

As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado

2

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
Viviane Teleginski Mazur
(Organizadores)

As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado

2

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
Viviane Teleginski Mazur
(Organizadores)

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Lorena Prestes

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os 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. 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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

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. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

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 – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

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
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. 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
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

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. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a 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
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
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 Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 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. Lilian 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. Me. 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. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	<p>As engenharias e seu papel no desenvolvimento autossustentado 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta, Viviane Teleginski Mazur. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-145-9 DOI 10.22533/at.ed.459202906</p> <p>1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Dallamuta, João. III. Mazur, Viviane Teleginski.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
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 e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado Vol. 1 e 2 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 24 capítulos, com assuntos voltados a engenharia elétrica, materiais e mecânica e sua interação com o meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 27 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, da construção civil com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção de baixo com baixo impacto ambiental.

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 sobre temas atuais nas engenharias, de maneira aplicada as novas tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

Viviane Teleginski Mazur

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
O PLANETA URBANO: A PELE QUE HABITAMOS E A CIDADE DENTRO DA CIDADE – <i>SMART CITIES</i>	
Adriana Nunes de Alencar Souza	
DOI 10.22533/at.ed.4592029061	
CAPÍTULO 2	14
A BICICLETA COMO “NOVO” MODO DE MOBILIDADE EM LISBOA	
João Carlos Duarte Marrana	
Francisco Manuel Camarinhas Serdoura	
DOI 10.22533/at.ed.4592029062	
CAPÍTULO 3	29
REDE CICLOVIÁRIA DO MUNICÍPIO DE AVEIRO: O QUE É E O QUE PODERIA SER	
José Otávio Santos de Almeida Braga	
Vanessa dos Santos Passos	
DOI 10.22533/at.ed.4592029063	
CAPÍTULO 4	40
A INTERAÇÃO ENTRE AS CIDADES E O TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE ALTO DESEMPENHO À LUZ DE EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS	
Marne Lieggio Júnior	
Brunno Santos Gonçalves	
Sérgio Ronaldo Granemann	
DOI 10.22533/at.ed.4592029064	
CAPÍTULO 5	53
GESTÃO DE ENERGIA E POLUENTES EM TRANSPORTE URBANO DE PASSAGEIROS: UMA OTIMIZAÇÃO INTERMODAL SOB A ÓTICA DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL	
Shadia Silveira Assaf Bortolazzo	
João Eugênio Cavallazzi	
Amir Matar Valente	
DOI 10.22533/at.ed.4592029065	
CAPÍTULO 6	68
DEL EDIFICIO AL ÁREA URBANA. ANÁLISIS MULTIESCALAR DE LA DEMANDA DE ENERGÍA RESIDENCIAL Y SU IMPACTO ECONÓMICO-AMBIENTAL	
Graciela Melisa Viegas	
Gustavo Alberto San Juan	
Carlos Alberto Discoli	
DOI 10.22533/at.ed.4592029066	
CAPÍTULO 7	85
UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS SEPARADORES DE ÁGUA E ÓLEO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Neemias Eloy Choté	
Luciana Carreiras Norte	
José Roberto Moreira Ribeiro Gonçalves	
Fabiano Battemarco da Silva Martins	
DOI 10.22533/at.ed.4592029067	

CAPÍTULO 8 98

MAPEAMENTO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL GERADOS PELOS CURSOS FIRJAN SENAI: O ESTUDO DE CASO DA UNIDADE RODRIGUES ALVES, RJ

Verônica Silva Neves

Fernanda Valinho Ignacio

Simone do Nascimento Dória

DOI 10.22533/at.ed.4592029068

CAPÍTULO 9 112

TECNOLOGIA AMBIENTAL PARA RECICLAGEM DE *DRYWALL*: APLICAÇÃO EM MATERIAIS DE ALVENARIA

Isabel Pereira Vidigal de Oliveira

Joyce Sholl Altschul

Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega

DOI 10.22533/at.ed.4592029069

CAPÍTULO 10 119

LOGÍSTICA REVERSA EM EMPRESAS DOS MUNICÍPIOS DE REDENÇÃO E XINGUARA

Daniela de Souza Morais

Ana Paula Tomasio dos Santos

Armando José de Sá Santos

Suanne Honorina Martins dos Santos

Jomar Nascimento Neves

DOI 10.22533/at.ed.45920290610

CAPÍTULO 11 130

PROBLEMAS AMBIENTALES DE LA TIERRA VACANTE FRENTE A LA EXPANSIÓN URBANA EN EL PARTIDO DE LA PLATA, BUENOS AIRES, ARGENTINA

Julieta Frediani

Daniela Cortizo

Jesica Esparza

DOI 10.22533/at.ed.45920290611

CAPÍTULO 12 147

A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E OS PARÂMETROS METEOROLÓGICOS NA CIDADE DE CUIABÁ-MT

Levi Pires de Andrade

Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

José de Souza Nogueira

Flávia Maria de Moura Santos

Carlo Ralph De Musis

Jonathan Willian Zangeski Novais

DOI 10.22533/at.ed.45920290612

CAPÍTULO 13 160

METODOLOGIA UTILIZADA PARA O MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO REFERENTE AO ABASTECIMENTO PÚBLICO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE - RMBH NO ANO DE 2015

Jeane Dantas de Carvalho

Marília Carvalho de Melo

Luiza Pinheiro Rezende Ribas

Paula Pereira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.45920290613

CAPÍTULO 14	176
DETERMINAÇÃO DE VAZÕES ECOLÓGICAS DE UM RIO ATRAVÉS DE DIFERENTES METODOLOGIAS HIDROLÓGICAS, ESTUDO DE CASO: RIO GUALAXO DO SUL/MG	
Igor Campos da Silva Cavalcante	
Lígia Conceição Tavares	
Ian Rocha de Almeida	
João Diego Alvarez Nylander	
DOI 10.22533/at.ed.45920290614	
CAPÍTULO 15	186
ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DAS CINZAS DO BAGAÇO DE CANA DE AÇÚCAR APLICADA COMO ADSORVENTE NO TRATAMENTO DE ÁGUA CONTAMINADA COM FUCSINA BÁSICA	
Milena Maria Antonio	
Mariza Campagnolli Chiaradia Nardi	
DOI 10.22533/at.ed.45920290615	
CAPÍTULO 16	199
TECNOLOGIA INOVADORA PARA TRATAMENTO DE ESGOTO: LODO ATIVADO POR AERAÇÃO ESTENDIDA	
Ana Carolina Carneiro Lento	
Fernando de Oliveira Varella Molina	
Karen Kiarelli Souza Knupp Lemos	
Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega	
DOI 10.22533/at.ed.45920290616	
CAPÍTULO 17	208
PARCELAS E OBJETOS TERRITORIAIS: UMA PROPOSTA PARA O SINTER	
Rovane Marcos de França	
Adolfo Lino de Araújo	
Flavio Boscatto	
Cesar Rogério Cabral	
Carolina Collischonn	
DOI 10.22533/at.ed.45920290617	
CAPÍTULO 18	221
TIJOLO SOLO CIMENTO: ANÁLISE DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	
Ândeson Marcos Nunes de Lima	
Karen Niccoli Ramirez	
DOI 10.22533/at.ed.45920290618	
CAPÍTULO 19	233
ESTABILIZAÇÃO DOS SOLOS COM CAL (UM ESTUDO DE CASO DIRIGIDO A UM SOLO ARENO-ARGILOSO NA FORMAÇÃO AQUIDAUANA)	
Marcelo Macedo Costa	
Jaime Ferreira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.45920290619	
CAPÍTULO 20	244
ESTUDO DA ADIÇÃO DO PAPEL RECICLADO NO CONCRETO PARA FABRICAÇÃO DE PEÇA DE CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO	
Camilla Gomes Arraiz	
Paulo Rafael Nunes e Silva Albuquerque	
Leticia Maria Brito Silva	

