

Avanços Científicos e Tecnológicos em Bioprocessos

Alberdan Silva Santos
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2018

Alberdan Silva Santos
(Organizador)

Avanços Científicos e Tecnológicos em Bioprocessos

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

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
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 Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
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
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

A946	Avanços científicos e tecnológicos em bioprocessos [recurso eletrônico] / Organizador Alberdan Silva Santos. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.
------	--

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-47-5

DOI 10.22533/at.ed.475180110

1. Bioprocessos. 2. Bioquímica. 3. Biotecnologia. I. Santos, Alberdan Silva.

CDD 553.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2018

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

Avanços Científicos e Tecnológicos em Bioprocessos é uma obra que reúne vinte e três capítulos com temas em pesquisas científicas realizadas no campo da biotecnologia, e que envolve agentes biológicos e bioquímicos na geração de produtos ou processos. Nesta obra se concentram diversos avanços descritos nas metodologias e nos resultados, distribuídos em quatro tópicos principais, envolvendo: processos químicos e biotecnológicos no aproveitamento de resíduos; produção de metabólitos e enzimas; métodos analíticos e de simulação; e biotratamentos envolvidos na geração de energias. Esta obra foi escrita por jovens pesquisadores brasileiros que estão desenvolvendo suas teses e/ou dissertações em instituições nacionais. Por este motivo, os aspectos inovadores e o alcance dos resultados apresentados podem ser um grande estímulo para aqueles que visam conhecer com maior amplitude alguns dos aspectos biotecnológicos estudados em algumas das instituições de nosso país.

Alberdan Silva Santos

SUMÁRIO

EIXO 1: PROCESSOS BIOTECNOLÓGICOS APLICADOS NA PRODUÇÃO DE ENZIMAS E PROTEÍNAS

CAPÍTULO 1	1
AMYLASES IN PROTEIN SECRETOME PROFILE FROM <i>Aspergillus sp</i> WITH POTENTIAL TO DECONSTRUCT INTEGRAL STARCH	
Patrícia Suelene Silva Costa Gobira	
Rubens Menezes Gobira	
Ricardo Felipe Alexandre de Mello	
Hellen Kempfer Phillippsen	
Nelson Rosa Ferreira	
Alberdan Silva Santos	
CAPÍTULO 2	7
PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO BIOQUÍMICA DE FRUTOSILTRANSFERASE EXTRACELULAR MICROBIANA PARA A SÍNTESE DE FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS EM ESCALA LABORATORIAL	
Rafael Firmani Perna	
Josivan de Sousa Cunha	
Sergio Andres Villalba Morales	
Michelle da Cunha Abreu Xavier	
Cristiane Angelica Ottoni	
Elda Sabino da Silva	
Alfredo Eduardo Maiorano	
CAPÍTULO 3	23
ENZYMATIC COCKTAIL PRODUCED BY <i>Fusarium sp</i> WITH POTENTIAL TO DECONSTRUCT CRUDE CASSAVA STARCH (<i>Manihot esculenta Crantz</i>).	
Patrícia Suelene Silva Costa Gobira	
Elaine Cristina Souza Medeiros	
Rubens Menezes Gobira	
Ricardo Felipe Alexandre de Mello	
Alberdan Silva Santos	
CAPÍTULO 4	28
THE SYSTEMATIC INVESTIGATION OF L-ASPARAGINASE PRODUCED BY FILAMENTOUS FUNGI	
Eliane Silva e Silva	
Alberdan Silva Santos	
Márcia Gleice da Silva Souza	
Rubens Menezes Gobira	
Maria Inez de Moura Sarquis	
CAPÍTULO 5	33
EVALUATION OF METHYLOCYSTIS HIRSUTA GROWTH ON SUPPLEMENTED MINERAL MEDIA USING METHANE AS CARBON SOURCE	
Rodrigo Pimentel Fernandes	
Ana Cristina Pantoja Simões	
Manuela Temtemples de Carvalho	
Camila Ruiz Lopes	
Nei Pereira Jr	

