

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
Antônio 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

BIOPROSPECTING CAROTENOIDS PRODUCTION IN THREE BRAZILIAN MICROALGAE SPECIES

Sabrina da Silva Mesquita

Universidade Federal do Rio de Janeiro,
Departamento de Engenharia Bioquímica
Rio de Janeiro – RJ

Natália Guimarães Figueiredo

Instituto Nacional de Tecnologia, Divisão de
Química Analítica
Rio de Janeiro – RJ

Inaiã Costa Cutrim

Instituto Nacional de Tecnologia, Divisão de
Química Analítica
Rio de Janeiro – RJ

Simone Carvalho Chiapetta

Instituto Nacional de Tecnologia, Divisão de
Química Analítica
Rio de Janeiro – RJ

Cláudia Maria Luz Lapa Teixeira

Instituto Nacional de Tecnologia, Divisão de
Energia
Rio de Janeiro – RJ

Eliana Flávia Camporese Sérvulo

Universidade Federal do Rio de Janeiro,
Departamento de Engenharia Bioquímica

RESUMO: Carotenoides são corantes naturais com coloração amarelo, laranja e vermelho que podem ser produzidos por alguns organismos. Estes corantes são uma interessante alternativa ao uso de corantes artificiais na indústria de alimentos, por serem seguros e apresentarem

propriedades funcionais. Dentre as fontes microbianas produtoras de carotenoides, encontram-se algumas espécies de microalgas. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de carotenoides em três espécies de microalgas brasileiras, durante a fase estacionária de crescimento, e avaliar se houve a produção de β -caroteno ou cantaxantina. O maior rendimento obtido em carotenoides totais foi nos cultivos da espécie *Haematococcus pluvialis*. Todas as espécies estudadas produziram β -caroteno e somente a espécie *Golenkinia radiata* produziu cantaxantina. Diante dos resultados apresentados foi possível concluir que a espécie *H. pluvialis* foi a melhor produtora de carotenoides totais. Ademais, a espécie *G. radiata*, pouco estudada na literatura, necessita ser mais explorada na tentativa de compreender as condições de cultivo favoráveis à indução da produção de cantaxantina.

PALAVRAS-CHAVE: carotenoides, β -caroteno, cantaxantina, microalgas.

ABSTRACT: Carotenoids are natural dyes produced by some organisms, which comprises colors like yellow, orange and red. They are safe and healthy which makes them interesting alternatives for replacing artificial coloring in food industry. Among microbial sources of carotenoids, some microalgae species stand out. Thus, the purpose of this study was to

evaluate carotenoids production by three Brazilian microalgae species on stationary growth phase and evaluate the production of β -carotene or canthaxanthin. High total carotenoids yield was obtained in *Haematococcus pluvialis* cultivates. All studied species were able to produce β -carotene and only *Golenkinia radiata* produced canthaxanthin. It was possible to conclude with the presented results that *H. pluvialis* was the best producer of total carotenoids. Furthermore, the *G. radiata* species, which was few studied in literature, needs to be explored in attempt to understand the favorable conditions to the induction of canthaxanthin production.

KEYWORDS: carotenoids, β -carotene, canthaxanthin, microalgae.

1 | INTRODUCTION

The increasingly awareness of the consumer market regarding the use of natural products has stimulated the addition of natural dyes to the food industry. Carotenoids are natural colorants which present colors like yellow, orange and red. Also, they can be produced by some plants, macroalgae and microorganisms such as fungus, bacteria and microalgae. The production of carotenoids by microorganisms has been shown to be more advantageous than the traditional extraction from plants sources, since it enables short time production regardless the season (Valduga et al., 2009). Some microalgae species produce large carotenoids amounts, like canthaxanthin and β -carotene, which can act as antioxidants, preventing many types of cancer, cardiovascular diseases and others. Considering the Brazilian biodiversity and few bioprospecting studies concerning carotenoids production by Brazilian microalgae, this work aimed to evaluate the total carotenoids production and whether carotenoids canthaxanthin and β -carotene are produced by three Brazilian microalgae species.