Mariana de Sousa Prazeres
Jayron Alves Ribeiro Junior
Moises de Araujo Santos Jacinto
Thainá Maria da Costa Oliveira
Bruna da Costa Silva
Marcos Henrique Costa Coelho Filho
Yara Lopes Machado
Eduardo Aurélio Barros Aguiar
DOI 10.22533/at.ed.45920290620

CAPÍTULO 21 255

ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À ADERÊNCIA ENTRE OS MÉTODOS EXECUTIVOS DE REVESTIMENTO:
ÚMIDO SOBRE ÚMIDO E CONVENCIONAL COM ARGAMASSA ACIII

Rayra Assunção Barbosa Magalhães
Alberto Barbosa Maia
Antônio Sérgio Condurú Pinto
Israel Souza Carmona
Izanara Ferreira da Costa
Luiz Alberto Xavier Arraes
Luzilene Souza Silva
Marcelo De Souza Picanço
Marlos Henrique Pires Nogueira
Mike da Silva Pereira
Núbia Jane da Silva Batista
Pedro Henrique Rodrigues de Souza
DOI 10.22533/at.ed.45920290621

CAPÍTULO 22 266

ESTUDO DE PAVIMENTO DRENANTE COMO SISTEMA ALTERNATIVO DE DRENAGEM URBANA

Augusto César Igawa de Albuquerque
Marcelo Teixeira Damasceno Melo
Antonio Jorge Silva Araújo Junior
Carlos Eduardo Aguiar de Souza Costa
DOI 10.22533/at.ed.45920290622

CAPÍTULO 23 280

AValiação DO INCÔMODO SONORO DEVIDO A EXPOSIÇÃO AO RUÍDO AERONÁUTICO NO ENTORNO
DO AEROPORTO DE BRASÍLIA

Edson Benício de Carvalho Júnior
Wanderley Akira Shiguti
Alexandre Gomes de Barros
Armando de Mendonça Maroja
José Matsuo Shimoishi
Wesley Candido de Melo
Sérgio Luiz Garavelli
DOI 10.22533/at.ed.45920290623

CAPÍTULO 24 296

RECONSTRUÇÃO CADASTRAL DE PROPRIEDADES ATINGIDAS POR LINHAS DE TRANSMISSÃO DA
EMPRESA CGT ELETROSUL

Vivian da Silva Celestino Reginato
Cleice Edinara Hubner
Samuel Abati
DOI 10.22533/at.ed.45920290624

CAPÍTULO 25	308
ILUMINAÇÃO, CONFORTO E SEGURANÇA EM CAMPUS UNIVERSITÁRIO	
Cristhian Elisiario Nagawo	
Elcione Maria Lobato de Moraes	
Thaiza de Souza Dias	
Sonia da Silva Teixeira	
Athena Artemisia Oliveira de Araújo Vieira	
Ana Caroline Borges Santos	
DOI 10.22533/at.ed.45920290625	
CAPÍTULO 26	320
RELATO DE EXPERIÊNCIA: UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÃO REALÍSTICA E INTERDISCIPLINARIDADE NO CURSO TÉCNICO EM SEGURANÇA DO TRABALHO NA CIDADE DE LORENA	
Bruno Leandro Cortez de Souza	
Ana Cecília Cardoso Firmo	
DOI 10.22533/at.ed.45920290626	
CAPÍTULO 27	326
SOS GAMES: JOGO EDUCACIONAL NA ÁREA DE SAÚDE EM SCRATCH	
Guilherme Henrique Vieira de Oliveira	
Bruno Vilhena de Andrade Velasco	
Luciane Carvalho Jasmin de Deus	
DOI 10.22533/at.ed.45920290627	
SOBRE OS ORGANIZADORES	332
ÍNDICE REMISSIVO	333

ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DAS CINZAS DO BAGAÇO DE CANA DE AÇÚCAR APLICADA COMO ADSORVENTE NO TRATAMENTO DE ÁGUA CONTAMINADA COM FUCSINA BÁSICA

Data de aceite: 23/06/2020
Data de submissão: 06/05/2020

Milena Maria Antonio

Centro Universitário Hermínio Ometto
Araras - SP
<http://lattes.cnpq.br/1139444069757211>

Mariza Campagnolli Chiaradia Nardi

Centro Universitário Hermínio Ometto
Araras - SP
<http://lattes.cnpq.br/5457333111077975>

RESUMO: O setor sucroenergético se destaca na região sudeste do Brasil. Dentro do sistema produtivo das usinas de açúcar e álcool, verifica-se a geração de subprodutos, dentre eles, as cinzas do bagaço de cana de açúcar (CBC), um resíduo produzido em grandes quantidades diariamente. Assim, na tentativa de reduzir o descarte e agregar valor às cinzas, buscou-se, através deste trabalho, caracterizar físico-quimicamente este material, verificando as suas propriedades adsorptivas e sua eficiência no tratamento de água contaminada com um corante empregado na indústria têxtil, a fucsina básica. A análise físico-química das cinzas do bagaço da cana revelou que sua composição é predominantemente mineral, sendo bastante promissora para aplicação

em processos adsorptivos. Através de estudos da cinética de adsorção, realizados em batelada, determinaram-se as condições ideais de velocidade de agitação do sistema, massa de adsorvente e tempo de contato adsorvente/solução aquosa de fucsina básica, respectivamente, de 100 rpm, 5 g de CBC e 90 min. Nestas condições, alcançou-se uma capacidade adsorptiva de 99%, e se obteve as isotermas de adsorção que se ajustaram ao modelo de Langmuir, cujos parâmetros indicaram que a CBC apresentou um perfil de adsorção favorável para amostras de água contaminadas com o corante fucsina básica.

PALAVRAS-CHAVE: Adsorvente; Cinzas do bagaço de cana de açúcar; Corante catiônico.