CAPÍTULO 6 37

BIOTECHNOLOGICAL PRODUCTION OF ENZYMATIC EXTRACT WITH CELULOLYTICAL ACTIVITY FROM AGROINDUSTRY RESIDUES

Ivanilton Almeida Nery
Karine Belo Rocha de Lima
Marlon Castro da Silva
Edmir Fernandes Ferreira

EIXO 2: APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS EM PROCESSOS BIOTECNOLÓGICOS E QUÍMICOS

CAPÍTULO 7 41

VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA PALMA DE ÓLEO (*ELAEIS SP*) PARA PRODUÇÃO DE POLISSACARÍDEOS EXTRACELULARES POR *PLEUROTUS OSTREATUS*

Jhonatas Rodrigues Barbosa
Maurício Madson dos Santos Freitas
Marcos Enê Chaves Oliveira

CAPÍTULO 8 50

AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE *Bacillus subtilis* UFPEDA 86 E DA PRODUÇÃO DE BIOSURFACTANTE UTILIZANDO RESÍDUOS DE FRUTAS COMO SUBSTRATOS

Camylla Carneiro Soares
Adrielly Silva Albuquerque de Andrade
Fábio Cirqueira da Silva
Andréa Farias de Almeida
Janice Izabel Druzian
Ana Katerine de Carvalho Lima Lobato

CAPÍTULO 9 65

ESTUDO DO REAPROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA INDÚSTRIA CACAUEIRA.

Rhuany de Oliveira Silva
Iara Rebouças Pinheiro
Isabela Nascimento Tavares Ferreira

CAPÍTULO 10 70

BIOPRODUCTS FROM *Trichoderma harzianum* AS INDUCER OF RESISTANCE TO ANTHRACNOSE IN BEANS

Emanuele Junges
Marlove Fátima Brião Muniz
Ângela Diniz Campos
Thiarles Brun
Cleudson José Michelin
Marcio Antônio Mazutti

CAPÍTULO 11 81

ANALYSIS OF PRE-TREATMENT OF PINEAPPLE WASTE WITH HYDROGEN PEROXIDE IN THE OBTENTION OF TOTAL REDUCING SUGARS

Fernanda Ferreira Freitas
Lorena Costa Vasconcelos Macedo

Carlos Alberto Galeano Suarez
Araceli Aparecida Seolato
Inti Doraci Cavalcanti-Montaño,
Paula Rubia Ferreira Rosa

EIXO 3: MÉTODOS ANALÍTICOS, CINÉTICA, SIMULAÇÃO E MODELOS MATEMÁTICOS APLICADOS EM PROCESSOS

CAPÍTULO 12 86

USE OF LINEAR EQUATIONS FOR DETERMINATION OF APPARENT KINETIC PARAMETERS IN CELLULOLYTIC MEDIUM WITH *Trichoderma virens*

Nelson Rosa Ferreira
Suelem Paixão da Silva
Rubens Menezes Gobira
Maria Inez de Moura Sarquis
Alberdan Silva Santos

CAPÍTULO 13 92

PRODUCTION OF COMMON ORANGE FERMENTED BEVERAGE: KINECTIC STUDY AND SENSORY ANALYSIS

Jacqueline de Moraes Campêlo
Olga Martins Marques

CAPÍTULO 14 97

MATHEMATICAL MODELING OF GLUCOSE ACCUMULATION DURING ENZYMATIC HYDROLYSIS OF CARRAGEENAN WASTE

Samuel Conceição Oliveira
Fernando Roberto Paz Cedeno
Fernando Masarin

CAPÍTULO 15 104

PRODUÇÃO DE ESPOROS DE *Metarhizium anisopliae* POR CULTIVO SÓLIDO EM BIORREATOR DE TAMBOR ROTATIVO COM ROTAÇÃO INTERMITENTE: APLICAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA PREDIÇÃO DE PERFIS DE TEMPERATURA

Érika Fernanda Rezendes Tada
Lucas Portilho da Cunha
João Cláudio Thoméo

CAPÍTULO 16 121

DETERMINAÇÃO DO FATOR DE EFETIVIDADE PARA ENZIMAS IMOBILIZADAS USANDO MÉTODOS DE REGRESSÃO SIMBÓLICA VIA PROGRAMAÇÃO GENÉTICA

Félix Monteiro Pereira
Luciano Eduardo Gomes Junior
Fabrício Maciel Gomes
Messias Borges Silva
Samuel Conceição Oliveira

CAPÍTULO 17 133

DEVELOPMENT OF ANALYTICAL METHOD, BY SPECTROSCOPY IN THE MIDINFRARED, AND MULTIVARIATE CALIBRATION FOR ETHANOL QUANTIFICATION IN THE FERMENTED MANGO

PULP (*Mangifera indica* L.) VARIETY BACURI.

