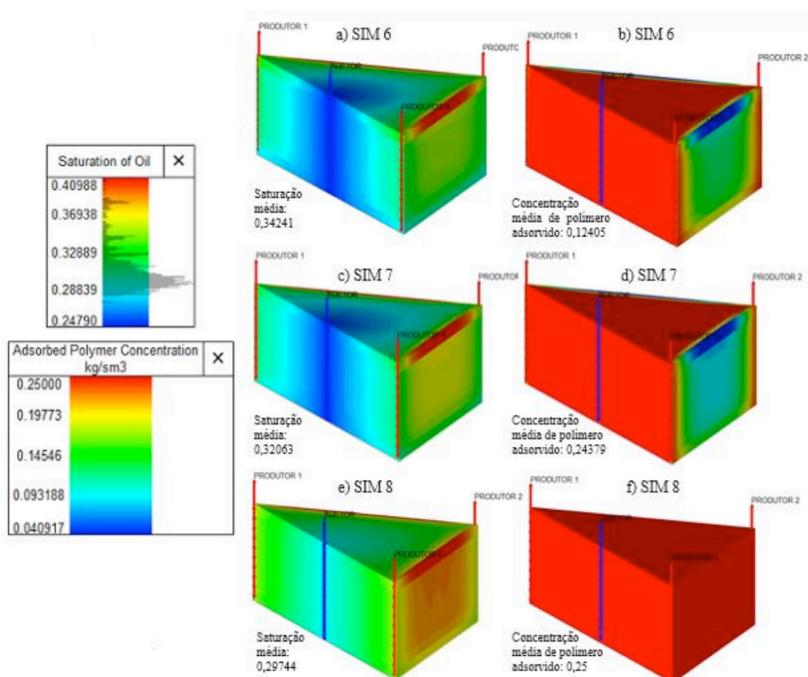


Figura 3 - Mapas de saturação e adsorção de polímero para vinte anos (SIM6, SIM7 e SIM8).

De acordo com a figura 3, pode-se observar que o aumento da concentração de polímeros esteve associado a uma maior quantidade fluido injetado deslocando de forma mais eficiente o banco de óleo em direção aos poços produtores. Este efeito pode ser explicado devido ao aumento da viscosidade da água provocada pela solução polimérica fazer com que ela permaneça por mais tempo no reservatório deslocando de forma mais eficiente o óleo. Desta forma, foi possível chegar a um acréscimo de 1,87% de Fator de Recuperação em relação a injeção somente de água. Por outro lado, os mapas concentração de adsorção de polímeros na rocha

(figura 3) mostraram que ao se aumentar de forma significativa a concentração de polímeros, por exemplo de 1000 ppm (SIM7) para 2000 ppm (SIM8), mais polímero ficará retido na rocha. Isto pode resultar em uma diminuição na recuperação de óleo porque a adsorção de polímero na rocha poderá dificultar o deslocamento do óleo residual no meio poroso. Neste último caso, o incremento no Fator de Recuperação que antes era de 1,87% (SIM7) diminuiu para 1,36% (SIM8).

## 4 | CONCLUSÕES

O melhor resultado de incremento no fator de recuperação foi obtido na SIM7 com 1,87 % de óleo recuperado quando comparado a SIM1 de forma que a injeção adotada para este incremento foi conforme o tipo D com injeção de polímero a partir de um corte de água de 80% para o caso onde se injetou água do início ao fim. A melhoria foi comprovada com a redução da razão de mobilidade de 14,53 para 2,56 resultado na melhoria na eficiência de varrido.

O melhor caso levando em consideração a redução da água produzida foi o caso SIM11 onde a redução chegou a 22,06 %. A estratégia de injeção adotada para este caso foi do tipo E onde houve a injeção de polímero a partir de um corte de água de 80% para o caso onde se injetou água a partir do 5° ano até o fim do projeto.

Ao aumentar a concentração de 1000 para 2000 ppm não se observou melhorias no volume de óleo para as simulações de injeção de polímero do início ao fim e injeção de polímero a partir do corte de água de 80% para o caso onde se injetou água a partir do 5° ano.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal Rural do Semi-Árido pela infraestrutura disponível, ao CNPQ pela concessão da bolsa de iniciação científica e a empresa Rock Flow Dynamics pela doação das licenças do simulador tNavigator para a realização das simulações necessárias.

## REFERENCIAS

SORBIE, K. S. Polymer-improved oil recovery. Florida: CRC Press, 1991.