STUDY AND CHARACTERIZATION OF SUGAR CANE ASH APLIED LIKE ADSORBENT IN THE TREATMENT OF WATER CONTAMINATED WITH BASIC FUCHSIN

ABSTRACT: The sugar-energy industry highlights in the southeast region of the Brazil. Inside of productive system of sugarcane industry, there are many by-products, among them, the sugar cane ashes (SCA), one waste produced in large amounts daily. Therefore, trying to reduce

the disposal and add value to the ashes, searched through this study, physicochemical characterization in this material, checking their adsorptive properties and efficiency in the treatment of contaminated water with a dye applied inside textile industry, basic fuchsin. The physicochemical analyses of the sugar cane ashes revealed that their composition is predominantly mineral, being promissory to apply in adsorptive process. Through studies of the adsorption kinetics, accomplished in batch processing, appointed the ideal conditions of the agitation speed inside the system, mass of the ashes and contact time between adsorbent/basic fuchsin water solution, respectively, they are 100 rpm, 5g of the SCA and 90 min. In these conditions, it was achieved the adsorptive capacity of the 99%, and the adsorption isotherms were appropriated for Langmuir model, where the parameters indicated the SCA presented one adsorption profile favorable to water contaminated samples with basic fuchsin. **KEYWORDS:** Adsorbent; Sugar cane ashes; Cationic dye.

1 | INTRODUÇÃO

O agronegócio no Brasil, tem uma participação de 24% no produto interno bruto, tratando-se do setor que mais contribui para o fortalecimento econômico do país (MAPA, 2017). No âmbito agroindustrial, o Brasil destaca-se como um dos maiores produtores mundiais de cana de açúcar, com aproximadamente nove milhões de hectares plantados, sendo que, no período entre 2017-2018, deve apresentar uma produtividade média estimada de 80.000 kg/ha (CONAB, 2018). Além da cana de açúcar ser utilizada na fabricação de etanol e açúcar, apresenta ainda subprodutos e resíduos que são aplicados para a cogeração de energia elétrica, produção de fertilizantes e de ração animal (AGEITEC, 2009). Dentro da cadeia produtiva de uma usina de açúcar e álcool, um dos subprodutos obtidos é o bagaço da cana, composto de lignina, celulose e outras substâncias. Este material pode ser queimado em caldeiras para a produção de vapor, que movimenta turbinas para gerar energia mecânica e, posteriormente, eletricidade (MAZZA, 2012). Neste processo de cogeração de energia, origina-se um resíduo predominantemente mineral, chamado de cinzas do bagaço de cana (CBC). A produção anual de CBC é de 3,8 milhões de toneladas por ano (PAES, 2010), sendo que, para cada tonelada de bagaço queimado são gerados, aproximadamente, 25 kg de cinzas (KAWA, 2015).

As CBC são usadas na lavoura ou, em sua maior parte, submetidas ao descarte pelas usinas, gerando custos para a sua destinação e agregando despesas ao processo produtivo. Neste sentido, torna-se fundamental o desenvolvimento de alternativas para a utilização deste resíduo. Uma vez que muitos trabalhos apresentados na literatura destacam a capacidade adsorvente do bagaço da cana de açúcar e também de suas cinzas (SOUZA et al., 2005; ASSIS, 2012; MAZZA, 2012), neste trabalho foi realizado o estudo e caracterização das cinzas do bagaço de cana de açúcar e a avaliação da sua capacidade adsorvente no tratamento de águas contaminadas com o corante fucsina básica diamante ($C_{20}H_{20}ClN_3$), que pertence à classe dos corantes básicos hidrossolúveis, usado na indústria têxtil para o tingimento da lã, seda e fibras acrílicas (NIST, 2017; MAZZA, 2012). Desta maneira, além de

se desenvolver um procedimento que permite o aproveitamento da CBC, este trabalho pode ainda contribuir com a preservação do meio ambiente.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Cogeração De Energia e a Produção da Cbc

Durante o processo produtivo de uma usina sucroenergética, além da fabricação de açúcar e etanol de primeira e segunda geração, há também a cogeração de energia. Segundo Santos (2015), a cogeração é um sistema de produção de energia combinada, pois se obtêm energia térmica e elétrica simultaneamente, por meio um ou mais combustíveis produzidos nas usinas. No setor sucroalcooleiro tem-se a geração de calor através da queima do bagaço da cana de açúcar (biomassa), produzindo vapor de alta pressão através do superaquecimento da água, que aciona turbinas para a produção de energia elétrica. Conseqüentemente, como em todo processo de transformação, há a geração de resíduos que, neste caso, tratam-se das cinzas do bagaço da cana (CBC). De acordo com Malavolta (2001), estas cinzas são tratadas como resíduo a ser descartado ou aplicado na lavoura, pois, não existe outra aplicação efetiva, e isso, agrega custos ao processo produtivo para sua destinação. Deste modo, é interessante a procura de alternativas ao descarte para este resíduo, proporcionando uma produção mais limpa e que agregue valor a este material.

2.2 Características das Cinzas do Bagaço de Cana de Açúcar

A reutilização das cinzas do bagaço de cana depende totalmente das propriedades e características que as mesmas apresentam. Há muitos estudos sobre a aplicação de resíduos vegetais como adsorventes, tais como a casca de arroz, coco e de frutas (banana, maracujá, laranja), as cinzas da casca do arroz, o bagaço da cana de açúcar, entre outros (MAZZA, 2012).

De acordo com Nascimento et al. (2014) e Mazza (2012), o processo de adsorção é um fenômeno físico-químico de transferência de massa relacionado à capacidade de alguns sólidos (adsorventes) em concentrar na sua superfície determinadas substâncias (adsorvatos) que estejam presentes em fluidos líquidos ou gasosos, e que permite a separação dos componentes destes fluidos. Enquanto que, o processo inverso, em que o adsorvato se desprende da superfície do adsorvente, é chamado de dessorção. Quanto maior a área superficial do adsorvente, mais favorável é o processo de adsorção, pois se trata de um fenômeno de superfície. Por isso, de um modo geral, os adsorventes são sólidos particulados porosos. A adsorção acontece por causa da força motriz produzida pela diferença de concentrações entre o fluido e a superfície do adsorvente. E, conforme a natureza destas forças, classifica-se a adsorção em física (fisissorção) ou química (quimissorção), ou ainda podem ocorrer as duas simultaneamente. No primeiro caso, na fisissorção, a interação entre adsorvato e adsorvente é mais fraca, entretanto, o processo ocorre em toda a superfície do adsorvente, havendo a possibilidade de existirem diversas camadas de moléculas adsorvidas.

Trata-se de um processo de adsorção rápido e reversível, resultante da ação de forças de atração intermoleculares fracas entre o adsorvente e as moléculas do adsorvato, mas isso não o torna menos eficiente. A quimissorção abrange perda, ganho ou partilhamento de elétrons, e apenas acontece nos sítios ativos da superfície do adsorvente, sendo bastante específica. Alguns autores atribuem a capacidade adsortiva que a CBC apresenta à sua composição química, uma vez que é constituída predominantemente de sílica (SiO_2), que é altamente porosa e um dos adsorventes mais usados em diversas aplicações (HELENO et al., 2015; PAULA et al., 2009; COLLINS et al., 1997).