Rubens Menezes Gobira
Patrícia Suelene Silva Costa Gobira
Ricardo Felipe Alexandre de Mello
Graziela Cristiane Telles da Silva
Sanclayton Geraldo Carneiro Moreira
Alberdan Silva Santos

CAPÍTULO 18 **138**

MÉTODOS DE IMOBILIZAÇÃO PARA ESTABILIZAÇÃO DE ENZIMAS

Anderson dos Santos Barbosa
Danyelle Andrade Mota
Lays Carvalho de Almeida
Juliana Lisboa Santana
Nayára Bezerra Carvalho
Sílvia Regina Soares Martins

CAPÍTULO 19 **156**

CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO DAS ANTOCIANINAS E DA CORDO EXTRATO DE *Eugênia involucrata* NA PRESENÇA E NA AUSÊNCIA DE AGENTES CONSERVANTES NA TEMPERATURA DE 90°C

Lauren Menegon de Oliveira
Francine Antelo

EIXO 4: BIOTRATAMENTOS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA E BIOPRODUTOS

CAPÍTULO 20 **163**

BIOTRATAMENTO DE VINHAÇA SINTÉTICA E GERAÇÃO DE ELETRICIDADE UTILIZANDO UMA CÉLULA A COMBUSTÍVEL MICROBIANA

Cristiane Angélica Ottoni
Marta Filipa Simões
Jonas Gomes dos Santos
Luciana Peixoto
Rodrigo Fernando Brambilla de Souza
Almir Oliveira Neto
António Guerreiro de Brito
Alfredo Eduardo Maiorano

CAPÍTULO 21 **172**

RECUPERAÇÃO DE BIOPRODUTOS A PARTIR DA GASEIFICAÇÃO DO LODO DE ESGOTO SANITÁRIO

Renan Barroso Soares
Ricardo Franci Gonçalves

CAPÍTULO 22 **179**

BIOPROSPECTING CAROTENOIDS PRODUCTION IN THREE BRAZILIAN MICROALGAE SPECIES

Sabrina da Silva Mesquita
Natália Guimarães Figueiredo
Inaiã Costa Cutrim
Simone Carvalho Chiapetta
Cláudia Maria Luz Lapa Teixeira
Eliana Flávia Camporese Sérvulo

CAPÍTULO 23 184

EFFECT OF TEMPERATURE AND SALINITY ON THE PRODUCTION OF CAROTENOIDS AND LIPIDS BY MARINE MICROALGA

Nicéia Chies Da Fré
Alessandro de Oliveira Rios
André Jablonski
Rosane Rech
Nilson Romeu Marcílio

SOBRE O ORGANIZADOR..... 193

ENZYMATIC COCKTAIL PRODUCED BY *Fusarium sp* WITH POTENTIAL TO DECONSTRUCT CRUDE CASSAVA STARCH (*Manihot esculenta Crantz*).

Patrícia Suelene Silva Costa Gobira

Federal Institute of Amapá - IFAP / Federal University of Para-UFPA, Network Bionorte
Belém – Pará

Elaine Cristina Souza Medeiros

Federal University of Pará, UFPA, Institute of Natural Sciences – ICEN
Belém - Pará

Rubens Menezes Gobira

Federal University of Para-UFPA, Network Bionorte
Belém - Pará

Ricardo Felipe Alexandre de Mello

Federal University of Pará, UFPA, Institute of Natural Sciences – ICEN
Belém - Pará

Alberdan Silva Santos

Federal University of Pará, UFPA, Institute of Natural Sciences – ICEN
Belém - Pará

