



A Produção do Conhecimento na Engenharia Química 2

**Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)**



A Produção do Conhecimento na Engenharia Química 2

**Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)**

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: Karine de Lima

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

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

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

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

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di 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

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

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
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
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 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
Profª Drª 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. 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

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

P964 A produção do conhecimento na engenharia química 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Carmen Lúcia Voigt. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-976-9

DOI 10.22533/at.ed.769203001

1. Engenharia química – Pesquisa – Brasil. I. Voigt, Carmen Lúcia.

CDD 660.76

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

Neste segundo volume, sobre a Produção do Conhecimento na Engenharia Química, apresentamos diversos trabalhos desenvolvidos com pesquisas relacionadas às áreas de energias renováveis, abordando diferentes biomassas, produção de bioetanol, biodiesel e também utilização de energia solar nos processos.

Com intuito de reduzir os impactos gerados pelos combustíveis fósseis, os trabalhos apresentados mostram, por exemplo, o farelo de arroz como suplemento no meio fermentativo para produção de etanol, obtenção de biodiesel a partir de óleo de mamona comparada ao simulador, estudo da biomassa do capim elefante, energia solar para destilação de etanol, entre outros.

Além disto, este volume trás para você pesquisas voltadas à área de bebidas fermentadas, sendo o foco destes estudos a melhoria dos produtos e dos processos de fabricação. Os trabalhos abordam, entre outras coisas, efeitos de produtos adicionados na fermentação, como trub, e no mosto, como chá verde; avaliação microbiológica e melhoria na produção de cerveja artesanal; bem como desenvolvimento de procedimentos para determinação de metais em cachaça de alambique de cobre.

Também é possível visualizar trabalhos com diferentes tipos de métodos empregados com a finalidade de proporcionar melhores processos produtivos e gerar maiores cuidados com o meio ambiente, relacionados à prevenção e remoção de poluentes. Nestes trabalhos verificam-se métodos de adsorção, secagem, caracterização, separação, assim como simulação computacional de processos.

Portanto, os trabalhos selecionados possibilitam conhecimento de novos materiais, técnicas e processos, como também cuidados com meio ambiente e desenvolvimento tecnológico, expondo a produção de conhecimento na Engenharia Química, de grande importância para ciência e para a sociedade.

Fundamentado nestes trabalhos, que você possa aperfeiçoar seus saberes nesta área.

Bom estudo.

Carmen Lúcia Voigt

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ETANOL POR <i>SACCHAROMYCES CEREVISIAE</i> SUPLEMENTADO COM FARELO DE ARROZ	
Mariane Almeida Gonçalves Grazieli Tavares Amoglia Daniel Elvis Basílio da Silva Fernanda Palladino	
DOI 10.22533/at.ed.7692030011	
CAPÍTULO 2	8
ESTUDO COMPARATIVO DA OBTENÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO DE MAMONA EM LABORATÓRIO E NO SIMULADOR DE PROCESSOS QUÍMICOS DWSIM	
Anna Luiza Araújo Baptista Clara de Castro Amaral Marcos Vinicius Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.7692030012	
CAPÍTULO 3	16
ESTUDO CINÉTICO DE DIFERENTES CULTIVARES DA BIOMASSA DO CAPIM ELEFANTE (<i>PENNISETUM PURPUREUM</i> SCHUM.)	
Mayara de Oliveira Lessa Renata Martins Braga Emerson Moreira de Aguiar Marcus Antônio de Freitas Melo	
DOI 10.22533/at.ed.7692030013	
CAPÍTULO 4	30
USO DA ENERGIA SOLAR NA DESTILAÇÃO DO ETANOL APLICADO NA EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE COCO	
Lucas Rodrigo Custódio Silva Marina Barbosa Maluf Ribeiro Amanda Dornelas Oliveira Caroline Santos Silva Érica Victor de Faria Kássia Graciele dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.7692030014	
CAPÍTULO 5	44
AVALIAÇÃO DA CINÉTICA DE ADSORÇÃO DE FURFURAL PELO ADSORVENTE CARVÃO ATIVADO	
Ana Cláudia Rodrigues De Barros Riann de Queiroz Nóbrega Lorena Lucena De Medeiros Flávio Luiz Honorato Da Silva Joelma Moraes Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.7692030015	
CAPÍTULO 6	54
AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE CERVEJA TIPO PILSEN ADICIONADA DE CHÁ VERDE NA ETAPA DE FERVURA DO MOSTO	
Natália Pinto Guedes de Moraes Thaís Cardozo Almeida	

João Vitor Cabral Gonçalves
Luana Tashima
Ligia Marcondes Rodrigues dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.7692030017