2.3 O Corante Fucsina Básica Diamante

A classificação de corantes pode ser realizada considerando-se fatores químicos ou a sua aplicabilidade. Geralmente os fabricantes realizam o agrupamento por classes de cromóforos semelhantes e, neste caso, a fucsina básica se enquadra no grupo dos corantes básicos, da família dos trifenilmetanos, que são hidrossolúveis e catiônicos, utilizados na indústria têxtil para a pigmentação de nylon, lã, algodão e seda, além do uso em ensaios bacteriológicos e histopatológicos (MAZZA, 2012; JUNIOR et al., 2010). Há diversas denominações para este tipo de corante, desde fucsina básica (CAS 569-61-9; CI 42500), Pararosnilina (P), cloridrato de benzenoamina4-(4-aminofenil)(4-imino-2,5-ciclohexadiano-1-ilideno)-metil, paramagenta ou magenta. A fucsina básica é um sólido cristalino verde, mas ao se solubilizar em água, muda sua coloração para magenta (QUÍMICA NOVA INTERATIVA, 2018; JUNIOR et al., 2010). Na Figura 1 é apresentada a estrutura química da fucsina básica diamante, na qual podem ser observados os substituintes dos núcleos aromáticos, responsáveis por sua coloração.

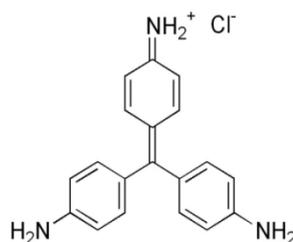


Figura 1: Fórmula estrutural da fucsina básica diamante

Fonte: Junior, et al. (2010).

Segundo Junior et al. (2010) esta classe de corantes oferece riscos à saúde como a neoplasia de tecidos, causada por intoxicações geradas em atividades ocupacionais e também por contaminação ambiental. Por esse motivo, há diversas ações desenvolvidas para degradar, como também, remover este corante de corpos d'água, sistemas aquíferos e mananciais de abastecimento, uma vez que estas fontes de águas podem ser contaminadas pelo corante através do seu descarte deliberado.

2.4 Estudo Cinético e as Isotermas de Adsorção

De acordo com Mazza (2012) e Nascimento et al. (2014) para analisar a viabilidade da separação de componentes de uma massa líquida, deve ser estudada a cinética de adsorção, pois é ela que determina a taxa de remoção do adsorvato em função do tempo, ou seja, a efetiva transferência de massa do fluido para a superfície das partículas do adsorvente. Outros parâmetros também são essenciais, como a quantidade de adsorvente, velocidade de agitação, concentração do adsorvato em solução, temperatura e pH. Assim, otimizando-se estes parâmetros, é possível construir as isotermas de adsorção, que são diagramas que representam os modelos cinéticos, e demonstram a eficiência do processo adsorptivo até o ponto de equilíbrio (NASCIMENTO et al., 2014; MAZZA, 2012). Diz-se que a solução de adsorvato está em equilíbrio com o adsorvente quando há igualdade na velocidade com que as moléculas ou íons são adsorvidos/dessorvidos na superfície do adsorvente (NASCIMENTO et al., 2014).

Para a construção de uma isoterma de adsorção é necessário ter a massa de adsorvente (m , em gramas) a ser acrescentada a um volume (V , em litros) de um conjunto de soluções com concentrações iniciais (C_o , em miligramas por litro) distintas e conhecidas. Ao se atingir o equilíbrio de adsorção, obtém-se a concentração final de soluto (adsorvato) na solução em equilíbrio (C_e , em miligramas por litro de solução) e, por último, a capacidade de adsorção do adsorvente (q_e , em miligramas de adsorvato, por grama de adsorvente), obtida através de um balanço de massas, representado pela equação 1.

$$q_e = \frac{(C_o - C_e) * V}{m} \quad (1)$$

Assim, plotando-se um gráfico de q_e x C_e , obtém-se a isoterma de adsorção. Os gráficos das isotermas podem apresentar diferentes perfis, que estão diretamente relacionados ao mecanismo de adsorção, como apresentado na Figura 2.

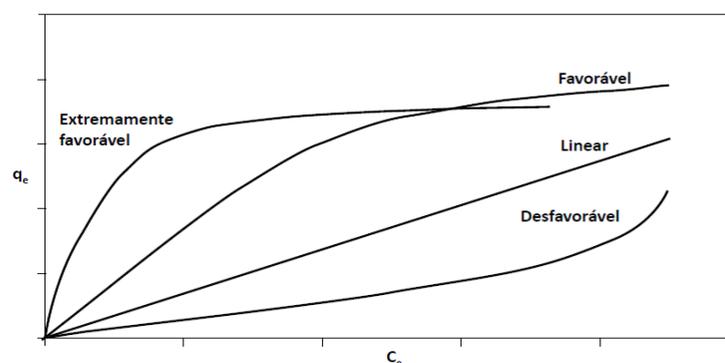


Figura 2: Possíveis perfis das isotermas de adsorção

Fonte: Nascimento et al. (2014)

Segundo Nascimento et al. (2014), com o intuito de ajustar os dados obtidos

experimentalmente sobre a relação $q_e \times C_e$, diferentes equações de isotermas foram propostas por Langmuir, Freundlich, Redlich-Peterson, Temkin e Dubinin–Radushkevich. O modelo mais aplicado aos estudos da cinética de adsorção em sistemas líquido/sólido é o de Langmuir, pois permite prever a capacidade máxima de adsorção do adsorvente, além de ser capaz de descrever, a partir dos dados experimentais, o comportamento do processo adsorptivo. A equação que representa o modelo de Langmuir parte de algumas suposições: Há um número determinado de sítios de adsorção na superfície do adsorvente; Não existe interação entre as moléculas adsorvidas, e os sítios têm energia equivalente; O processo adsorptivo acontece em uma monocamada; Comporta-se, em cada sítio, apenas uma molécula adsorvida.

A equação 2, representa a isoterma de Langmuir, sendo esta uma equação não linear.

$$q_e = \frac{q_{\max} * K_L * C_e}{1 + (K_L * C_e)} \quad (2)$$

Onde: q_e = quantidade do soluto adsorvido por grama de adsorvente no equilíbrio (mg g^{-1}); q_{\max} = capacidade máxima de adsorção (mg g^{-1}); K_L = constante de interação adsorvato/adsorvente (L mg^{-1}); C_e = concentração do adsorvato no equilíbrio (mg L^{-1}).

Ainda de acordo com Nascimento et al. (2014), um outro detalhe importante da isoterma de Langmuir é que, através de seus parâmetros é possível calcular o fator de separação ou fator de equilíbrio (R_L), que caracteriza a isoterma e o processo de adsorção como favorável ou não. O fator de separação R_L pode ser calculado pela equação 3.

$$R_L = \frac{1}{1 + K_L * C_0} \quad (3)$$

Onde: R_L = fator de separação; K_L = constante de interação adsorvato/adsorvente (L mg^{-1}); C_0 = concentração inicial da solução (mg L^{-1}).

Os valores de R_L , permitem identificar qual o tipo de isoterma obtida, de acordo com o seguinte critério: $R_L > 1$ é Desfavorável, $R_L = 1$ Linear, $0 < R_L < 1$ Favorável e $R_L = 0$ Irreversível (NASCIMENTO et al. 2014).