ABSTRACT: With the advancement of microorganism cultivation and the induction of enzyme production, the use of filamentous fungi has become strategic as a source of hydrolase and, especially, the specific selection of strains that produce amylolytic systems capable of composing enzymatic cocktails. It has been the subject of studying in our group in recent years. The objective of this work is the

production of amylolytic concentrates (amylase, glucoamylase, amylopectin) from *Fusarium sp.* for the deconstruction of cassava starch (*Manihot esculenta Crantz*), without the addition of other enzymes. The applied methodology has involved the adaptation of the microorganisms in the natural substrate, and the results showed high amylolytic activity in solid and submerged culture medium. The enzymatic cocktail hydrolyzed the cassava starch with a yield of 83% w/w in 10 minutes and reached 96.90% in 120 minutes of incubation.

KEYWORDS: Filamentous fungus. Starch. Enzyme.

1 | INTRODUCTION

Countries located in tropical regions, such as Brazil, have a great advantage in relation to the main starch producers in the world, which are located in temperate regions due to the variety of tropical crops (Scipione, 2011). Cassava root (*Manihot esculenta*, Crantz) is a raw material rich in the starch of easy extraction, being cultivated in almost all Brazilian territory. The amylases are among the first known enzymes. They promote the hydrolysis of starch to reducing sugars, being detected for more than a century in a great variety of biological materials. These enzymes are termed amylolytic

because they promote starch degradation, were described in 1811 in wheat extracts; In 1831 in saliva; In 1833 in malt; In 1846 in the blood; And in 1881 produced by the fungus *Aspergillus oryzae* (HARGER, 1982). Although amylases can be derived from a variety of sources, including plants, animals, and microorganisms, microbial enzymes generally meet high industrial demand. Hydrolyzed products are widely used in food, paper, and textile industries and currently in the production of biofuels.

2 | METHODOLOGIES

2.1 Micro-organism

The micro-organism used was the *Fusarium* sp, isolated from cassava roots collected in the area of settlement of family farmers, located on the shores of Highway 391 PA, Km 18 (1° S and 48° 08 ' 22 "W, altitude 14 m) in the District of Mosqueiro, in Parramatta. Microorganisms were isolated in the Middle APY (yeast extract 2.5 g/L, 2.5 g/L peptone, cassava starch 10 g/L agar 10 g/L and pH adjusted to 5) and deposited on mycology collection of the LabSisbio.

2.2 Solid Cultivation of the micro-organism

The experiment was accomplished in seven Petri dishes, six of them containing 20 l of sterile medium APY and one with 20 mL GPY (10 g/L glucose, 2.5 g/L peptone, yeast extract 2.5 g/L Agar 10 g/L). The micro-organism was blown out in each of the seven plates and incubated in an oven at 30° C for 5 days. (GONÇALVES, 2006)

2.3 Measures of diameter growth

The measure of the growth of the colony and the halo were two strokes perpendicular axis, dividing the colonies into approximately equal quadrants, enabling two measures of diameter per plate used. The diameter of the colonies was measured every 24 hours over 5 consecutive days. (OLIVEIRA, 2006)

2.4 Measures of the diameters of the halos

The plates with the Middle APY were "revealed" through a lugol's solution (Iodine 0.3% m/v and potassium iodide 1% m/v), one every 12:00 am for five days. We used approximately 15 mL lugol's iodine on each plate, leaving for 5 minutes and then measures. (OLIVEIRA, 2006)

2.5 Cultivation in liquid medium

The microorganism was used for culture in a liquid medium and later analysis of the presence of amylolytic activity in the culture supernatant. They were cultured in