CAPÍTULO 7 63

PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL COM ADIÇÃO DE ÁCIDO ASCÓRBICO A PARTIR DE FRUTO AMAZÔNICO

Catherinne Édi Muniz Pimentel
Igor Lins Santiago
Syra Kelly Murabac Silva Oliveira
Ricardo Lima Serudo

DOI 10.22533/at.ed.7692030018

CAPÍTULO 8 71

DESENVOLVIMENTO DE PROCEDIMENTO DETERMINATIVO PARA ANÁLISE QUANTITATIVA DE NÍQUEL EM CACHAÇAS DE ALAMBIQUE DE COBRE EMPREGANDO ESPECTROFOTOMETRIA UV-VIS

Alexandre Mendes Muchon
Karina Moraes Lima
Alex Magalhães de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.7692030019

CAPÍTULO 9 77

PRODUÇÃO DE LIPASES POR FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO: UMA ANÁLISE PRELIMINAR DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO

Enylson Xavier Ramalho
Pedro Henrique Barbosa Fernandes
Cristian Orlando Avila
Rodrigo Silva Dutra
Lina María Grajales

DOI 10.22533/at.ed.76920300110

CAPÍTULO 10 85

SECAGEM DOS FRUTOS DE AÇAIRANA (*MICONIA CILIATA* (RICH.) DC) EM DIFERENTES LEITOS

Letícia Bahia Vieira
Ingrid Layanne dos Santos Pereira
Juliana Ferreira Costa
Lidiane Diniz do Nascimento
Elisangela Lima Andrade
Lorena Gomes Corumbá
Nielson Fernando da Paixão Ribeiro
Elza Brandão Santana
Lênio José Guerreiro Faria
Cristiane Maria Leal Costa

DOI 10.22533/at.ed.76920300111

CAPÍTULO 11 97

COMPORTAMENTO COLORIMÉTRICO DE EXTRATOS DE AÇAIRANA (*MICONIA CILIATA*)

Ingrid Layanne dos Santos Pereira
Letícia Bahia Vieira
Paulo César Souza de Moraes Júnior
Wandson Braamcamp de Souza Pinheiro

Samara de Paula Pinheiro Menezes Marques
Hellen Carvalho Barros
Davi do Socorro Barros Brasil
Elza Brandão Santana
Lênio José Guerreiro Faria
Cristiane Maria Leal Costa

DOI 10.22533/at.ed.76920300112

CAPÍTULO 12 108

HIDROCARBONIZAÇÃO DE EFLUENTES DE UMA LAVANDERIA INDUSTRIAL

Larissa Yukie Pianho
Fernanda Carla Camilo Lima
Thiago Peixoto de Araújo
Maria Angélica Simões Dornellas de Barros

DOI 10.22533/at.ed.76920300113

CAPÍTULO 13 115

MODIFICAÇÃO DAS PROPRIEDADES TEXTURAS DA PENEIRA MOLECULAR DO TIPO MCM-41 POR DEPOSIÇÃO DE CARBONO

Diogo Pimentel de Sá da Silva
Raul César da Silva Nascimento
Ivo da Silva
Julyane da Rocha Santos
Antonio Osimar Sousa da Silva

DOI 10.22533/at.ed.76920300114

CAPÍTULO 14 123

ESTUDO COM TROCADORES DE ÍONS PARA A DETERMINAÇÃO DE FERRO DISPONÍVEL PARA PLANTAS EM SOLOS DA REGIÃO DE FORMIGA-MG

Luana Cristina Camargos Gomes
Alex Magalhães de Almeida
Anísio Cláudio Rios Fonseca
Alexandre Mendes Muchon

DOI 10.22533/at.ed.76920300115

CAPÍTULO 15 128

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA TROCA TÉRMICA EM UNIDADE PILOTO DE UM SISTEMA COILED TUBING

Lorena Rodrigues Justino
Caroline Eulino Gonçalves Pereira
Beatriz Rosas Oliveira
Eduardo Cunha Hora Paraíso
Luís Américo Calçada
Cláudia Míriam Scheid

DOI 10.22533/at.ed.76920300116

CAPÍTULO 16 136

SIMULAÇÃO FLUIDODINÂMICA DE LEITO JORRO RETANGULAR USANDO CFD - COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

Ana Paula Silva Artur
Elaine Cristina Batista da Silva
Tuane Tayrine Mendes Cardozo
Welberth Santos Laizo

Aderjane Ferreira Lacerda
Reimar de Oliveira Lourenço
DOI 10.22533/at.ed.76920300117

CAPÍTULO 17 150

SIMULAÇÃO DO CARREGAMENTO DE FERTILIZANTE EM TAMBORES ROTATIVOS COM SUSPENSORES USANDO O MÉTODO DOS ELEMENTOS DISCRETOS (DEM)

Gabrielle Ferreira Gravena
José Luiz Vieira Neto
Kassia Graciele dos Santos
Beatriz Cristina Silvério

