



Impactos das
Tecnologias na
Engenharia Química 3

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

 **Atena**
Editora

Ano 2019

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Química 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
134	Impactos das tecnologias na engenharia química 3 [recurso eletrônico] / Organizadora Carmen Lúcia Voigt. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Química; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-231-9 DOI 10.22533/at.ed.319190104 1. Engenharia química – Pesquisa – Brasil. I. Voigt, Carmen Lúcia. II. Série. CDD 660.76
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O acentuado crescimento da população mundial, bem como a ânsia de melhor nível de vida, têm criado elevadas pressões sobre os recursos naturais, matérias-primas, o solo, a água, o ar e os ecossistemas em geral. A intensificação das atividades humanas nas últimas décadas tem gerado um acelerado aumento na produção de resíduos sólidos urbanos, tornando-se um grave problema para as administrações públicas.

A indústria química tem contribuído para a geração de efluentes líquidos e gasosos contendo substâncias tóxicas, bem como de resíduos sólidos perigosos que, lançados diretamente ou indiretamente sem qualquer tratamento no meio ambiente, podem provocar grandes desequilíbrios ecológicos. O uso intensivo de produtos químicos, se por um lado trouxe elevados benefícios aos padrões de vida, por outro lado, os níveis de poluição que estão associados à sua produção são por vezes muito elevados.

As novas tecnologias na Engenharia Química auxiliam nos processos de recuperação e reutilização de resíduos, assim como conversão em novas fontes de energia. Além das diversas formas de obtenção de energia renovável já existente, cada vez mais vem surgindo uma maior procura por outras formas de energia não poluentes. Essas razões são as mais motivacionais: a ideia de uma possível escassez de recursos fósseis, a tentativa de reduzir as emissões de gases nocivos para a atmosfera e que causam o efeito estufa, e, além disso, almeja se alcançar certa independência em relação petróleo.

As questões energéticas são extremamente importantes para a sustentabilidade das sociedades modernas, uma vez que a sobrevivência humana depende do fornecimento contínuo de energia. Esse cenário faz com que seja preciso realizar buscas por alternativas energéticas que sustentem a necessidade humana e que não prejudiquem o ambiente.

Para empresas, além da questão ambiental, um excessivo gasto de energia (advinda de recursos não renováveis) é sinônimo de prejuízo. Eis então uma grande oportunidade para engenheiros químicos intervirem na melhoria da eficiência energética dos processos, ajudar a desenvolver tecnologias limpas e promover a utilização de energias alternativas nas indústrias. Com isso, ocorrerá uma redução de custos e será uma contribuição válida ao meio ambiente o que hoje em dia vem gerando maior competitividade para as empresas. O uso de resíduos agrícolas como fonte de bioenergia tem despertado crescente interesse no setor de agroenergia.

Neste terceiro volume, apresentamos trabalhos com impactos tecnológicos relacionados à indústria, focando na reutilização de produtos e conversão em energia renovável, bem como avanço nos processos para redução da poluição atmosférica e em efluentes. Com isso, convidamos você a aperfeiçoar seus conhecimentos da Engenharia Química voltada para a área ambiental trazendo benefícios para toda a sociedade.

Boa leitura.

Carmen Lúcia Voigt

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES CONTENDO METAIS PESADOS	
Kaíque Souza Gonçalves Cordeiro Oliveira	
Pedro Henrique Trindade Dias Cabral	
Roberta Resende Maciel da Silva	
Carla Torres Dias	
José Renato Guimarães	
Ana Paula Fonseca Maia de Urzedo	
DOI 10.22533/at.ed.3191901041	
CAPÍTULO 2	8
RESÍDUOS DE CANA-DE-AÇÚCAR E MILHO COMO MATÉRIA PRIMA DO ETANOL 2G: ATUALIDADES E PERSPECTIVAS	
Caroline Müller	
Letícia Mara Milani	
Anderson Giehl	
Évelyn Taize Barrilli	
Letícia Deoti	
Ana Carolina Lucaroni	
Viviani Tadioto	
Helen Treichel	
Sérgio Luiz Alves Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.3191901042	
CAPÍTULO 3	23
MODELAGEM DA PRODUÇÃO DE BIOSURFACTANTE A PARTIR DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS EM BIORREATOR EM BATELADA ATRAVÉS DA OTIMIZAÇÃO DE PARÂMETROS CINÉTICOS POR ALGORITMO GENÉTICO	
Júlia do Nascimento Pereira Nogueira	
Ana Luiza Bandeira de Mello de Albuquerque Campos	
Brunno Ferreira dos Santos	
Filipe Alves Coelho	
DOI 10.22533/at.ed.3191901043	
CAPÍTULO 4	29
VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA A PRODUÇÃO DO FUNGO ENTOMOPATOGÊNICO <i>METARHIZIUM ANISOPLIAE</i> POR PROCESSOS DE FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO	
Eloane Daize Gomes Dallastra	
Enylson Xavier Ramalho	
Lina María Grajales Agudelo	
DOI 10.22533/at.ed.3191901044	
CAPÍTULO 5	40
DESENVOLVIMENTO DE UM COSMÉTICO A PARTIR DE RESÍDUO AGROINDUSTRIAL	
Ana Paula Olivo	
Kátya Regina de Freitas Zara	
Leonardo da Silva Arrieche	
DOI 10.22533/at.ed.3191901045	