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizados os seguintes materiais, reagentes e equipamentos: Resíduo da queima do bagaço de cana de açúcar, o qual foi doado pela Usina Foltran – Leme/SP; corante Fucsina Básica Diamante ENCIBRA Reagentes Analíticos; água destilada; peneiras Tyler com diferentes malhas Contenco Indústria e Comércio Ltda.; mufla elétrica Fornitec Indústria e Comércio Ltda.; dessecador; balança analítica Bel Engineering Mark 1300; estufa de secagem e esterilização Fanen 315 SE; vidrarias e materiais volumétricos; jartest microprocessado Alfakit AT 403; centrífuga Centrilab 80-2B-15 mL e espectrofotômetro

UV-Vis Global Trade Technology. Inicialmente, realizou-se a caracterização físico-química das cinzas do bagaço de cana de açúcar, com base nos procedimentos do “Guia de Prática de Análise Imediata de Combustíveis Sólidos” (UFMG, 2002), englobando amostragem, análise granulométrica, determinação do teor de cinzas, umidade, matéria volátil e carbono fixo.

Para a obtenção de amostras representativas da partida de CBC, a amostragem foi realizada por quarteamento, obtendo-se três amostras que foram utilizadas nos ensaios de caracterização física e química do resíduo. Para análise granulométrica, submeteram-se as amostras obtidas ao processo de peneiramento utilizando-se a série de peneiras TYLER de malhas 8, 10, 16, 30 e 80, empilhadas e fixadas nesta ordem, em um equipamento que produz vibração controlada, e quantificaram-se as massas de CBC retidas em cada uma das peneiras, após 10 minutos no nível 10 de vibração. O teor de cinzas foi determinado através de incineração simples da CBC, aquecendo-se a amostra seca de 2,0 g, em mufla elétrica, à temperatura de 800 K, durante 3 horas, para conversão de toda a matéria orgânica em substâncias voláteis, como CO₂, tartaratos, citratos, entre outros.

Na determinação do teor de umidade da CBC, realizou-se o aquecimento direto de uma amostra de 2,0 g de CBC a 378 K em estufa, que foi pesada a cada 1 h até que se obteve uma massa constante. A matéria volátil foi determinada colocando-se 1,0 g de amostra de CBC livre de umidade, em um cadinho com tampa, seco e tarado, próximo à porta da mufla aquecida a 1253 K durante de 3 minutos. Em seguida, colocou-se o cadinho no meio da mufla por mais 7 minutos com a porta fechada. Retirou-se o mesmo, deixando-o resfriar no dessecador e determinou-se a massa final. A massa volátil equivale à diferença percentual entre a massa perdida por aquecimento e a massa original da amostra. Determinou-se também o teor de carbono fixo na CBC pela diferença entre a soma dos teores (%) de umidade, matéria volátil e matéria orgânica, e 100%. Tendo sido realizada a caracterização físico-química da CBC, avaliou-se a sua capacidade adsorvente para soluções aquosas do corante fucsina básica diamante. É importante ressaltar que, neste trabalho, o adsorvente não foi submetido a nenhum tratamento químico, ou seja, foi utilizado da forma como é produzido, e os testes para o estudo cinético foram realizados à temperatura ambiente e sem qualquer controle do pH. Deste modo, aplicou-se o estudo cinético por meio de ensaios em sistema a batelada, analisando a influência dos parâmetros tempo de contato solução de corante/CBC, massa de adsorvente utilizada e velocidade de agitação, para determinar as condições ideais de adsorção do corante fucsina básica diamante na CBC.

Para determinar o tempo de contato ideal entre a solução de corante e a CBC, foram utilizadas amostras de 5,0 g de CBC retidas na peneira de Tyler malha 10, que foram colocadas em contato com 1 L de solução aquosa do corante fucsina básica diamante, com concentração de 20 mg/L, sob agitação de 100 rotações por minuto (rpm) em jarrest, por 5, 10, 30, 60, 90 e 120 minutos. Após estes períodos de contato da CBC com a solução de corante, uma alíquota da solução foi submetida à centrifugação por 4 minutos a 3000 rpm para remoção da CBC e a concentração do corante na solução foi determinada por espectrofotometria UV-Vis, pelo método de calibração externa, a 550 nm. Na determinação

da massa de CBC ideal para a adsorção, repetiu-se este mesmo procedimento fixando-se o tempo de contato entre a solução de corante e a CBC em 90 minutos e variando-se a massa de CBC em 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 gramas. Já para definir a velocidade de agitação ideal ao sistema utilizado no processo adsorptivo, o procedimento descrito foi repetido com o tempo de contato da solução de corante com a CBC fixado em 90 minutos e a massa de 5,0 g, variando-se a velocidade de agitação do sistema em 20, 40, 80, 100, 150 e 300 rpm. Os parâmetros otimizados foram utilizados para obtenção das isothermas de adsorção a partir de soluções aquosas do corante fucsina básica de concentrações 2, 4, 10, 14, 20 e 40 mg L⁻¹.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os resultados obtidos experimentalmente nas análises físico-químicas das Cinzas do Bagaço de Cana foram obtidos através de testes empíricos, cujos resultados mostraram que as cinzas apresentam uma grande diversidade granulométrica em sua composição, sendo que, a maior porcentagem dos grãos possui diâmetros maiores. Como o intuito deste trabalho foi a máxima reutilização deste resíduo, usou-se, no estudo cinético, a maior parte da massa analisada, a qual ficou retida na peneira de malha 10. Verificou-se que a CBC contém uma grande porcentagem em massa de umidade, demonstrando que a CBC se trata de um bom adsorvente para substâncias de caráter polar, que é apontado por alguns autores (FOLETO, 2005; MAZZA, 2012) como consequência do grande teor de sílica em sua composição. Isto também é confirmado nos resultados apresentados nos testes de teor de cinzas e matéria orgânica, que indicam que o teor de cinzas da CBC supera o seu conteúdo orgânico, ou seja, a CBC tem composição predominantemente mineral, correspondente a 62,60%. Quando livre de umidade, a CBC apresenta cerca de 8% de matéria volátil. Com os teores (%) de umidade, matéria volátil e matéria orgânica obtidos experimentalmente, foi possível calcular que a CBC possui 17% de carbono fixo, ou seja, átomos de carbono que se encontram sob a forma não volátil e fixos na estrutura das cinzas, provavelmente sob a forma de carbonatos de metais alcalinos (SOUZA et al., 2005).

Os resultados obtidos para otimização dos parâmetros de tempo de contato entre a CBC e a solução aquosa do corante fucsina básica diamante, massa de CBC e velocidade de agitação do sistema de análise em batelada (Jartest), estão representados graficamente na Figuras 3 (A), (B) e (C), respectivamente. Estes parâmetros foram otimizados para se estabelecer as condições ideais do processo adsorptivo e utilizá-las na obtenção das isothermas de adsorção.