DOI 10.22533/at.ed.76920300118

CAPÍTULO 18 160

SEPARATION OF ACETONA-CHLOROPHORM MAXIMUM BOULATING AZEOTROPE USING METHYL SULPHOXIDE THROUGH PROSIMPLUS SIMULATOR

Guilherme Ferreira da silva
Kerilen Paola Teixeira de Castro

DOI 10.22533/at.ed.76920300119

CAPÍTULO 19 172

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE SABONETES LÍQUIDOS E EM BARRA

Vanessa Mendes Santos
Amanda Dias Monteiro

DOI 10.22533/at.ed.76920300120

CAPÍTULO 20 183

MODELAGEM CINÉTICA DA CLORAÇÃO DO TA_2O_5 COM C_2CL_4

Rogério Navarro Correia de Siqueira
Taiane Zocatelli
Eduardo de Albuquerque Brocchi

DOI 10.22533/at.ed.76920300121

SOBRE A ORGANIZADORA..... 201

ÍNDICE REMISSIVO 202

MODIFICAÇÃO DAS PROPRIEDADES TEXTURAIIS DA PENEIRA MOLECULAR DO TIPO MCM-41 POR DEPOSIÇÃO DE CARBONO

Data de submissão: 27/10/2019

Data de aceite: 21/01/2020

Diogo Pimentel de Sá da Silva

Universidade Federal de Alagoas – UFAL

Maceió - AL

<http://lattes.cnpq.br/3465259125832254>

Raul César da Silva Nascimento

Universidade Federal de Alagoas – UFAL

Maceió - AL

<http://lattes.cnpq.br/2019447815844153>

Ivo da Silva

Universidade Federal de Alagoas – UFAL

Maceió - AL

<http://lattes.cnpq.br/1044707419286865>

Julyane da Rocha Santos

Universidade Federal de Alagoas – UFAL

Maceió – AL

<http://lattes.cnpq.br/6241274811773515>

Antonio Osimar Sousa da Silva

Universidade Federal de Alagoas – UFAL

Maceió - AL

<http://lattes.cnpq.br/5289388662589522>

RESUMO: Nas últimas décadas houve um grande aumento na utilização das peneiras moleculares do tipo MCM-41 na área da adsorção, aonde estas vem se demonstrando como adsorventes versáteis por possuírem

uma estrutura hexagonal ordenada e elevada área específica. Além disso, os materiais mesoporosos são utilizados como suporte para deposição de carbono com o intuito de otimizar estas características, acarretando em uma melhoria no seu uso como adsorventes. Neste trabalho foi avaliada a síntese da MCM-41 e uma versão modificada por deposição de carbono oriundo da sacarose (MCM-41-CC). A partir das análises de difratometria de raios X (DRX) e adsorção de N₂, foram obtidos perfis de difratogramas e isotermas de adsorção característicos da peneira molecular MCM-41. Através das análises térmicas (TG/DTG) foi possível determinar a porcentagem de carbono na MCM-41-CC, que foi de 32,8 %. As análises de adsorção de N₂ mostraram que houve uma redução da área específica dos materiais modificados com camada de carbono. No entanto, os resultados de área de microporos, diâmetro de poro médio e volume microporoso da MCM-41 CC aumentaram em relação a MCM-41 pura. **PALAVRAS-CHAVE:** Modificação. MCM-41. Deposição de carbono.

MODIFICATION OF TEXTURAL PROPERTIES OF MCM-41 TYPE MOLECULAR SIEVE BY CARBON DEPOSITION

ABSTRACT: In recent decades there has been a large increase in the use of MCM-41 molecular sieves in the area of adsorption, where they

have been shown as versatile adsorbents by having an orderly hexagonal structure and high specific area. In addition, mesoporous materials are used as a support for carbon deposition with the in order to optimize these characteristics, leading to an improvement in their use as adsorbents. In this work we analyzed the synthesis of MCM-41 and a modified version by sucrose carbon covered (MCM-41-CC). From X-ray diffraction (XRD) and N₂ adsorption analyzes, diffractograms and N₂ adsorption, diffractogram profiles and adsorption isotherms characteristic of the molecular sieve MCM-41 were obtained. Through thermal analysis (TG / DTG) it was possible to determine the carbon percentage in MCM-41-CC, which was 32.8%. Analyzes N₂ adsorption showed that there was a reduction in the specific area of carbon layer modified materials. However, the micropore area results, average pore diameter and microporous volume of MCM-41 CC increased over pure MCM-41.

KEYWORDS: Modification. MCM-41. Carbon covered.