2 | MATERIALS AND METHODS

The native microalgae species used in carotenoids bioprospecting were: *Chlorella zofingiensis*, *Haematococcus pluvialis* and *Golenkinia radiata*. Initially, it was necessary to obtain pre-inoculum cultures. For this, each species was cultivated in conic flasks of 500 mL, containing 300 mL of WC culture medium without silica, under orbital shake at 180 rpm, $200 \pm 10 \mu\text{mol photons}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ of irradiance, and in a controlled room temperature (23 – 27°C). After reaching the exponential growth phase, each culture was inoculated in 300 mL of new WC medium and submitted to the same pre-inoculum conditions to start the carotenoids bioprospecting experiments. These experiments were finalized at stationary growth phase. Cell growth was evaluated by direct counting using microscope and by gravimetric method (cell dry weight). Nitrate consumption was analyzed according to Collos et al. (1999). For carotenoids analysis, cultures were previously vacuum filtered on glass fiber membranes and pigments from the

filtered cells were extracted using acetone 100%. Total carotenoids concentration was estimated in accordance with Lichtenthaler (1987). The extracts were also analyzed using high performance liquid chromatography to identify the presence of β -carotene or canthaxanthin, according to Guarantini et al. (2009).

3 | RESULTS AND DISCUSSION

In table 1, it is possible to observe that *H. pluvialis* had the shortest cultivation time and nitrate consumption. In addition to that, the best results of total carotenoids production (total carotenoids in culture, $Y_{P/X}$, total carotenoids percentage in dry biomass, Q_p and intracellular total carotenoids quantity) were reached by this microalgae species. Reports on carotenoids production by microalgae indicate that some species are able to overproduce these pigments under stress growth conditions by secondary metabolism. Among stress factors, there is nutrient privation, mainly nitrate, and high light irradiance. These stressors increase the formation of intracellular free radicals, which leads to a production of carotenoids in order to protect microalgae cells against deleterious effects caused by these radicals. In relation to the studied *H. pluvialis* cultivation, it is noted that there was no nitrate starvation to induce carotenoids production. Therefore, two hypotheses are suggested: the starvation of another nutrient, like phosphate, might have induced the carotenoid production (Imamoglu; Dalay; Sukan, 2009) or the irradiance used was sufficient for this induction.

		Microalgae Species		
		<i>C. zofingiensis</i>	<i>G. radiata</i>	<i>H. pluvialis</i>
Cultivation Time (d)		18	13	4
NO ₃ ⁻ Consumption (%)		97	95	25
Total Carotenoids Production	mg/L	0,40 ± 0,04	0,71 ± 0,09	3,44 ± 0,19
	$Y_{P/X}$ (mg/g)	0,98 ± 0,07	2,06 ± 0,11	11,51 ± 0,46
	% d.b.	0,1	0,2	1
	pg/cell	0,03 ± 0,005	4,7 ± 0,75	27 ± 3,33
	Q_p (mg.L ⁻¹ .d ⁻¹)	0,02 ± 0,002	0,05 ± 0,007	0,86 ± 0,05
Qualitative Analysis	β -carotene	Detected	Detected	Detected
	Canthaxanthin	Not detected	Detected	Not detected

Table 1. Total carotenoids production, qualitative analysis and nitrate consumption
% d.b.: Total carotenoids percentage in dry biomass. $Y_{P/X}$: Total carotenoids yield in dry biomass. Q_p : Global productivity of total carotenoids.