GREEN, Don W. ; WILLHITE, G. Paul. Enhanced oil recovery; Henry L. Doherty Memorial Fund of AIME. Society of Petroleum Engineers: Richardson, TX, 1998

SHENG, James. Modern chemical enhanced oil recovery: theory and practice. Gulf Professional Publishing, 2010.

DÓRIA, M. A. F. S. Análise de testes em poços injetores de soluções poliméricas. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas - São Paulo. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), 1995.

MELO, M. A et al. Polymer injection projects in Brazil: Dimensioning, field application and evaluation. Thirteenth symposium on improved oil recovery held in Tulsa, Oklahoma. April, 2002.

ALMEIDA, L.L. Estudo comparativo da injeção de solução polimérica e ASP em reservatórios maduros de óleo médio. Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal – Rio Grande do Norte. Dissertação (Mestrado em ciência e engenharia do petróleo), 2015.

WANG, D. et al. Review of practical experience of polymer flooding at daqing. SPE Reservoir Evaluation & Engineering. June, 2009.

BAUTISTA, E.V. Estudo das Forças Viscosa, Capilar e Gravitacional Através de Grupos Adimensionais No Processo de Drenagem Gravitacional Assistida por Gás (GAGD). Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

FULIN, Yang; XIZHI, Yang . High Concentration Polymer Flooding is Successful. SPE 8854, 2004;

SHEHATA, A.M. et al. Overview of Polymer Flooding (EOR) in North Africa Fields-Elements of Designing a New Polymer/Surfactant Flood Offshore (Case Study). SPE 151952, 2012;

tNavigator® 18.3 Geology & Model Designer. User Guide. Rock Flow Dynamics. October 2018;

tNavigator® 18.3 PVT Designer. User Guide. Rock Flow Dynamics. October 2018;

tNavigator® 18.3 Simulation. User Manual. Rock Flow Dynamics. October 2018;

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Alumínio 29, 31, 32, 34, 35, 215, 216, 225  
Arco 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 28  
Arduino 103, 104, 107, 108, 109, 110, 111, 112

### C

Coleta Seletiva 79, 80, 81, 83, 86, 87, 88  
Conhecimento Organizacional 48, 50, 52

### D

Desempenho Térmico 89

### E

Educação Ambiental 79, 80, 83, 86, 87, 88  
Eletrônica 103, 112, 192, 314, 339  
EMG 103, 104, 106, 107, 108, 111, 112, 113  
Energia 16, 17, 18, 126, 141, 142, 149, 151, 172, 260, 262, 265, 270, 271, 272, 274, 276  
Energia Cinética 16, 17, 18

### F

Fator 61, 67, 68  
Fator de Recuperação 61, 63, 65, 67, 68

### G

Gestão do Conhecimento 36, 48, 49, 50, 51, 59, 60  
Gestão do Conhecimento em IFES 48

### I

Injeção de Polímeros 61, 62, 67  
ISO/IEC 29110 36, 37, 40, 41

### M

Mão Mecânica 103, 107, 110  
MPS.Br 36, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 46, 47

### N

Nióbio 29, 30, 31, 32, 34, 35

### P

Planejamento Desenvolvimento Institucional 48  
Planejamento Estratégico 48, 49, 51, 59, 60, 267  
Potencial 16, 17, 18, 37, 104, 111, 112, 135, 136, 151, 170, 172, 173, 174, 181, 227, 262, 263, 269, 284, 330, 332, 333, 336, 337, 338

Propriedades Mecânicas 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 188, 193, 215, 216, 217, 224, 296, 300

Prótese 103, 104, 107, 108, 110, 111, 112, 113

## **R**

Reciclagem 80, 84, 87, 88, 298, 315

Refino de Grão 29

Resíduos Sólidos 79, 80, 81, 88, 298, 313, 314

Resistência Térmica Equivalente 89

## **S**

Simulação Numérica 61

Solidificação Unidirecional 29, 32, 33, 214, 218

Sustentabilidade 80, 181, 260, 298, 316

## **T**

Telhados Verdes 89

Tiro 16, 17, 22, 24, 26, 27, 28

## **V**

Variáveis Térmicas 29, 32, 33, 35, 214, 215, 217, 224, 225

# ENGENHARIA NA PRÁTICA:

IMPORTÂNCIA TEÓRICA E TECNOLÓGICA

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](#) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora  
Ano 2020

# ENGENHARIA NA PRÁTICA:

IMPORTÂNCIA TEÓRICA E TECNOLÓGICA

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora  
Ano 2020