1 | INTRODUÇÃO

A MCM-41 é uma sílica mesoporosa e, representa o material mais importante da família M41S, graças a sua possível aplicabilidade a nível industrial, bem como ao seu interesse científico no sentido do desenvolvimento de novas estratégias de síntese e métodos de caracterização (Morais, 2012). A MCM-41 caracteriza-se por apresentar elevados valores de área superficial entre 700 - 1500 m².g⁻¹ e por possuir elevado volume de poros a depender do surfactante utilizado em sua síntese (Zhang e Ying, 1997). Estruturalmente trata-se de um empacotamento hexagonal de poros cilíndricos unidirecionais e arranjados em estrutura semelhante a uma “colmeia” (Carmo et al., 2009). A flexibilidade dos métodos de síntese que utilizam os templates permite a obtenção desses materiais controlando-se o tipo de estrutura e tamanho de poro, as composições da parede e as áreas superficiais interconectadas, tão como, permitindo a otimização do material para a aplicação específica necessária (Linares et al., 2014).

De um modo geral, os carvões são materiais essencialmente microporosos que adsorvem pequenas moléculas, no entanto, quando os adsorvatos são polímeros ou moléculas de grandes dimensões como vitaminas ou corantes, a sua adsorção apenas é possível se existirem poros de maiores dimensões (Fernandes, 2009). Diante disso, materiais mesoporosos como a MCM-41 são utilizados como suporte para deposição de carbono a fim de melhorar ainda mais as características de adsorção da peneira molecular (Lin et al., 2005). Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a síntese de peneiras moleculares: MCM-41 e a sua versão modificada por deposição de carbono MCM-41-CC. A fonte de carbono escolhida para este trabalho foi a sacarose, por ser uma matéria-prima renovável e de baixo custo.

2 | METODOLOGIA

2.1 Síntese das peneiras moleculares

As composições e o procedimento de preparo dos géis de síntese foram baseados no método de Pérez et al. (2016). Os reagentes precursores foram misturados a partir da seguinte composição molar: 3,3 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$: 0,2 CTMA : 1 SiO_2 : 1 Na_2O : 0,9 H_2SO_4 : 143 H_2O .

O procedimento de mistura dos materiais precursores foi realizado de acordo com as seguintes etapas: (i) dissolução do cetiltrimetilamônio (CTMA) em etanol, posterior, adição de 40% da água (Solução I). A mistura foi agitada até completa dissolução do surfactante. (ii) diluição do metassilicato de sódio em 40% da água (Solução II). (iii) preparou-se uma solução contendo ácido sulfúrico em 20% da água (Solução III). As soluções I e II foram misturadas e mantidas sob agitação por 30 minutos. Em seguida, adicionou-se a Solução III onde toda a mistura foi homogeneizada durante 90 minutos. O gel final foi então colocado em vasos de teflon revestidos em autoclaves de aço inoxidável, e aquecidos em estufa a 150 °C por 24 horas. O sólido resultante recuperado por filtração a vácuo, lavado com água destilada até atingir pH neutro, e seco em estufa a 80 °C por 24 horas. Por fim, as amostras foram calcinadas sob fluxo de ar de 100 mL.min⁻¹ com uma rampa de aquecimento de 2 oC.min⁻¹ a 550 oC por 6 horas.

A massa de sacarose utilizada foi calculada baseando-se na metodologia de Lin et al. (2005), que descreve ser necessário 2 g de sacarose para a deposição de uma monocamada de carbono sobre a superfície de uma alumina com área superficial de 200 m².g⁻¹. Determinada a massa de carbono, a MCM-41 foi misturada a uma solução contendo água destilada e sacarose. A mistura foi agitada até completa homogeneização e seca em estufa a 90 °C por 24 horas. Em seguida, a amostra foi calcinada sob fluxo de N₂ de 30 mL.min⁻¹ com uma rampa de aquecimento de 2 oC.min⁻¹ a 600 °C por 60 minutos.

2.2 Caracterizações

As análises de DRX foram realizadas utilizando um difratômetro da Shimadzu XRD-6000, com radiação $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda = 0,1542$ nm), filtro de Ni, voltagem de 40 kV e corrente de 30 mA. A aquisição dos dados foi realizada no intervalo de 2θ entre 1-10° e 3-40°, com velocidade de varredura de 2°.min⁻¹ e passo de 0,02°. As análises de TG/DTG foram realizadas em uma termobalança da Shimadzu DTG-60H, com taxa de aquecimento 10 °C.min⁻¹, sob atmosfera de ar sintético de 100 mL.min⁻¹, de temperatura ambiente à 800 °C. As medidas de adsorção nitrogênio foram realizadas em um equipamento Micromeritics ASAP 2020, no intervalo de pressões relativas P/P₀ entre 0,01 e 1,0.