Regarding the production of 3,44 mg/L total carotenoids in culture and 11,51 mg/g of total carotenoids yield by *H. pluvialis*, it is possible to verify that these results were higher than 1,7 mg/L and 3,5 mg/g obtained by Goksan and Ak (2006) with another *H. pluvialis* strain. In relation to the results achieved on cultivation of *C. zofingiensis* and *G. radiata*, it is noted that these species used almost all the available nitrate (table 1),

creating a stressor condition. However, as observed in table 1, the nitrate starvation was not significant enough to induce the production of a large quantity of total carotenoids by *C. zofingiensis* and *G. radiata*. Pelah, Sintov and Cohen (2004) cultivated another strain of *C. zofingiensis*, whose total carotenoid yield was around ten times higher than the one presented in this present work. Among all the studied species, *G. radiata* was the second with the shortest cultivation time and also the second that presented the best total carotenoids production. Nevertheless, the total carotenoids percentage in biomass was five times lower than the percentage obtained by *H. pluvialis* and other carotenoids overproduction species found in studies like *Dunaliella bardawil*, which can produce up to 10% of biomass corresponding to β -carotene (Ben-Amotz; Avron, 1990) or *H. pluvialis* which can accumulate around 4% of biomass corresponding to astaxanthin. It was not possible to compare *G. radiata* exposed results with other studies, because there is no research on carotenoids with this species. As noted in table 1, under the studied cultivation conditions, the canthaxantin production was detected only on *G. radiata* extract. In general, in some microalgae species, this carotenoid is overproduced in response to a stressor factor. Thus, there is a possibility that *G. radiata* is a carotenoid overproduction, but it is necessary to optimize culture conditions to induce synthesis of a large quantity of canthaxanthin. Although some studies have reported the production of canthaxanthin by *H. pluvialis* and *C. zofingiensis*, under experimental conditions of the present study, it did not happen. Concerning the β -carotene production, it is noted that all species were able to produce this pigment. Research shows that β -carotene is not overproduced by *H. pluvialis* and *C. zofingiensis*, but there is no register about *G. radiata*.

4 | CONCLUSION

With the presented results, it is possible to conclude that there are Brazilian microalgae species with potential of carotenoids production. *G. radiata* is the only one that is not already studied on literature. Therefore, it is necessary to study culture conditions to understand what is favorable for canthaxanthin and β -carotene accumulation by *G. radiata*. Both carotenoids are interesting for food and pharmaceutical industries and present high commercial value, but canthaxanthin has an advantage as it presents a higher antioxidant activity when compared with β -carotene. Moreover, it is necessary to evaluate another culture conditions for *H. pluvialis* and *C. zofingiensis* to induce canthaxanthin production and optimize the productivity. After reaching the optimum of each specie, it will be possible to evaluate which species is the best producer.

REFERENCES

BEN-AMOTZ, A.; AVRON, M. **The biotechnology of cultivating the halotolerant alga *Dunaliella***. Trends in Biotechnology, v. 8, p. 121-128, 1990.

COLLOS, Y. et al. **An Optical Method For The Rapid Measurement of Micromolar Concentrations of Nitrate in Marine Phytoplankton cultures**. Journal of Applied Phycology, v. 11, p. 179-184, 1999.

GOKSAN, T.; AK, I. **Vegetative growth of the green alga *Haematococcus pluvialis* cultivated in different light-path lengths**. Asian Journal of Plant Science, v. 5, p. 455-460, 2006.

GUARANTINI, T. et al. **Comparision of Diode and Electrochemical Detection in C30 Reverse Phase HPLC Analysis of Algae Carotenoids**. Journal of Brazilian Chemical Society, v. 0, p. 1-8, 2009.

IMAMOGLU, E.; DALAY, M. C. SUKAN, F. V. **Influences of different stress media and high light intensities on accumulation of astaxanthin in the green alga *Haematococcus pluvialis***. New Biotechnology, v. 26, 199-204, 2009.

LICHTENTHALER, H. K. **Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes**. Methods in Enzimology, v. 148, p. 350-382, 1987.

PELAH, D.; SINTOV, A.; COHEN, E. **The effect of salt stress on the production of canthaxanthin and astaxanthin by *Chlorella zofingiensis* grown under limited light intensity**. World Journal of Microbiology & Biotechnology, v. 20, p. 483-486, 2004.

VALDUGA, E. et al. **Produção de carotenoides: microrganismos como fonte de pigmentos naturais**. Química Nova, v. 32, n. 9, p. 2429-2436, 2009.

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 UFPA; 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