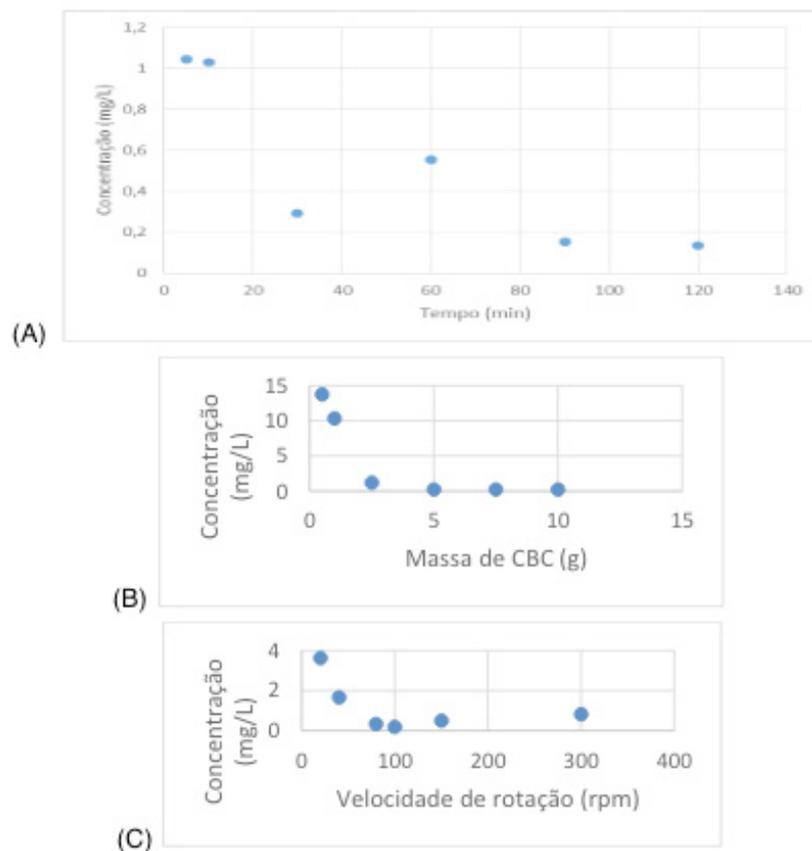


Figura 3: Variação da concentração da solução aquosa de fucsina básica diamante quantificada após (A) diferentes tempos de contato com a CBC, (B) o contato com diferentes massas de CBC e (C) contato com a CBC sob diferentes velocidades de rotação

De acordo com os resultados do estudo da cinética de adsorção apresentados na Figura 3 (A), verificou-se que nos primeiros intervalos de contato da solução do corante com a CBC avaliados, obteve-se uma redução significativa da concentração do corante em solução, pois em apenas 5 minutos de contato, 94,78% do corante foi adsorvida na CBC. Já com 90 minutos de agitação foi alcançado o equilíbrio no processo de adsorção, pois a partir deste período de contato, observou-se uma variação pouco significativa na porcentagem de corante adsorvida na CBC, que permaneceu em torno de 99%. Os dados experimentais, apresentados na Figura 3 (B), mostram que com uma massa de 5,0 gramas de cinzas obteve-se uma porcentagem de adsorção do corante em torno de 99%, ou seja, não sendo necessário o uso de massas maiores do adsorvente para alcançar porcentagens elevadas de corante adsorvido. Com relação à rotação, em 100 rpm é que foram obtidas as maiores porcentagens de adsorção e equilíbrio, conforme mostrado na Figura 3 (C).

Com base nos resultados experimentais apresentados, é possível afirmar que a CBC se trata de um excelente adsorvente para corantes catiônicos, já que, no caso da fucsina básica, quase todo o corante foi adsorvido da solução, sem a necessidade de ativação da CBC, ou qualquer outro tipo de processo ou tratamento que melhorasse tal propriedade adsorvente. O uso da CBC sem aplicação de nenhum tratamento prévio, também permite afirmar que o mecanismo de adsorção observado é misto, já que, a presença de água na superfície da CBC promove a quimissorção das moléculas de corante, enquanto que os

sítios ativos livres da superfície da CBC geram a fisissorção das moléculas do corante.

Na Figura 4 é apresentada a isoterma de adsorção obtida a partir de soluções com diferentes concentrações do corante fucsina básica, à temperatura ambiente, sob as condições otimizadas de tempo de contato (120 min), velocidade de agitação (100 rpm) e massa de adsorvente (5,0 g de CBC). É interessante destacar que se optou por prolongar o tempo de 90 para 120 minutos, para garantir a estabilização do processo adsorptivo.

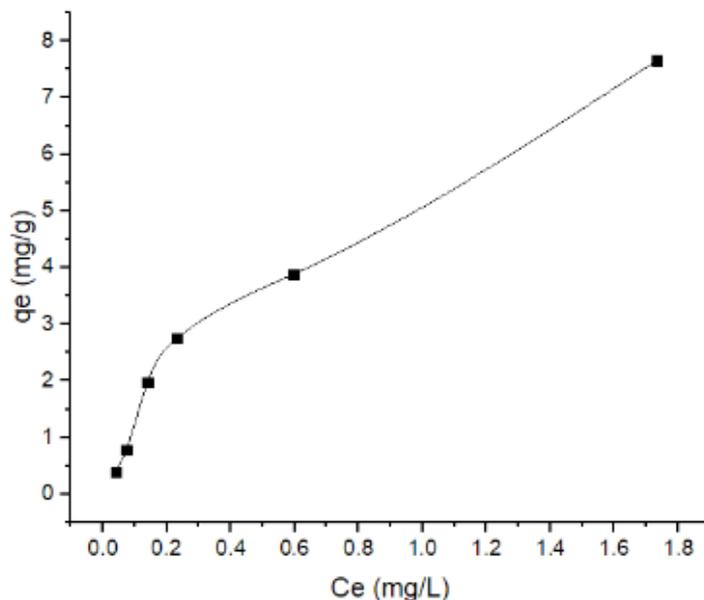


Figura 4: Isotherma de adsorção do corante fucsina básica na CBC

Comparando-se a forma da isoterma de adsorção para o corante fucsina básica na CBC, da Figura 4, com o perfil das isotermas apresentadas na Figura 2, constata-se que a adsorção do corante fucsina básica na CBC pode ser classificada como favorável. Segundo Nascimento et al. (2014), isto indica que a massa de corante fucsina retida por unidade de massa da CBC é alta para uma baixa concentração de equilíbrio do corante na fase líquida. A equação 2 é frequentemente rearranjada para outras formas para se determinar os valores de K_L e q_{max} . Neste trabalho, utilizou-se a equação 4, que se trata de uma das formas da equação de Langmuir, e representa o processo de adsorção estudado.

$$q_e = \frac{q_{max} * C_e}{\frac{1}{K_L} + C_e} \quad (4)$$

Com base na equação 4, o gráfico $q_e \times C_e$ foi ajustado, por regressão não linear, ao modelo de Langmuir, produzindo uma hipérbole do tipo $y = \frac{P_1 * x}{P_2 + x}$, onde $P_1 = q_{max}$, $P_2 = 1/K_L$, $y = q_e$ e $x = C_e$. A Figura 5 corresponde à regressão não linear da isoterma da Figura 4, pela equação 4.