3 | 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1(a) exibe as curvas de TG/DTG da amostra de MCM-41 não calcinada. Através das curvas de DTG identificaram-se quatro eventos de perdas de massas distintos. Podendo-se atribuí-los a: (I) 25 °C – 120 °C, relacionado à perda de água fisicamente adsorvida e à evaporação de amônia, (II) 120 °C – 325 °C, correspondente à decomposição do direcionador orgânico, (III) 325 °C – 460 °C, relativo a perda de massa devido à oxidação dos compostos orgânicos residuais, (IV) acima de 460 °C, referente a perda de água estrutural relacionada a condensação de grupos silanois (Berezovska et al., 2008).

A Figura 1(b) mostra as curvas TG/DTG para a MCM-41-CC calcinada, através das quais foi possível determinar o teor de carbono das amostras. O comportamento das curvas de DTG descrevem três eventos de perdas de massas diferentes. Na região (I) ocorre à evaporação da água fisicamente adsorvida até 100 °C, onde a partir daí há um comportamento estável até 400 °C. Na região (II), entre 400 °C – 650 °C, a perda de massa ocorre devido a oxidação do carbono depositado na superfície do sólido. Na Tabela 1 estão descritos os eventos de perdas de massas de cada região para a MCM-41 não calcinada e MCM-41 CC calcinada. Observa-se que o teor de carbono presente na amostra MCM-41-CC foi de 33 %.

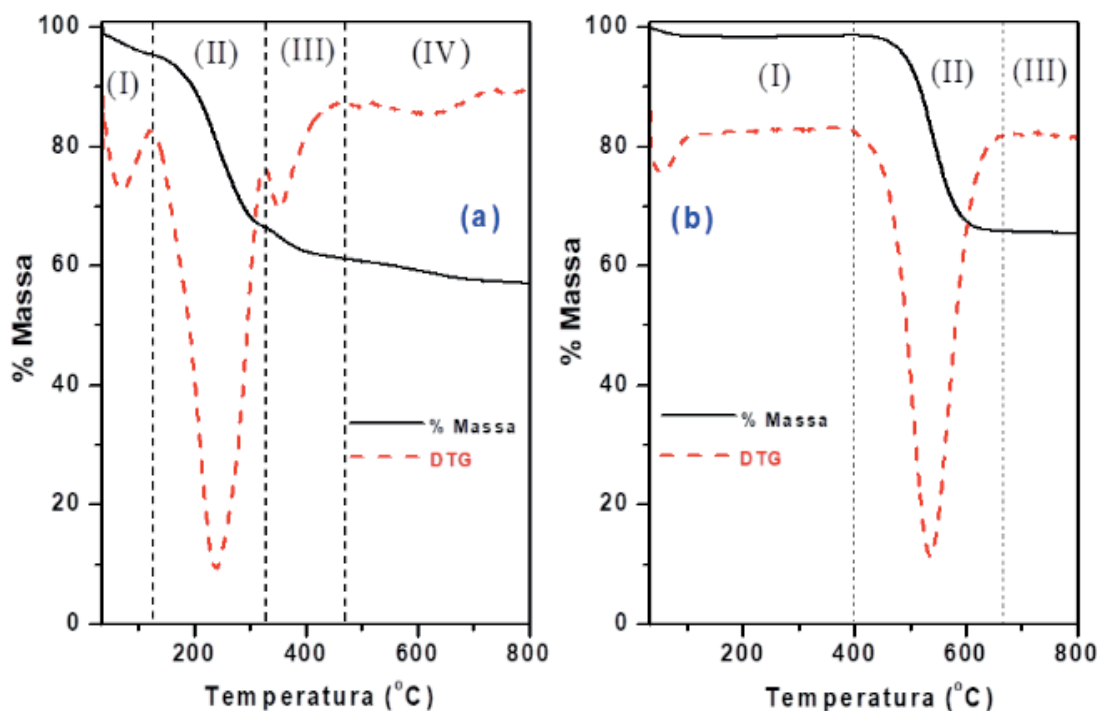


Figura 1 - Análises térmicas: (a) MCM-41 não calcinada e (b) MCM-41-CC calcinada.

Amostra	Região	Faixa de temperatura (°C)	Perda de massa (%)
MCM-41	I	35-120	4,3
	II	120-325	28,9
	III	325-460	5,2
	IV	460-800	4,3

MCM-41 CC	I	33-400	1,5
	II	400-650	33
	III	650-800	0,5

Tabela 1 – Eventos de perdas de massa para MCM-41 não calcinada e MCM-41 CC calcinada.

A Figura 2(a) mostra os DRX das amostras MCM-41 antes e após calcinação. Ambos difratogramas apresentam os principais picos de difração referente a estrutura da MCM-41 (Chunfeng et al., 2009). O primeiro pico está centrado por volta de $2\theta = 2^\circ$, sendo atribuído ao plano de reflexão (1 0 0), resultante da homogeneidade das distâncias interpelares (d_{100}) e dos diâmetros dos mesoporos no material sintetizado. Os outros picos menos intensos, surgem das reflexões dos planos secundários (1 1 0) e (2 0 0); representam a formação de materiais mesoporosos bem ordenados com simetria hexagonal.