CAPÍTULO 6	51
INFLUÊNCIA DA GORDURA RESIDUAL DE UNIDADES INDUSTRIAIS DE AVES NA FABRICAÇÃO DE BASE PARA CREME HIDRATANTE	
Jacqueline Hahn Bernardi Cristina Helena Bruno Andreia Cristina Furtado Leonardo da Silva Arrieche	
DOI 10.22533/at.ed.3191901046	
CAPÍTULO 7	58
ANÁLISE DA COMPRESSÃO AXIAL E ABSORÇÃO DE ÁGUA EM CONCRETO PRODUZIDO COM CAROÇO RESIDUAL DE AZEITONA	
Manoela Silva Lima Mariotini Carotta Alan Carlos de Almeida Ana Paula de Carvalho Faria Luiz Felipe Lima Panizzi Jonas dos Santos Pacheco Cristiane de Souza Siqueira Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.3191901047	
CAPÍTULO 8	63
INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO QUÍMICO NA FIBRA DE COCO PARA UTILIZAÇÃO EM COMPÓSITO POLIMÉRICO	
Wenderson Gomes dos Santos Gilmar Alves Borges Lauro Henrique Hamoy Guerreiro Dilson Nazareno Pereira Cardoso Douglas Alberto Rocha de Castro Emerson Cardoso Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.3191901048	
CAPÍTULO 9	68
INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS ORGANOSOLV E HIDROTÉRMICO APLICADOS AO BAGAÇO DE CANA NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE COMPÓSITOS COM PEAD	
Bruno Chaboli Gambarato Tatiana Raposo de Paiva Cury Sérgio Teodoro de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.3191901049	
CAPÍTULO 10	74
PROPRIEDADES MECÂNICAS E TÉRMICAS DE COMPÓSITOS DE POLIPROPILENO RECICLADO REFORÇADOS COM BAGAÇO DE CANA	
Bruno Chaboli Gambarato Gilson Carlos Rodrigues Paulino Amanda Santos Leopoldino Lucas Bruno de Paiva	
DOI 10.22533/at.ed.31919010410	

CAPÍTULO 11 79

BALANÇO ENERGÉTICO DO SISTEMA INTEGRADO DE BIO-COMBUSTÃO

Ihana Aguiar Severo
Yuri Naidon Favero
Mariany Costa Deprá
Rodrigo Stefanello Bizello Barrios
Rosangela Rodrigues Dias
Mariane Bittencourt Fagundes
Roger Wager
Leila Queiroz Zepka
Eduardo Jacob-Lopes

DOI 10.22533/at.ed.31919010411

CAPÍTULO 12 85

CARACTERIZAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SORGO BIOMASSA PARA BIOENERGIA

Maria Lúcia Ferreira Simeone
Patrícia Abraão de Oliveira
Kirley Marques Canuto
Rafael Augusto da Costa Parrella
Cynthia Maria Borges Damasceno
Robert Eugene Schaffert

DOI 10.22533/at.ed.31919010412

CAPÍTULO 13 90

DESENVOLVIMENTO DE BIODIGESTOR E AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO PARA TRATAMENTO DE RESÍDUO SÓLIDO ORGÂNICO

Flávia Souza Pio
Letícia Tamara Santana
Lorena Kelly Corrêia
Francine Duarte Castro

DOI 10.22533/at.ed.31919010413

CAPÍTULO 14 97

RESOLUÇÃO DE PROBLEMA DE VALOR NO CONTORNO ASSOCIADO À MODELAGEM DE BIORREATORES TUBULARES DE FLUXO DISPERSO E CINÉTICA DE MICHAELIS-MENTEN LINEARIZADA

Samuel Conceição Oliveira
Felipe Coelho Morilla

DOI 10.22533/at.ed.31919010414

CAPÍTULO 15 104

SIMULAÇÃO E AVALIAÇÃO DE CICLOS A VAPOR PARA COGERAÇÃO DE BIOENERGIA NO SETOR SUCROENERGÉTICO

Welban Ricardo Ursino
Samuel Conceição Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.31919010415

CAPÍTULO 16 114

AVALIAÇÃO DE ÓLEOS DE SOJA COM DIFERENTES ORIGENS NA PRODUÇÃO DO BIODIESEL VIA ROTA METÍLICA

Melissa Rafaela Wolf
Isabela Silveira Tobias Perassi
Nadine de Assis
Fulvy Antonella Venturi Pereira

DOI 10.22533/at.ed.31919010416

CAPÍTULO 17 123

PRODUÇÃO DE BIODIESEL PELA TRANSESTERIFICAÇÃO SUPERCRÍTICA ETANÓLICA: MODELAGEM E SIMULAÇÃO

Erich Potrich
Bruno Elias Suzart Chamas
Antonio José Gonçalves da Cruz
Roberto de Campos Giordano

DOI 10.22533/at.ed.31919010417

CAPÍTULO 18 129

PRODUÇÃO DE BIOETANOL UTILIZANDO CÉLULAS DE SACCHAROMYCES CEREVISIAE IMOBILIZADAS EM ESFERAS DE ALGINATO DE CÁLCIO REVESTIDAS COM QUITOSANA

Lucidio Cristovão Fardelone
Taciani do Santos Bella de Jesus
Leonardo Akira Kamimura Oura
Gustavo Paim Valença
José Roberto Nunhez
José Augusto Rosário Rodrigues
Paulo José Samenho Moran

DOI 10.22533/at.ed.31919010418

CAPÍTULO 19 137

AUTOMAÇÃO E DIAGNÓSTICO DE FALHAS EM SENSORES E ATUADORES APLICADOS NA PLANTA DE TRATAMENTO DA PRODUÇÃO DO BIODIESEL

Thalys de Freitas Fernandes
Dinilton Pessoa de Albuquerque Neto
Gerônimo Barbosa Alexandre
José Nilton Silva

DOI 10.22533/at.ed.31919010419

CAPÍTULO 20 157

ESTUDO CINÉTICO DA REAÇÃO DE FENTON COM PÓ DE MINÉRIO NO TRATAMENTO DE ÁGUAS DE LAVAGEM DE BIODIESEL E AVALIAÇÃO DA LIXIVIABILIDADE DO RESÍDUO

Jamyla Soares Anício Oliveira Félix
Aline Givisiez de Souza
Francine Duarte Castro

DOI 10.22533/at.ed.31919010420

CAPÍTULO 21 173

APLICAÇÃO DE CARVÃO ATIVADO CALCINADO NA REMOÇÃO DE ÓLEO DIESEL

Leonardo Henrique de Oliveira
Selene Maria Arruda Guelli Ulson de Souza
Antônio Augusto Ulson de Souza