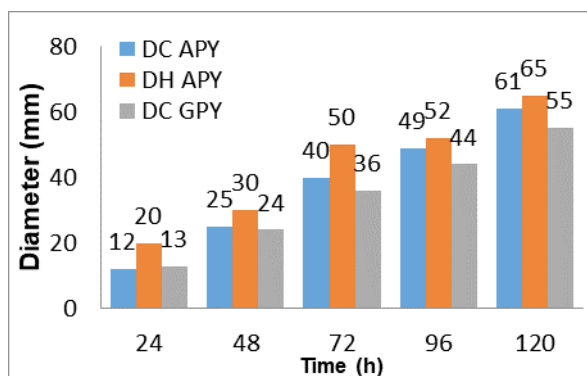
APY liquid medium without the addition of agar. In 1 L conical flasks containing 500 ml of culture medium, autoclaved at 121 ° C for 15 minutes, cooled to room temperature and inoculated with 4 discs from the colony of the microorganism, and incubated on an orbital shaker at 30 ° C at 130 rpm. Samples (2 mL) were removed every 24 hours and centrifuged (3600 rpm for 5 minutes). The supernatant medium was used to determine the respective enzymatic activity.

2.6 Degradation of cassava starch

Cassava starch degradation was determined through the dosage of starch degraded. Added 200 μ L enzyme broth, and 600 μ L of hydrated starch solution (0,2g of soluble starch in 100 mL of acetate buffer pH 5, heated to 100°C for 5 minute), incubated the 37°C, 300 rpm on the dry-in dry- bath, added 200 μ L of 1 N HCl and 1000 μ L of lugol (Iodine 0.3% m/v and potassium iodide 1% m/v), followed by vortex shaking at 37 ° C for 5 minutes and reading at 580 nm in the UV-vis spectrophotometer.

3 | RESULTS AND DISCUSSION

Solid amylolytic activity was determined by the correlation between the halo size and the degradative capacity of the microorganism. The presence of the halo indicates that the fungus is capable of producing amylolytic enzymes, hydrolyzing the starch in the medium. After five days of the experiment, it was verified that the microorganism is adapted to the medium in which it was isolated, presenting a larger diameter of growth in APY medium when compared to GPY (graph 01).



Graph 01 - Growth diameter (DC) and halo diameter (HD) of the microorganism in solid medium.

The statistical data (graph 01) can also be visually verified when compared to the images of the sizes of halos formed (figure 01).

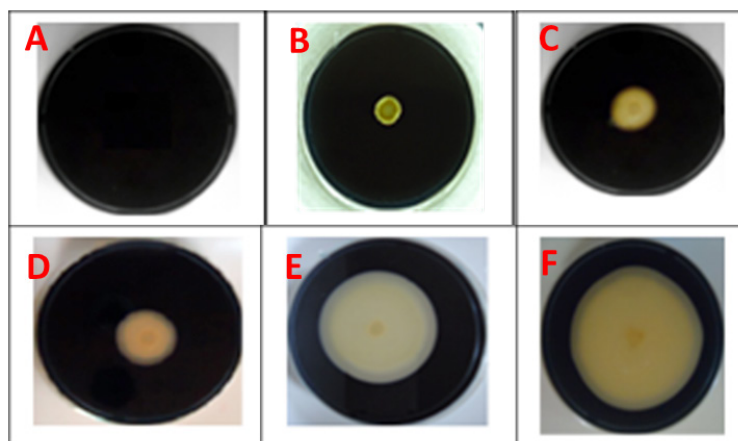
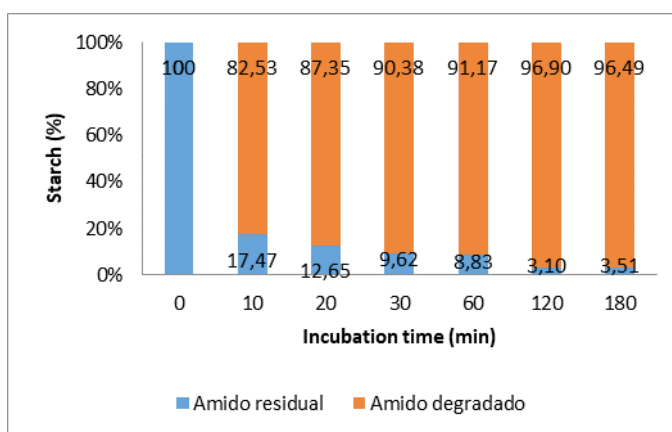


Figure 01- halo formation on plates stained with Lugol's solution. **A:** time 0h; **B:** time 24h; **C:** time 48 h; **D:** time 72h; **E:** time 96h; **F:** time 120h

Graph 02 represents amount (%) of residual starch and degradation of cassava root as a function of incubation time (min). It can be observed that in the first 10 minutes of incubation, 82.53% of the hydrolysis was obtained and after 120 minutes a percentage of 96.90% of degraded starch was reached, while the percentage of residual starch was of 3.10%. The increase of the residual starch in the time of 180 min may be related to the denaturation of the enzymes, caused by the interaction with other components of the medium, protease action or by thermal denaturation when kept at 50 ° C for several hours.