A Figura 2(b) demonstra o DRX comparativo da amostra MCM-41-CC não calcinada com a sacarose, onde se verificou que não há fase cristalina referente à sacarose presente nas matrizes de sílica, indicando possivelmente que a mesma está bem distribuída na superfície do material.

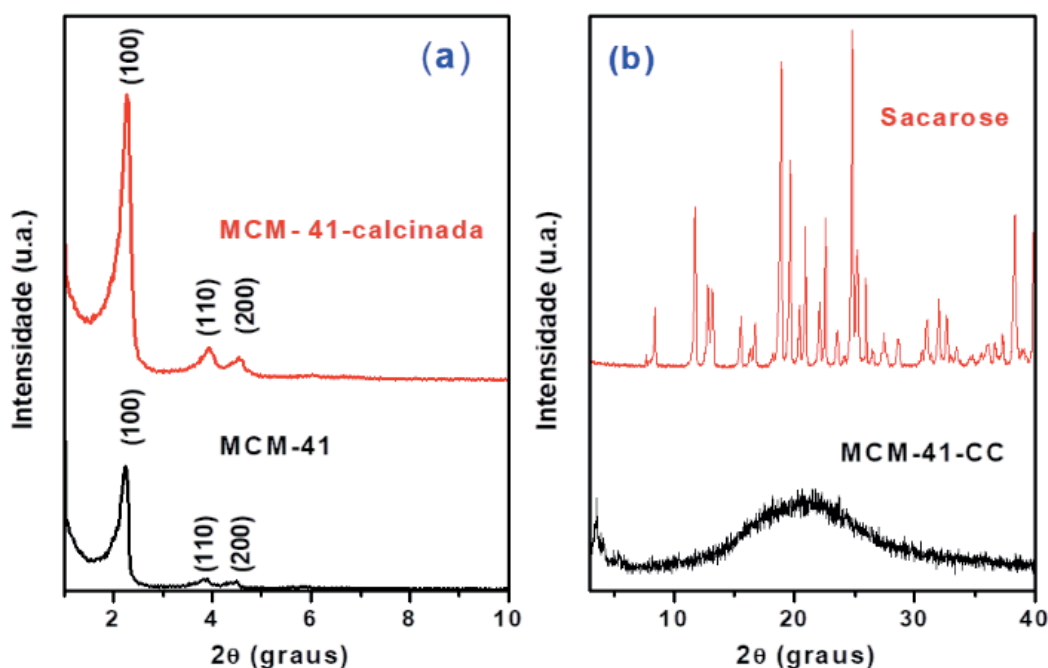


Figura 2- DRX das amostras: (a) MCM-41 não calcinada e calcinada (b) MCM-41-CC não calcinada e sacarose.

A Tabela 2 lista os parâmetros texturais obtidos pelas análises de DRX e adsorção de N_2 . O grau de organização relativo (G_o) e o grau de organização em relação a área BET (G_o (BET)) foram utilizados como padrões para comparar a MCM-41 calcinada com as outras amostras, uma vez que o plano de reflexão (1 0 0) da MCM-41 calcinada são mais intensos e apresentam maior área superficial obtida pelo método BET. As amostras da MCM-41 não calcinada e MCM-41-CC calcinada

apresentam valores de parâmetro de rede (a_0) e distância interplanar (d_{100}) com um pequeno aumento em relação à MCM-41 padrão, indicando que a presença do surfactante e do carbono influenciam na estrutura do material.

Amostra	2θ (graus)	$d_{(100)}$ (nm)	a_0 (nm)	Go (%)	Go (BET) (%)
MCM-41 NC	2,14	4,12	4,76	88	-
MCM-41*	2,26	3,90	4,50	100	100
MCM-41 CC	2,12	4,16	4,80	44	76

Tabela 3- Propriedades estruturais das peneiras moleculares medidas através de DRX.

Observações: $d(100)$: distância interplanar; a_0 : parâmetro de rede definido como $a_0 = 2d_{100}/\sqrt{3}$; *amostras padrão.

A Figura 3 apresenta as isotermas de adsorção-dessorção de nitrogênio sobre a amostra de MCM-41 e MCM-41-CC, respectivamente. De acordo com a classificação da International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), as amostras apresentam isotermas de adsorção do tipo IV, característicos de adsorventes mesoporosos. A MCM-41 apresenta uma histerese tipo I, típico de materiais com tamanho de poro uniforme e forma cilíndrica ou de materiais que consistem em agregados de partículas esferoidais. O volume adsorvido a pressões relativas (P/P_0) aumenta entre 0,3 e 0,5 para o MCM-41, indicando a presença de mesoporos com diâmetro uniforme. Após estes patamares de adsorção, a quantidade de N_2 adsorvido não aumenta significativamente, apontando para a ausência de mesoporos secundários (Pérez et al., 2016). A isoterma da MCM-41-CC possui uma histerese tipo III, referente a uma estrutura de partículas agregadas com diferentes geometrias, mas tamanhos uniformes.