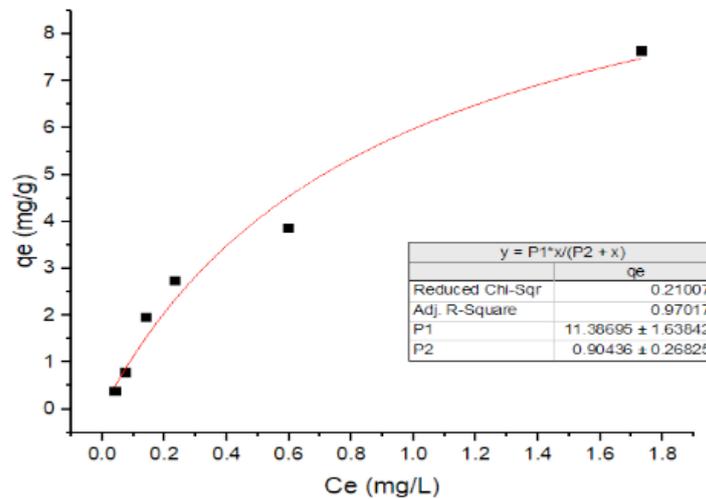


Figura 5: Isoterma de adsorção do corante fucsina básica pela CBC ajustada, por regressão não linear, ao modelo de Langmuir

A partir do ajuste dos dados experimentais ao modelo de Langmuir foi possível determinar a capacidade máxima de adsorção $q_{\max} = 11,39$ mg/g e a constante de interação adsorvato/adsorvente $K_L = 1,11$ L/mg. Calculou-se também os valores do fator de separação, R_L , utilizando a equação 3, para cada uma das diferentes concentrações iniciais de corante utilizadas nos estudos de adsorção. Assim, obtiveram-se os R_L 0,31, 0,18, 0,08, 0,06, 0,04 e 0,02, respectivamente, para as concentrações iniciais de 2, 4, 10, 14, 20 e 40 mg/L. Segundo Nascimento et al. (2014), ao aplicar modelos não lineares, a tendência a erros é menor e, sendo assim, mais adequados.

Os valores de R_L confirmam que a adsorção do corante fucsina básica pela CBC se trata de um processo favorável, uma vez que todos os valores obtidos estão entre 0 e 1, ou seja, o corante apresenta uma maior afinidade pelo adsorvente do que pela fase líquida. Consequentemente, os resultados apontam que a CBC pode ser utilizada com eficiência no tratamento de águas contaminadas com este tipo de corante, promovendo a preservação do meio ambiente, o reaproveitamento deste resíduo da indústria sucroenergética e, consequentemente, agregando valor a um resíduo gerado em grandes proporções no sistema produtivo.

5 | CONCLUSÃO

Perante o desafio de se desenvolver processos industriais cada vez mais sustentáveis e que não gerem desequilíbrio ao meio ambiente, muitos estudos têm sido realizados buscando utilizar os resíduos gerados no sistema produtivo industrial. Neste sentido, através deste trabalho foi possível determinar que as cinzas do bagaço da cana de açúcar, um resíduo gerado em grandes quantidades nas usinas sucroenergéticas, apresenta um teor mineral predominante em sua composição que lhe atribui um caráter adsorvente favorável para compostos polares. Esta característica foi comprovada através da aplicação da CBC nos estudos do processo de adsorção do corante fucsina básica, um corante catiônico largamente

empregado pelas indústrias têxteis. As isotermas de adsorção obtidas comprovaram a eficiência do emprego da CBC como material adsorvente, e mostraram que sua aplicabilidade no tratamento de efluentes da indústria têxtil é promissora.

REFERÊNCIAS

AGEITEC – Agência Embrapa de Informação Tecnológica. *Árvore do Conhecimento: Cana-de-açúcar*. 2009. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_1_711200516715.html. Acesso em: 27 jun. 2017.

ASSIS, Patricia Aparecida. **Adsorção de metais pesados em solução aquosa e em drenagem ácida de mina utilizando bagaço de cana-de-açúcar modificado quimicamente**. 2012. 88 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Pós Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2012.

COLLINS, H. C.; BRAGA, G.L.; BONATO, P.S. **Introdução a métodos cromatográficos**. 7. ed. Campinas, SP: Editora UNICAMP, 1997. 279 p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Monitoramento Agrícola: Acompanhamento da Safra Brasileira - Cana de Açúcar**. V.5 - Safra 2018/19 - N.2 - Segundo levantamento, Brasília, Agosto 2018. p. 12, 17. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>. Acesso em: 29 set. 2018.

FOLETO, E. L.; HOFFMANN, R.; HOFFMANN, R. S.; PORTUGAL JR., U. L.; JAHN, S. L. **Aplicabilidade das cinzas de casca de arroz**. Química Nova, v. 28, n. 6, p. 1055-1060, Agosto 2005.

HELENO, R. A., REIS, T. V. S., FUNGARO D. A. **Síntese de sílica gel obtida a partir das cinzas de resíduo de biomassa da cana-de-açúcar por diferentes processos**. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CENEN/SP). In: International Workshop Advances in Cleaner Production, 2015, São Paulo. p. 1-9.

JUNIOR, Humberto da Silva; FREITAS, Gutto Raffyson Silva de; NÉRI, Diogo Roberto Ferreira; PEREIRA, Francisco Régis da Silva; FARIAS, Robson Fernandes de; PEREIRA, Francisco Claudece. **Monitoramento do corante pararosanilina em amostras biológicas**. Departamento de Química - Universidade Federal do Rio Grande do Norte UFRN, Brasil. Eclética química, v. 35, n. 3, 2010.

KAWA, Luciane. **Resíduo da produção de cana de açúcar**. FAPESP na Mídia. bv-cdi FAPESP. 2015. Disponível em: <http://www.bv.fapesp.br/namidia/noticia/109777/residuos-producao-cana-acucar>. Acesso em: 03 out. 2018.

MALAVOLTA, E. **Sobre a utilização agrícola do resíduo de cinza de caldeira, CNA - Centro de Energia Nuclear na Agricultura**, USP, In: Parecer para a Cargill Citrus Ltda, Piracicaba. 2001, 17.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agropecuária puxa o PIB de 2017**. 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/agropecuaria-puxa-o-pib-de-2017>. Acesso em: 29 set. 2018.

MAZZA, Antonio Iris. **Adsorção de corantes catiônicos em solução aquosa utilizando resíduo de bagaço de cana - RBC**. 2012. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Pós-Graduação em Ecossistemas Marinhos, Universidade Santa Cecília, Santos, SP, 2012.

NASCIMENTO, R. F. do; LIMA, A. C. A. de; VIDAL, C. B.; MELO, D. Q.; RAULINO, G. S. C. **Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014. 256p.: il.; 21 cm.