Graph 2 - Degradation of cassava starch as a function of incubation time (min).

4 | CONCLUSIONS

Through the results obtained by the experiments, it was possible to conclude that the microorganism proved to be a good producer of amylases in a solid medium in view of the size of the formed halo in relation to the growth diameter in the presence. The hydrolysis of the starch suggests that the microorganism is capable of secreting amylolytic enzymes which promote the degradation of the present starch.

REFERENCES

GONÇALVES, A.; Z.; L. **Produção de α -amilase e glucoamilase termoestável pelo fungo termofílico *Thermomyceslanuginosus* TO-03 por fermentação submersa e em estado sólido e caracterização das enzimas.** Dissertação (Mestrado em Microbiologia Aplicada) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro. 2006, 65fl.

HARGER, C.; SPRADA, D.; HIRATSUKA, E. **Amilase Fúngica.** In: Bioquímica das Fermentações, 1982.

OLIVEIRA, A. N.; OLIVEIRA, L. A. ANDRADE, J. S.; CHAGAS JÚNIOR, A. F. **ATIVIDADE ENZIMÁTICA DE ISOLADOS DE RIZÓBIA NATIVOS DA AMAZÔNIA CENTRAL CRESCENDO EM DIFERENTES NÍVEIS DE ACIDEZ.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 26(1): 204-210, 2006.

SCIPIONI, G. C. **Otimização do processo de sacarificação do amido de batata (*SolanumTuberosaum* L.) utilizando enzimas amilolíticas.** Dissertação de Mestrado. (Mestrado em Engenharia de Processos). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2011, 95fl.

SOBRE O ORGANIZADOR

ALBERDAN SILVA SANTOS é Professor associado das faculdades de Química e Biotecnologia da UFPA; É Engenheiro Químico graduado pela UFPA; É Mestre em Química e Biotecnologia pelo Instituto de Química e Biotecnologia da UFAL; É Doutor em Bioquímica (Biotransformações com ênfase em oxidações microbiológicas) pelo Instituto de Química da UFRJ. Realizou Estágio pós-doutoral no Departamento de Biotecnologia do Instituto de Agroquímica e Tecnologia de Alimentos - IATA de Valencia, na Espanha. Atua no ensino de graduação e Pós-graduação no qual orienta Mestrandos e Doutorandos. Coordena projetos de cunho acadêmico-científico nos Laboratórios de Investigação Sistemática em Biotecnologia e Biodiversidade Molecular da UFPA, em áreas estratégicas como: Biotransformações; produção de enzimas; desenvolvimento de processos biotecnológicos no aproveitamento de resíduos agroindustriais para a produção de biomoléculas de interesse médico, cosméticas e farmacêutica; produção de biomoléculas a partir de cultivo de micro-organismos e cultivo de células vegetais. Aplica técnicas avançadas de Metabolômica e Lipidômica (CG/EM, LC/MS) na investigação metabólica de plantas e micro-organismos. Contribuiu na criação do curso de graduação e do programa de pós-graduação em Biotecnologia da UFPA. Foi o 1º Diretor da Faculdade de Biotecnologia da UFPA no período de 2009-2011. Atuou como vice-coordenador protempore do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia da UFPA. Possui diversas publicações nas áreas da Química e Biotecnologia, assim como patentes. Recebeu a primeira Carta Patente na UFPA em dezembro de 2013. É pioneiro na otimização de processo de produção de metabólitos secundários e enzimas em cultura de células vegetais e de micro-organismos na Região Norte do Brasil.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-47-5