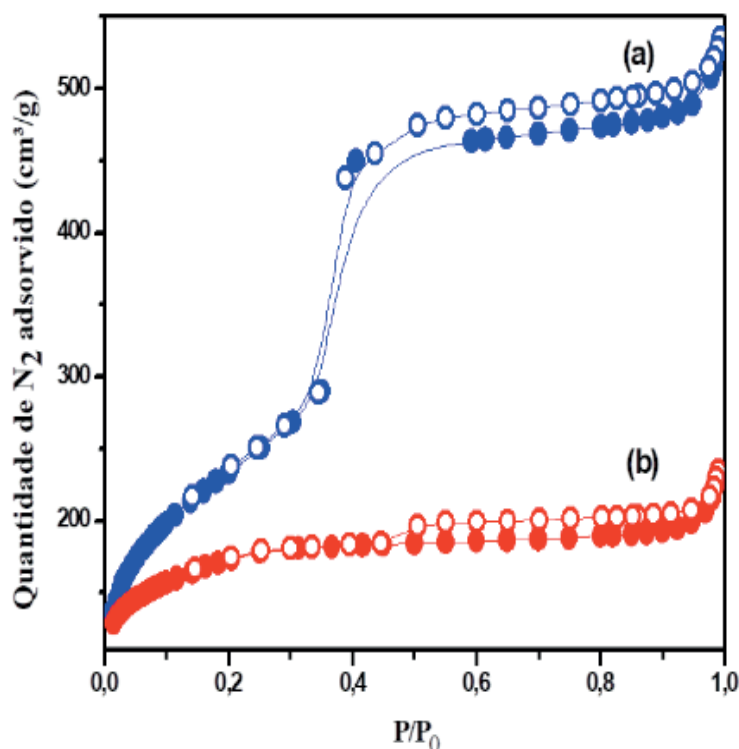


Figura 3 - Isotermas de adsorção-dessorção de N_2 : (a) MCM-41 e (b) MCM-41 CC.

Os resultados das propriedades texturais obtidas a partir das medidas de adsorção de N₂ são mostrados na Tabela 3. Observa-se que houve uma diminuição da área específica e do volume total de poros quando os materiais foram modificados com sacarose. Isto indica que a monocamada de carbono não foi bem distribuída pela superfície das sílicas, onde a sacarose provocou um possível bloqueio nos poros das estruturas. Em contrapartida, os resultados de área de microporos, diâmetro de poro médio e volume microporoso da MCM-41-CC aumentaram em relação à matriz, mostrando que houve certa afinidade entre a sacarose pirolisada e a MCM-41 pura. O aumento considerável da área e volume microporoso se dá, possivelmente, devido ao carvão gerado na pirólise (Carmo et al., 2009).

Amostra	A _{BET} (m ² .g ⁻¹)	A _{Micro} (m ² .g ⁻¹)	D _{poro} (nm)	V _{poro} (cm ³ .g ⁻¹)	V _{Micro} (cm ³ .g ⁻¹)	W _t (nm)
MCM-41	824	36	3,1	0,78	0,017	1,40
MCM-41 CC	629	301	3,8	0,32	0,12	1,0

Tabela 3 - Propriedades texturais das peneiras moleculares.

Observações: Dp: diâmetro dos poros; Vp: volume dos poros; ABET: área específica; Wt: espessura da parede definida por $Wt = a_0 - Dp$, com $a_0 = 2d_{100}/\sqrt{3}$.

4 | CONCLUSÃO

As análises de DRX e Adsorção de N₂ confirmaram a formação da peneira molecular MCM-41. Através do TG foi possível determinar a porcentagem de carbono na MCM-41-CC, que foi de 32,8 %. As análises de adsorção de N₂ mostraram que houve uma redução da área específica dos materiais modificados com camada de carbono, indicando que parte dos poros foi obstruída pela deposição do carvão oriundo da pirólise da sacarose, não havendo uma cobertura bem distribuída de uma monocamada de carbono. No entanto, os resultados de área de microporos, diâmetro de poro médio e volume microporoso da MCM-41 CC aumentaram em relação à amostra padrão, mostrando que houve certa afinidade entre a sacarose pirolisada e a MCM-41 pura.

REFERÊNCIAS

BEREZOVSKA, I. S.; YANISHPOLSKII, V. V.; TERTYKH, V. A. **Synthesis of Mesoporous Silicas Inside Large Pores of Inorganic Matrix**. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, v.94, p.649-653, 2008.