DOI 10.22533/at.ed.31919010421

CAPÍTULO 22 178

DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DA CURVA DE POLARIZAÇÃO DE UMA CÉLULA A COMBUSTÍVEL TIPO PEM

Roque Machado de Senna
Thais Santos
Henrique Senna
Marcelo Linardi

DOI 10.22533/at.ed.31919010422

CAPÍTULO 23 187

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA INDIVIDUAL DE COLETA E GLOBAL NA SEPARAÇÃO DE PARTICULADOS DE MAGNESITA EM CICLONE LAPPLE

Polyana Gomes de Aguiar
Daiane Ribeiro Dias
Annanda Alkmim Alves
Mariana Oliveira Marques
João Carlos Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.31919010423

CAPÍTULO 24 194

ANÁLISE DE HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (PAH) NO AR ATMOSFÉRICO USANDO SISTEMA PASSIVO DE AMOSTRAGEM PARA MONITORAMENTO AMBIENTAL

Aldo Muro Júnior
Nicola Pittet Muro
Nelson Roberto Antoniosi Filho
Maria Isabel Ribeiro Alves

DOI 10.22533/at.ed.31919010424

CAPÍTULO 25 213

CAPTURA DE CO₂ UTILIZANDO O PROCESSO CALCIUM-LOOPING

Juliana Alves da Silva
Ricardo José Chimentão
João Batista Oliveira dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.31919010425

CAPÍTULO 26 224

DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO QUÍMICO DE CAPTURA DE CO₂ UTILIZANDO A TECNOLOGIA HIGEE NA INTENSIFICAÇÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS

Kaíque Souza Gonçalves Cordeiro Oliveira
José Renato Guimarães
Brenda Sedlmaier Costa Coelho
Camila Ceravolo de Carvalho
Francine Silveira Vieira
Luiza Moreira Santos
Jorge David Alguiar Bellido

DOI 10.22533/at.ed.31919010426

CAPÍTULO 27 232

Zn-ZIF EM TECIDO APLICADO NO PROCESSO DE CAPTURA DE CH₄

Guilherme Andreoli Gil
Guilherme Otávio Lima
Lucas Mendes Pedro
Bianca Bastos Caruzi
Fabrício Maestá Bezerra
Murilo Pereira Moisés

DOI 10.22533/at.ed.31919010427

CAPÍTULO 28 239

INIBIDOR DE CORROÇÃO OBTIDO POR LIXIVIAÇÃO DE CIGARRO APÓS SEU CONSUMO

Lauren Marcilene Maciel Machado
Luciana Rodrigues Machado

DOI 10.22533/at.ed.31919010428

CAPÍTULO 29 249

ENRIQUECIMENTO DE BACTÉRIAS REDUTORAS DE SULFATO AUTÓCTONES E SUA ADESÃO EM ESPUMA DE POLIURETANO EM REATOR ANAERÓBIO NO TRATAMENTO DE DRENAGEM ÁCIDA DE MINA

Alessandra Giordani
Renata Piacentini Rodriguez
Leonardo Henrique Soares Damasceno
Gunther Brucha

DOI 10.22533/at.ed.31919010429

CAPÍTULO 30 255

BIODEGRADAÇÃO DO SURFACTANTE LINEAR ALQUILBENZENO SULFONATO DE SÓDIO EM DOIS DETERGENTES LIQUIDOS COMERCIAIS UTILIZANDO FUNGO FILAMENTOSO *Penicillium crustosum*

Sulamita Aparecida Ambrosia dos santos
Luiza Maria Amaral Frossard de Paula
Mayara Costa Franco
Karen Sartori Jeunon Gontijo
Ana Maria de Oliveira
Enio Nazaré de Oliveira Junior

DOI 10.22533/at.ed.31919010430

CAPÍTULO 31 272

DEGRADAÇÃO DE CORANTES ALIMENTÍCIOS UTILIZANDO LAFeO₃ COMO CATALISADOR EM REAÇÃO FOTO-FENTON SOLAR

Patrícia Grassi
Fernanda Caroline Drumm
Siara Silvestri
Sérgio Luiz Jahn
Edson Luiz Foletto

DOI 10.22533/at.ed.31919010431

CAPÍTULO 32	281
DEGRADAÇÃO FOTOCATALÍTICA DE RODAMINA B COM UM CATALISADOR À BASE DA BIOMASSA PORONGO: EFEITO DA DOPAGEM COM FERRO	
William Leonardo da Silva Mariéle Schaedler Nascimento Matheus Severo Schalenberger Joana Bratz Lourenço	
DOI 10.22533/at.ed.31919010432	
CAPÍTULO 33	287
AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO FOTOCATALÍTICA, UTILIZANDO TiO_2 E ZNO, DO ANTIBIÓTICO METRONIDAZOL (MTZ) A PARTIR DA ESPECTROFOTOMETRIA	
Luiza Barbosa Petersen Mendes Luciane Pimentel Costa Monteiro Leandro Vahia Pontual	
DOI 10.22533/at.ed.31919010433	
CAPÍTULO 34	303
CARACTERIZAÇÃO DE CÁPSULAS DE CAFÉ PÓS CONSUMO VISANDO A RECICLAGEM NA INDÚSTRIA TÊXTIL	
Valquíria Aparecida dos Santos Ribeiro Priscilla Sayuri Nakazawa Ana Maria Ferrari Ana Claudia Ueda	
DOI 10.22533/at.ed.31919010434	
CAPÍTULO 35	315
APPLICATION OF THE MARKOV CHAIN MONTE CARLO METHOD TO ESTIMATION OF PARAMETERS IN A MODEL OF ADSORPTION-ENHANCED REACTION PROCESS FOR MERCURY REMOVAL FROM NATURAL GAS	
Josiel Lobato Ferreira Diego Cardoso Estumano Mariana de Mattos Vieira Mello Souza Emanuel Negrão Macêdo	
DOI 10.22533/at.ed.31919010435	
CAPÍTULO 36	322
SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE CATALISADORES BASEADOS EM ÓXIDO DE FERRO SUPOSTADOS EM CARVÃO ATIVADO DERIVADO DA CASCA DO COCO VERDE	
Natália Matos Silva Pereira Marta Cecília da Esperança Santos Sirlene Barbosa Lima Maria Luiza Andrade da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.31919010436	
SOBRE A ORGANIZADORA	334

VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA A PRODUÇÃO DO FUNGO ENTOMOPATOGÊNICO *METARHIZIUM ANISOPLIAE* POR PROCESSOS DE FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO

Eloane Daize Gomes Dallastra

Universidade Federal do Tocantins, Programa
de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos
Palmas, Tocantins

Enylson Xavier Ramalho

Universidade Federal do Tocantins, Graduação
em Engenharia de Alimentos
Palmas, Tocantins

Lina María Grajales Agudelo

Universidade Federal do Tocantins, Graduação
em Engenharia de Alimentos e Programa de Pós-
Graduação em Agroenergia
Palmas, Tocantins

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo avaliar a produção de conídios de *Metarhizium anisopliae* ICBC 425 por Fermentação em Estado Sólido (FES), utilizando arroz tipo I (arroz de alta qualidade) e resíduos agroindustriais como substratos. Os resíduos agroindustriais foram quirera de arroz, farelo de trigo e farelo de soja. Estes substratos foram avaliados puros e misturados em diferentes proporções (50 e 33%). Alguns experimentos preliminares foram realizados para determinar a necessidade de tratamentos prévios como lavagem, secagem, tamisado e hidratação dos substratos. Estes experimentos mostraram que o número de conídios produzidos sem

pré-tratamento foi estatisticamente igual às fermentações com pré-tratamento; por este motivo decidiu-se realizar as fermentações sem pré-tratamento. As fermentações foram realizadas em sacos plásticos de polipropileno com 5g de substrato, inoculados com 1mL de suspensão e incubados 07 dias a $28^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ utilizando sempre arroz como referência. Os resultados mostraram que as fermentações que proporcionaram a maior produção de conídios do fungo foram, em ordem decrescente, farelo de trigo e quirera de arroz a 50%, farelo de trigo e arroz a 50%, farelo de soja, farelo de trigo e arroz a 33,33%, e finalmente, farelo de soja, farelo de trigo e quirera de arroz a 33%. Estes resultados permitiram evidenciar uma matéria prima potencial, econômica e ambientalmente amigável, prevendo a produção do fungo *M. anisopliae* em larga escala, mostrando que os resíduos puros e a combinação destes induzem a uma maior produção de conídios se comparada com o método convencional que usa arroz Tipo I.

PALAVRAS-CHAVE: *Metarhizium anisopliae*, Controle biológico, Resíduos agroindustriais, Fermentação em estado sólido.

ABSTRACT: The aim of this work was to evaluate the production of conidia of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* ICBC 425 by Fermentation in Solid

State (FES), using type I rice (high quality rice) and agroindustrial wastes as substrates. The agroindustrial wastes were broken rice, wheat bran and soy bran. These substrates were evaluated pure and mixed in different proportions (50 and 33%). Some preliminary experiments were carried out to determine the need for previous treatments such as washing, drying, sieving and hydration of the substrates. These experiments showed that the number of conidia produced without pretreatment was statistically equal to pretreatment fermentations; for this reason it was decided to carry out the fermentations without pretreatments. The fermentations were carried out in polypropylene plastic bags with 5g of substrate, inoculated with 1mL of suspension and grown 07 days at 28°C ± 1°C, always using rice as a reference. The results showed that the fermentations that provided the highest production of conidia of the fungus were, in decreasing order, wheat bran and broken rice at 50%, wheat bran and rice at 50%, soy bran, wheat bran and rice at 33.33% and, eventually, soy bran, wheat bran and broken rice to 33%. These results allowed to demonstrate a potential raw material, economic and environmentally friendly, foreseeing the production of *M. anisopliae* on a large scale, showing that the residues and the combination of these induces a greater production of conidia compared with the conventional method that uses rice Type I.

KEYWORDS: *Metarhizium anisopliae*. Biological control. Agroindustrial waste. Solid-State Fermentation.

1 | INTRODUÇÃO

A necessidade de obter ferramentas seguras e eficazes para o controle de pragas, e fontes alternativas aos inseticidas químicos, incentiva à utilização de agentes patógenos para o emprego no controle biológico (Sauka; Benitende, 2008). Esta técnica tem se intensificado na área agrícola em decorrência do uso indiscriminado e dos sérios danos que os inseticidas químicos têm causado aos ecossistemas (Lacey et al., 2001; Limeira; Rafikow, 2010).

Fungos entomopatogênicos são microrganismos que têm a particularidade de parasitar diferentes grupos de insetos (Schapovaloff et al., 2015). Entre as vantagens do uso destes agentes, pode-se citar o baixo custo, redução de resíduos químicos nos alimentos e no meio ambiente, preservação dos inimigos naturais, da biodiversidade nos ecossistemas e da segurança do homem (Alves, 1998; Grajales, 2010; Lacey et al., 2001).

O primeiro estudo de controle microbiano com um fungo entomopatogênico foi realizado em 1879 por Ilya Metchnikoff, onde *Metarhizium anisopliae* foi empregado sobre larvas de um curculionídeo, importante praga da beterraba (Alves, 1998). Atualmente, este microrganismo é mundialmente conhecido e utilizado como agente de biocontrole de inúmeras pragas agrícolas (Alves, 1992; Alves SB; Lopes 2008), e no Brasil, vem sendo utilizado no controle biológico da cigarrinha-da-folha da cana-de-açúcar (*Mahanarva posticata*) (Alves, 1998; Faria; Magalhães, 2001), de percevejos

das pastagens (*Deois*) (Pereira et al., 2008), da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*) (Oliveira et al., 2008) e entre outros.