NIST - NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **Fuchsin ren basic**. U.S. Department of Commerce. NIST Chemistry WebBook. 2018. Disponível em: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?Formula=C20H20CIN3&MatchIso=on&Nolon=on&Units=SI&clR=on&CMS=on&cUV=on#Notes>. Acesso

em: 20 jul. 2018.

PAES, Matheus Hansen. **Emprego das cinzas do bagaço de cana na construção civil**. Portal Biosistemas Brasil - Aproveitamento de Resíduos. 2010. Disponível em: <http://www.usp.br/portalsbiosistemas/?p=74>. Acesso em: 03 out. 2018.

PAULA, M. O.; TINÔCO, I. F. F.; RODRIGUES, C. S.; SILVA, E. N.; SOUZA, C. F. **Potencial da cinza do bagaço da cana-de-açúcar como material de substituição parcial de cimento Portland**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 13, n. 3, p.353–357, Outubro 2009.

QUÍMICA NOVA INTERATIVA. **Fucsina, C₂₀H₂₀ClN₃**. Sociedade Brasileira de Química. 2018. Disponível em: http://qnint.sbq.org.br/qni/popup_visualizarMolecula.php?id=8IC5PTKRYv-1DOy3Ssstml2zQqkpZY0845YCTPmym8v48eX88JadbbcM6iX3N6XWNSC_0h81tEG_prgHlhHAMg==. Acesso em: 15 out. 2018.

SANTOS, Márcio Aurélio Soares. **O que fazer com o bagaço da cana de açúcar? Uma abordagem da teoria das opções reais aplicada a usinas de processamento de etanol e açúcar da região de Piracicaba**. 2015. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) - Fundação Getúlio Vargas Escola de Economia de São Paulo, 2015.

SOUZA, T. C.; FERREIRA, C. A.; BRANDÃO, P. C.; HORI, C. E.; ROMANIELO, L. L. **Avaliação do uso de biomassa como adsorvente para a separação de contaminantes orgânicos em efluentes líquidos**. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2005, Campinas. p. 1-7.

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais. **Guia de Prática de Análise Imediata de Combustíveis Sólidos**. 2002. Disponível em: <ftp://ftp.ufv.br/dta/disciplinas/tal420/2002/Combust%EDveis/GUIA%20DE%20PR%20C1TICA%20DE%20AN%20C1LISE%20IMEDIATA%20DE%20COMBUST%20S%20S%20D3LIDOS.doc>. Acesso em: 01 jul. 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Água 58, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 112, 113, 115, 116, 117, 160, 162, 163, 164, 165, 169, 171, 177, 178, 181, 183, 184, 185, 186, 188, 189, 191, 194, 201, 221, 222, 223, 224, 226, 232, 235, 236, 237, 238, 244, 246, 247, 248, 250, 251, 253, 254, 257, 262, 263, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 276, 277, 278, 297

Ar 66, 147, 148, 149, 151, 152, 158 83, 86, 139, 145, 148, 149, 151, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 204, 238, 272

Aveiro 29, 31, 32, 33, 34, 37, 38, 39

B

Bicicleta 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 34, 36, 37, 38, 39

C

Cadastro 208, 209, 210, 212, 213, 215, 217, 219, 220, 299, 302, 304, 305, 306, 307

Cidades inteligentes 1, 2, 6, 9, 10, 12, 13

Cidades tradicionais 1, 2, 4

Computadores 120, 129, 319

Construção civil 9, 85, 86, 87, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 108, 109, 110, 112, 198, 221, 222, 231, 232, 234, 244, 247, 286, 294

D

Desenvolvimento 3, 4, 6, 13, 16, 18, 23, 31, 32, 40, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 50, 55, 56, 57, 58, 66, 67, 86, 91, 93, 103, 127, 129, 176, 179, 180, 181, 187, 200, 222, 266, 267, 268, 279, 281, 297, 306, 307, 321, 326, 327, 328, 329, 331

Diesel 63, 85, 94, 95, 96, 97

E

Educação ambiental 99, 103, 105, 106, 109, 327

Empresas 48, 86, 89, 91, 99, 110, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 224, 297

Estabilização 195, 233, 234, 235, 237, 243

G

Geração de Resíduos 98

Gestão Territorial 53, 208, 209

L

Lava-rodas 85, 94, 95

Lisboa 14, 15, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 39, 59, 294, 319

Logística Reversa 119, 120, 129

M

Mapeamento 98, 99, 105, 106, 108, 109, 299, 300, 301, 310

Mobilidade 14, 29, 34, 39, 151

Mobilidade urbana 14, 15, 18, 20, 29, 30, 39, 55

O

Óleo 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97

P

Parcelas 66, 72, 133, 135, 136, 208, 210, 211, 214, 216, 217, 218

Passageiros 10, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 282

Pavimentação 109, 233, 234, 243, 245, 246, 247, 248, 249, 252, 253, 254, 266, 268, 271, 273

Planejamento 8, 10, 29, 30, 40, 41, 42, 43, 54, 56, 58, 66, 101, 103, 121, 148, 177, 217, 299, 309, 310

Q

qualidade 3, 8, 10, 12, 22, 30, 38, 56, 86, 103, 120, 148, 149, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 180, 185, 200, 217, 221, 223, 224, 230, 234, 258, 259, 264, 268, 278, 281, 289, 292, 294, 298, 299, 300, 309, 313, 320

Qualidade 66, 85, 148, 151, 223, 278, 332

R

Rede ciclável 14, 15, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 38

Regional 13, 17, 40, 41, 42, 43, 45, 47, 50, 72, 96, 294, 295

Resíduos 9, 86, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 187, 188, 196, 222, 231, 232, 245, 247, 269

S

Separador 85, 94, 95

SINTER 12, 208, 209, 210, 211, 217, 218, 219

Suporte 233, 237, 239, 243, 320, 321, 322

Sustentabilidade 98, 129, 222, 232, 308, 319

T

Tecnologia 11, 12, 51, 85, 96, 97, 110, 112, 119, 147, 199, 221, 232, 265, 294, 319, 332

Tierra 135, 145

Tijolo solo-cimento 222, 225

Tipologias Cicloviárias 29

Tráfego 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 31, 32, 34, 35, 36, 38, 91, 148, 153, 157, 158, 233, 243, 252, 268, 270, 276, 283, 285, 288, 289, 292, 293, 294, 313, 317

Transporte Ferroviário 51, 54

Transportes 18, 20, 21, 23, 25, 40, 42, 43, 53, 56, 57, 58, 59, 61, 66, 67, 95

Tratamento de Esgoto 199, 204

U

Urbanização 1, 2, 4, 5, 13

Urbano 10, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 26, 29, 30, 31, 33, 34, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 50, 51, 53, 54, 56, 57, 58, 65, 66, 67, 69, 71, 72, 75, 77, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 140, 141, 143, 144, 145, 148, 150, 158, 175, 211, 217, 220, 231, 294, 309

V

Veículos 6, 16, 17, 21, 25, 34, 35, 36, 41, 50, 55, 58, 60, 65, 88, 92, 94, 147, 148, 150, 153, 157, 158, 285, 310, 311, 313, 318

 **Atena**
Editora

2 0 2 0