CARMO, A. C.; SOUZA, L. K. C.; COSTA, C. E. F.; LONGO, E.; ZAMIAN, J. R. **Production of biodiesel by esterification of palmitic acid over mesopous aluminosilicate Al-MCM-41**. Fuel, v.88, p. 461-468, 2009.

CHUNFENG, W.; JIANGSHENG, L.; LIANJUN, W.; XIUYUN, S.; JIAJIA, H. **Adsorption of Dye from Wastewater by Zeolites Synthesized from Fly Ash: Kinetic and Equilibrium Studies**. Chinese

Journal of Chemical Engineering, v. 17, n. 3, p. 513-521, 2009.

FERNANDES, S.A. **Estudos das potencialidades Catalíticas de Materiais de Carbono**. 2009. 111 f. Dissertação (Mestrado em Química Tecnológica) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2009.

LINARES, N.; ALBERO, A.M.S.; SERRANO, E.; ALBEROAND, J.S.; MARTÍNEZ, J.V. **Mesoporous materials for clean energy Technologies**. Chemical Society Reviews, v.43, p.7681-7717, 2014.

LIN, L.; LIN, W.; ZHU, Y.X.; ZHAO, B.Y.; XIE, Y.C. **Uniformly Carbon-Covered Alumina and Its Surface Characteristics**. Langmuir, v. 21, p.5040-5046, 2005.

MORAIS, L.A; **Avaliação da remoção de hidrocarbonetos aromáticos (BTEX) em águas utilizando materiais nanoestruturados do tipo Ti-MCM-41**. 2012. 116 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2012.

PÉREZ, L.L.; VAN ECK, E.R.H.; CABRERA, I.M. **On the Hydrothermal stability of MCM-41. Evidence of capillary tension-induced effects**. Microporous and Mesoporous Materials, v.220, p.88-89, 2016.

ZHANG, L.; YING, J.Y. **Synthesis and characterization of mesoporous niobium-doped silica molecular-sieves**. AIChE Journal, v. 43, p. 2701-2793, 1997.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Açairana 96, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 110, 112, 116

Ácido ascórbico 74, 76, 78, 79, 80

Análise estatística 5, 97, 111, 162, 167, 168

B

Bioetanol 44, 45, 46, 52

C

Camu-camu 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81

Capim Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) 16, 17

Cerveja 54, 55, 57, 58, 59, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81

Cerveja artesanal 64, 73, 74, 76, 77, 78, 81

Chá verde 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72

Cimentação 140

Cinética 7, 18, 23, 27, 44, 48, 49, 50, 51, 97, 98, 103, 104, 105, 106, 153, 154, 160, 194, 196, 204, 209, 210

Cinética de adsorção 44, 48, 50, 51

Colorimetria 109

Corante natural 109

Custos de produção 75, 88, 89, 90, 91, 93

D

Deposição de carbono 126, 127, 203

Destilação Solar 30, 31, 32, 43

E

Efluente 119, 120, 121, 123, 124, 125

Energia Solar 30, 31, 32, 42, 43

Enzimas lipolíticas 89, 92, 94, 95

Espectrofotometria UV-VIS 134

Estatística 1, 5, 72, 97, 111, 115, 162, 167, 168

Etanol 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 16, 17, 30, 31, 32, 43, 45, 46, 52, 53, 70, 91, 92, 109, 110, 114, 115, 116, 128

F

Farelo de Arroz 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Fermentação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 45, 46, 52, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 71, 72, 79, 88, 89, 90, 92, 94, 95, 163

Fermentação em Estado Sólido 88, 89, 90, 94

Flexitubos 140

Furfural 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52

H

Hidrocarbonização 119, 120, 123, 124, 125

I

Inibidor 44, 47, 49, 51, 52

L

Lavanderia 119, 121, 124, 125

Leveduras 6, 7, 45, 46, 54, 58, 61, 63

Lúpulo 55, 57, 65, 67, 68, 71, 72, 75, 76

M

MCM-41 18, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133

Métodos não isotérmicos 16, 19, 27

Miconia ciliata 96, 97, 98, 100, 103, 106, 107, 108, 109, 110, 117

Modelagem 10, 11, 12, 27, 49, 94, 97, 145, 152, 153, 159, 194, 204

Modificação 42, 126

O

Ortofenantrolina 134, 136

P

Parâmetros cinéticos 16, 19, 20, 27, 28, 48, 51

R

Resíduos agroindustriais 89, 90, 95

Resina de troca iônica 134, 136, 138

S

Saccharomyces cerevisiae 1, 2, 3, 6, 61, 63, 64, 68

Sustentabilidade 30

T

Troca térmica 139, 140, 142, 144, 146

Trub 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64

 **Atena**
Editora

2 0 2 0