O fungo *M. anisopliae* é produzido, industrialmente, por fermentação em meio sólido utilizando grãos de arroz tipo I como substrato (Pereira et al., 1999). A crescente demanda pelo controle biológico, aliada às despesas da produção, levantam a necessidade de averiguar a eficiência de outros meios de cultivo para produzi-lo.

Alguns resíduos agroindustriais da região norte do Brasil, como quirera de arroz, farelo de soja, farelo de trigo são gerados após o processamento do arroz, soja e trigo, respectivamente. Da soja sobra cerca de 80% na forma de farelo, do arroz sobras 14% na forma de quirera e do trigo sobram 25% na forma de farelo (Santa et al., 2005).

Estes resíduos são um meio de cultivo potencial, já que a quirera está constituída por 7,5% de proteína bruta, 1,06% de fibra alimentar total e 80,16% de carboidratos, entre outros componentes (Ayala, 1996). O farelo de soja tem aproximadamente 13% de amido, 43,22% de proteína e o resto está representado por fibras solúveis e insolúveis (Rodríguez-Zuñiga; Farinas, 2011). O farelo de trigo tem quantidades significativas de carboidratos, nitrogênio e fósforo (Penariol, 2006). Então além de possuir propriedades nutricionais importantes, grande disponibilidade e baixo custo, os resíduos podem favorecer a regionalização da produção e incentivar a indústria local (Sene et al., 2010).

Por estes motivos, o presente trabalho propôs analisar a produção de conídios do fungo *M. anisopliae* utilizando arroz e os resíduos agroindustriais: quirera de arroz, farelo de soja e farelo de trigo como substratos, avaliados puros e misturados em várias proporções.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

Substrato

Os experimentos foram realizados utilizando arroz tipo I (arroz de alta qualidade), quirera de arroz, farelo de trigo e farelo de soja como substratos para a produção do fungo *M. anisopliae*. O arroz Tipo I e a quirera de arroz foram adquiridos em beneficiadora de grãos localizada na cidade de Palmas-TO. O farelo de soja e o farelo de trigo em comercio local.

Microrganismo

O fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* cepa ICBC 425 foi utilizado sob a forma de esporos puros em pó e armazenados à temperatura de -4°C. A cepa foi

adquirida no laboratório Biocontrol, localizado na cidade de Sertãozinho-SP. Cadastro na plataforma SISGEN do MMA n°. A81BAD2.

Metodologia

Preparação do pré-inóculo

A repicagem do fungo foi feita em frascos erlenmeyers que continham 50 mL de meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) (marca Merck KGaA), fechados com tampões de algodão revestidos por tecido TNT (tecido não tecido). Os conjuntos erlenmeyers-meio BDA-tampões foram esterilizados em autoclave vertical Logen Scientific à temperatura de 120°C durante 20 min. Posteriormente, à temperatura ambiente, o meio inclinado solidificou e em seguida o fungo foi repicado em câmara de fluxo laminar Pachane, com auxílio de uma alça de níquel-cromo previamente esterilizada. O fungo foi incubado durante sete dias em câmara climatizada BOD marca Adamo, à temperatura de $28 \pm 1^\circ\text{C}$.

Preparação da solução nutritiva e da suspensão de esporos

Após o período de incubação foi preparada a suspensão de conídios de *M. anisopliae* adicionando uma solução nutritiva ao erlenmeyer. Esta solução estava composta por água destilada, Cloreto de Potássio (KCl) a 0,025%, extrato de levedura a 0,012% e tensoativo (Tween 80®) a 0,01% (Schamne, 2010), previamente esterilizada em autoclave à temperatura de 120°C durante 20 min.

A concentração dos conídios foi determinada em Câmara de Neubauer com auxílio de microscópio óptico binocular marca Bioval com aumento de 40 vezes, ajustada em $6,9 \times 10^7$ conídios/mL e reservada para posterior inoculação dos substratos.

Preparação dos substratos

Tanto o arroz quanto a quirera foram cozido por imersão em água a 80°C durante 4 minutos. Posteriormente, foram deixados à temperatura ambiente por duas horas, até atingir 40% de umidade (Grajales, 2010; Rezende, 2009) (umidade relativa do lugar foi 35% na época em que foram realizados os experimentos). Os farelos, de soja e trigo, receberam um pré-tratamento, estes foram lavados com água corrente, peneirados em TNT e secados em estufa à 80°C por 24 h. A continuação foi adicionada água até obter umidade de 40% (Grajales, 2010; Rezende, 2009). Todos os substratos, com e sem pré-tratamento, foram submetidos à esterilização em autoclave à temperatura de 120°C durante 20 min.

Fermentações preliminares

Os substratos puros, devidamente preparados, com e sem pré-tratamento, foram colocados em sacos de polipropileno (PP) de dimensões 15x20 cm, fechados com tampões de algodão revestidos com TNT e acoplados em tubos de Policloreto de Vinila (PVC). Em cada saco foram colocados 5 g de substrato e os conjuntos (saco+substrato) foram esterilizados em autoclave à temperatura de 120°C durante 20 min. Após, aguardou-se atingir a temperatura ambiente, e em câmara de fluxo laminar foi inoculado 1mL da suspensão de conídios previamente preparada. A fermentação foi realizada por um período de 7 dias em BOD a 28±1°C, com três repetições. A avaliação da produção de conídios foi feita através de diluições seriadas com água destilada (45 mL), Tween 80® a 0,01% e contagem com auxílio de uma Câmara de Neubauer e microscópio óptico binocular com aumento de 40 vezes.

Fermentações com mistura dos substratos

As fermentações em estado sólido foram realizadas em duas etapas. Na primeira etapa, as concentrações foram 50% para cada substrato das seguintes misturas: Farelo de trigo (FT) e Arroz (A), Farelo de Trigo e Quirera de Arroz (QA), Farelo de Soja (FS) e Arroz (A) e, Farelo de Soja (FS) e Quirera de Arroz (QA). Na segunda etapa, as concentrações foram de 33,3% para cada substrato nas seguintes misturas: FT, FS e A, e FT, FS e QA. Em ambos os casos, o arroz tipo I puro foi utilizado como padrão de comparação para todos os experimentos. Para a primeira etapa, com cinco tratamentos foram realizadas quatro repetições, para um total de 20 experimentos. Para a segunda etapa, com três tratamentos foram realizadas sete repetições, para um total de 21 experimentos. Uma vez ajustadas as respectivas combinações de substrato, estes foram preparados, esterilizados, inoculados, incubados e finalmente, a contagem de conídios produzidos. Todas estas metodologias conforme descritas no texto anterior.

Planejamento experimental e análise estatística

Os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado. A variável de resposta, ou seja, o número de conídios produzidos foi submetida à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Scott-Knott, ambas no nível de 5% de probabilidade.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimentos preliminares

Os resultados dos experimentos preliminares são apresentados na Tabela 1. Entre os substratos avaliados, o farelo de trigo com realização de pré-tratamento (FTPT) ($165,6 \times 10^7$ conídios/g) e o farelo de trigo sem pré-tratamento (FT) ($160,3 \times 10^7$ conídios/g) foram os que proporcionaram maior produção de conídios do fungo *M. anisopliae*. O farelo de trigo possui uma quantidade equilibrada de nutrientes, o que pode justificar o bom desenvolvimento do fungo (Penariol, 2006). Foi possível observar que não houve diferença estatisticamente significativa entre o farelo de trigo com e sem tratamentos prévios. Desta forma, este substrato sem a utilização de pré-tratamentos poderia se constituir em um meio economicamente viável em termos de ampliação de escala, pois excluindo as etapas de lavagem, secagem e reidratação do material haveria uma redução de gastos energéticos, água, mão de obra e tempo de processo.

Substrato	Concentração ($\times 10^{-7}$ conídios/g)	
FTPT	165,6 a	FTPT: Salvado de Trigo com Pré-tratamento
FT	160,3 a	FT: Farelo de Trigo sem Pré-tratamento
QASC	101,6 b	QASC: Quirera de Arroz Sem Cozimento
A	84,3 c	A: Arroz Cozido
ASC	57,1 c	ASC: Arroz Sem Cozimento
QA	35,0 d	QA: Quirera de Arroz Cozida
FSPT	12,9 d	FSPT: Farelo de Soja com Pré-tratamento
FS	10,7 d	FS: Salvado de Soja

Tabela 1. Conídios de *M. anisopliae* obtidos a partir dos substratos puros com e sem pré-tratamento.

Nota: Média seguida da mesma letra na coluna não diferem entre si, com um nível de 5% de probabilidade pela proba de Scott-Knott.

Por outro lado, a produção de conídios de *M. anisopliae* obtida a partir da quirera de arroz sem cozimento foi de $101,6 \times 10^7$ conídios/g, valor muito superior ao obtido para a quirera de arroz sem cozimento de $35,0 \times 10^7$ conídios/g. Após o cozimento e esterilização da quirera de arroz foi possível observar uma formação de aglomerados não existente nos demais substratos. Estes aglomerados provavelmente foram causados pela liberação de amido, o que dificulta o crescimento do fungo devido à diminuição da área superficial ou área de contato (Alves; Lopes, 2008). Além disso, houve maior dificuldade de desprendimento de conídios da matriz sólida durante a extração, explicando o menor número de conídios presentes no momento da contagem. Esta teoria está suportada por reportes encontrados na literatura, nos quais Sene et al.(2010) compararam a produção de conídios de *M. anisopliae* utilizando arroz

vermelho e arroz branco como meios de cultivo e detectaram que no primeiro caso, houve maior formação de aglomerados e dificuldade de desprendimento dos conídios, resultando em uma produção inferior. Quando a quirera foi unicamente esterilizada, o vapor da autoclave permitiu que esta adquirisse uma consistência suficientemente firme para não formar aglomerados, porém com a textura necessária para ser atacada pelo fungo (Grajales, 2010), favorecendo seu crescimento.

O arroz tipo I, tanto o cozido e esterilizado quanto o esterilizado, tiveram uma produção de $84,3 \times 10^7$ conídios/g y $57,1 \times 10^7$ conídios/g, respectivamente, sem nenhuma diferença estatisticamente significativa entre si. Estes valores de conídios são inferiores aos obtidos para farelo de trigo e quirera de arroz. O arroz tipo I é o substrato utilizado atualmente pela indústria brasileira de produção de *Metarhizium anisopliae* (Grajales, 2010), sendo um substrato nobre usado para alimentação humana. Estes resultados constituem um primeiro passo para o aumento de tamanho de produção, pois se resultados similares são obtidos reduzindo parcialmente ou eliminando os problemas associados à transferência de massa, migração de umidade e gradientes de temperatura, próprios da escala industrial, poderia se pensar em substituir este substrato nobre por resíduos agroindustriais, que além de diminuir os gastos de produção, evitaria danos ambientais ao não realizar descartes inadequados.

Os substratos constituídos por farelo de soja com pré-tratamento (FSPT) e farelo de soja sem pré-tratamento (FS) foram os que apresentaram menor produção de conídios de *M. anisopliae*, $12,9 \times 10^7$ conídios/g y $10,7 \times 10^7$ conídios/g, respectivamente, sem nenhuma diferença estatisticamente significativa entre si. Este resultado pode ser justificado porque a produção de fungos em meios ricos em nitrogênio e deficientes em carbono tendem a produzir menor quantidade de conídios, o que é caso do farelo de soja (Leite et al., 2003; Penariol, 2006; Rodríguez-Zuñiga; Farinas, 2011). A partir deste resultado, optou-se por realizar os experimentos de fermentação posteriores utilizando combinações de substrato nas quais o farelo de soja não recebeu nenhum tipo de tratamento prévio e poderia ser usado como suporte físico à fermentação.

Fermentações em estado sólido

Com relação à primeira etapa das fermentações, a mistura de substratos que proporcionou maior quantidade de conídios de *M. anisopliae*, conforme apresentado na Tabela 2, foi o farelo de trigo e a quirera de arroz a 50% com $152,5 \times 10^7$ conídios/g e o farelo de trigo e arroz a 50% com $114,5 \times 10^7$ conídios/g. Estes resultados são significativamente superiores comparados com o número de conídios produzidos unicamente com arroz ($61,3 \times 10^7$ conídios/g). Poderia ser inferido que o farelo de trigo além de ser suporte nutricional, também pode ter sido suporte físico à fermentação, evitando a formação de aglomerados de arroz e quirera de arroz, aumentando a área superficial para o crescimento do microrganismo durante seu cultivo resultando em um maior número de conídios (Lonsane et al., 1985). Este cenário de produção do

fungo *M. anisopliae* em meio de farelo de trigo e quirera de arroz poderia constituir uma alternativa economicamente viável para sua produção pensando em uma escala maior, pois ambos são resíduos agroindustriais de baixo custo e fácil acesso, que além de diminuir os custos operacionais não tem nenhum tipo de tratamento prévio. Isto também significa que dependendo da época do ano e da disponibilidade dos resíduos, poderia se usar indistintamente para sua produção, um ou outro, garantindo matéria prima o ano inteiro. Evidentemente será necessário realizar avaliações económicas detalhadas sobre os custos de produção e aumentar o tamanho da escala para afirmar que esta hipótese seja correta.

Os substratos que continham farelo de soja com quirera de arroz (FS+Q) e farelo de soja com arroz cozido (FS+AC) mostraram os menores valores de produção de conídios do fungo. Penariol (2006) cultivou o fungo *Bipolaris euphorbiae* a partir de farelo de soja, arroz cozido e casca de mandioca, obtendo baixos valor de conídios, similares aos deste trabalho. Este autor sugere em sua análise que o farelo de soja carece de algum fator nutricional importante que ocasiona deficiência morfológica ou fisiológica e a conseqüente baixa produção. Possivelmente a análise do autor seja correta e poderia se supor que aplica neste caso.

Substrato	Concentração ($\times 10^{-7}$ conídios/g)	
FT+QA	152,5 a	FT + QA: Farelo de Trigo+ Quirera de Arroz
FT+A	114,5 b	FT + A: Farelo de Trigo + Arroz
FS+QA	65,0 c	FS + QA: Farelo de Soja + Quirera de Arroz
A	61,3 c	A: Arroz
FS+A	60,7 c	FS + A: Farelo de Soja + Arroz

Tabela 2. Conídios de *M. anisopliae* obtidos a partir da primeira etapa de fermentações.

Nota: Média seguida da mesma letra na coluna não diferem entre si, com um nível de 5% de probabilidade pela proba de Scott-Knott.

Os resultados da segunda etapa são apresentados na Tabela 3. A mistura dos três substratos FS+FT+AC e FS+FT+Q produziu $91,6 \times 10^7$ conídios/g e $90,2 \times 10^7$ conídios/g, respectivamente. Esta produção é superior ao do arroz puro ($75,9 \times 10^7$ conídios/g), embora inferior às misturas utilizadas na primeira etapa das fermentações já analisadas.

Analisando, poderia se dizer que a inserção do farelo de soja dentro dos substratos utilizados para a produção de conídios do fungo *M. anisopliae* diminuiu notavelmente a produção, diminuindo a eficiência do processo. Por este motivo, o grupo de pesquisa em “Engenharia de Biorreatores” da Universidade Federal do Tocantins, decidiu não inclui-lo nos estúdios posteriores que envolvem aumento de escala, a pesar de ele ser um material abundante e disponível na região.

Substrato	Concentração (x10 ⁻⁷ conídios/g)	
FS+FT+A	91,6 a	FS + FT + A: Salvado de Soja + Salvado de Trigo + Arroz
FS+FT+SA	90,2 a	FS + FT + FA: Salvado de Soja + Salvado de Trigo + Sémola de Arroz
A	75,9 b	A: Arroz

Tabela 3. Conídios de *M. anisopliae* obtidos a partir da segunda etapa de fermentações.

Nota: Média seguida da mesma letra na coluna não diferem entre si, com um nível de 5% de probabilidade pela proba de Scott-Knott.

Resumindo, dos resultados obtidos no presente trabalho, pode se dizer que excluindo o farelo de soja, a produção de esporos de *M. anisopliae* por fermentação em estado sólido se viu favorecida pela utilização dos resíduos: farelo de trigo e quirera de arroz, a mistura entre eles (farelo de trigo e quirera de arroz) e a mistura farelo de trigo com arroz. A partir daqui, resulta evidente dizer que o uso destes resíduos puros ou em misturas constitui uma alternativa potencial para a produção do microrganismo, sendo unicamente a fase prévia ao aumento de escala. Espera-se que em um futuro próximo possa ser apresentada a segunda etapa desta pesquisa, a qual está realizando uma análise da produção do mesmo fungo em escala piloto em biorreator de bandejas para fermentação em estado sólido.

4 | CONCLUSÕES

Os experimentos preliminares mostram que a produção de conídios de *M. anisopliae* realizada a partir de arroz, quirera de arroz, farelo de soja e farelo de trigo sem pré-tratamento é estatisticamente igual à produção realizada com os mesmos substratos submetidos a algum tipo de tratamento prévio. Isto significa que excluir etapas de lavagem, secagem e reidratação do material incorrerão em uma redução de gastos energéticos, água, mão de obra e tempo de processo ao utilizar substratos sem pré-tratamento. As fermentações em estado sólido realizadas com as misturas de substrato mostraram que a maior produção de conídios do fungo foram, em ordem decrescente, farelo de trigo e quirera de arroz a 50%, farelo de trigo e arroz a 50%, farelo de soa, farelo de trigo e arroz a 33,3% e, finalmente, farelo de soja, farelo de trigo e quirera de arroz a 33,3%. Estes resultados permitiram evidenciar uma matéria prima potencial, económica e ambientalmente amigável, prevendo a produção de *M. anisopliae* em larga escala, mostrando que os resíduos puros e a combinação destes induzem a uma maior produção de conídios se comparada com o método convencional de arroz tipo I.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao CNPq pelo suporte econômico do projeto, através do processo 448890/2014-3, ao programa “Novos Pesquisadores UFT 2016” pela bolsa ao servidor docente, à *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES) pela bolsa concedida ao estudante de mestrado e ao Programa de Educação Tutorial (PET) pela bolsa concedida ao aluno de graduação.

REFERÊNCIAS

- Alves SB. **Perspectivas para utilização de fungos entomopatogênicos no controle de pragas no Brasil.** Pesqui. Agropecu. Bras. 1992;27:77-86.
- Alves SB. **Controle microbiano de insetos.** 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. 1163p.
- Alves SB, Lopes RB. (2008) **Controle microbiano de pragas na América Latina: avanços e desafios.** Piracicaba: FEALQ 414 p.
- Ayala L. **Aproveitamento biotecnológico de batata refugos (*Solanum tuberosum*) para produção de conídios do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Bals) vuill por fermentação no estado sólido.** Dissertação de mestrado 1996. Universidade Federal do Paraná.
- Faria MR, Magalhães BP. **O uso de fungos entomopatogênicos no Brasil.** Biotecnolog. Cienc. Desenvolv. 2001;22:18-21.
- Grajales LM. **Avaliação de um biorreator rotativo para fermentação em estado sólido.** Dissertação de Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos 2010. Universidade Estadual Paulista.
- Lacey LA, Frutos R, Kaya KH, Vail P. **Insects pathogens as Biological control agents: Do they have a future?** Biological Control. 2001;21:230-248.
- Limeira EH, Rafikow M. **Dinâmica de interação da praga da cana-deaçúcar com seu parasitóide *Trichogramma galloi*.** 9th Brazilian Conference on Dynamics Control and their Applications, 2010, p. 238-242, Serra Negra, Brasil.
- Leite LG, Filho AB, Almeida JEM, Alves SB. **Produção de fungos entomopatogênicos.** Ribeirão Preto: Livroceres. 2003. 92pp.
- Lonsane BK, Ghildyal NP, Budiartman S, Ramakrishna SV. **Engineering aspects of solid-state fermentation.** Enzyme Microb Technol. 1985;6:258-265.
- Oliveira MAP, Marques EJ, Wanderley-Teixeira V, Barros R. **Efeito de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. E *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. sobre características biológicas de *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Crambidae).** Acta Sci Biol Sci. 2008;2:220-224.
- Penariol MC. **Requisitos nutricionais e produção massal de *Bipolaris euphorbiae*.** Dissertação em Microbiologia Agropecuária 2006. Universidade Estadual Paulista.
- Pereira MFA, Benedetti RAL, Almeida JEM. **Eficiência de *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin no controle de *Deois flavopicta* (Stal.,1854), em pastagem de capim (*Brachiaria decumbens*).** Arq Inst Biol. 2008;4:465-469.

Pereira SR de Mello, Eira AF. **Metodologia para produção de *Metarhizium anisopliae* (metsch.) sorokin em cultivo submerso: esporulação da biomassa, efeito da concentração de açúcar e custo do inoculante.** Cienc Rural. 1999;3:389-394.

Rezende JM. **Influencia da qualidade de diferentes tipos de arroz e inibidores de proteinases no rendimento de conídios do fungo entomopatogênico *M. anisopliae* (Metsh) Sorokin Ascomicota.** Dissertação de Mestrado 2009. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo.

Rodríguez-Zuñiga UF, Farinas CS. **Produção de celulases por *Aspergillus niger* por fermentação em estado sólido.** Pesqui. Agropecu. Bras. 2011;8:912-918.

Santa HSD, Santa ORD, Brand D, Vandenberg LP de S, Soccol CR. **Spore production of *Beauveria bassiana* from agro-industrial residues.** Braz Arch Biol Technol. 2005;48:51-60.

Sauka DH, Benitende GB. ***Bacillus thuringiensis*: generalidades. Un acercamiento a su empleo en el biocontrol de insectos lepidópteros que son plagas agrícolas.** Rev. Argent. Microbiol. 2008;40:124-140.

Schamne PA. **Efeito de aditivos e fishfertilquitosana® em meios sólidos na produção de conídios de *Metarhizium anisopliae* (metsch.) sorokin e *Beauveria bassiana* (bals.) vuillemin.** Dissertação em Produção Vegetal 2010. Universidade Estadual do Centro-Oeste.

Schapovaloff ME, Alves LFA, Urrutiac MI, Lastra CCL. **Ocurrencia natural de hongos entomopatogénos en suelos cultivados con yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) en Misiones, Argentina.** Rev Argent Microbiol. 2015;47:138-142.

Sene L, Alves LFA, Lobrigate MFP. **Produção de conídios de *Metarhizium anisopliae* em meio sólido à base de resíduos agroindustriais.** Arq Inst Biol. 2010;3:449-45.

SOBRE A ORGANIZADORA

CARMEN LÚCIA VOIGT Doutora em Química na área de Química Analítica e Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especialista em Química para a Educação Básica pela Universidade Estadual de Londrina. Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Experiência há mais de 10 anos na área de Educação com ênfase em avaliação de matérias-primas, técnicas analíticas, ensino de ciências e química e gestão ambiental. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se uma atuação por resultado, como: supervisora de laboratórios na indústria de alimentos; professora de ensino médio; professora de ensino superior atuando em várias graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; palestrante; pesquisadora; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Autora de artigos científicos. Atuou em laboratório multiusuário com utilização de técnicas avançadas de caracterização e identificação de amostras para pesquisa e pós-graduação em instituição estadual.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-231-9

