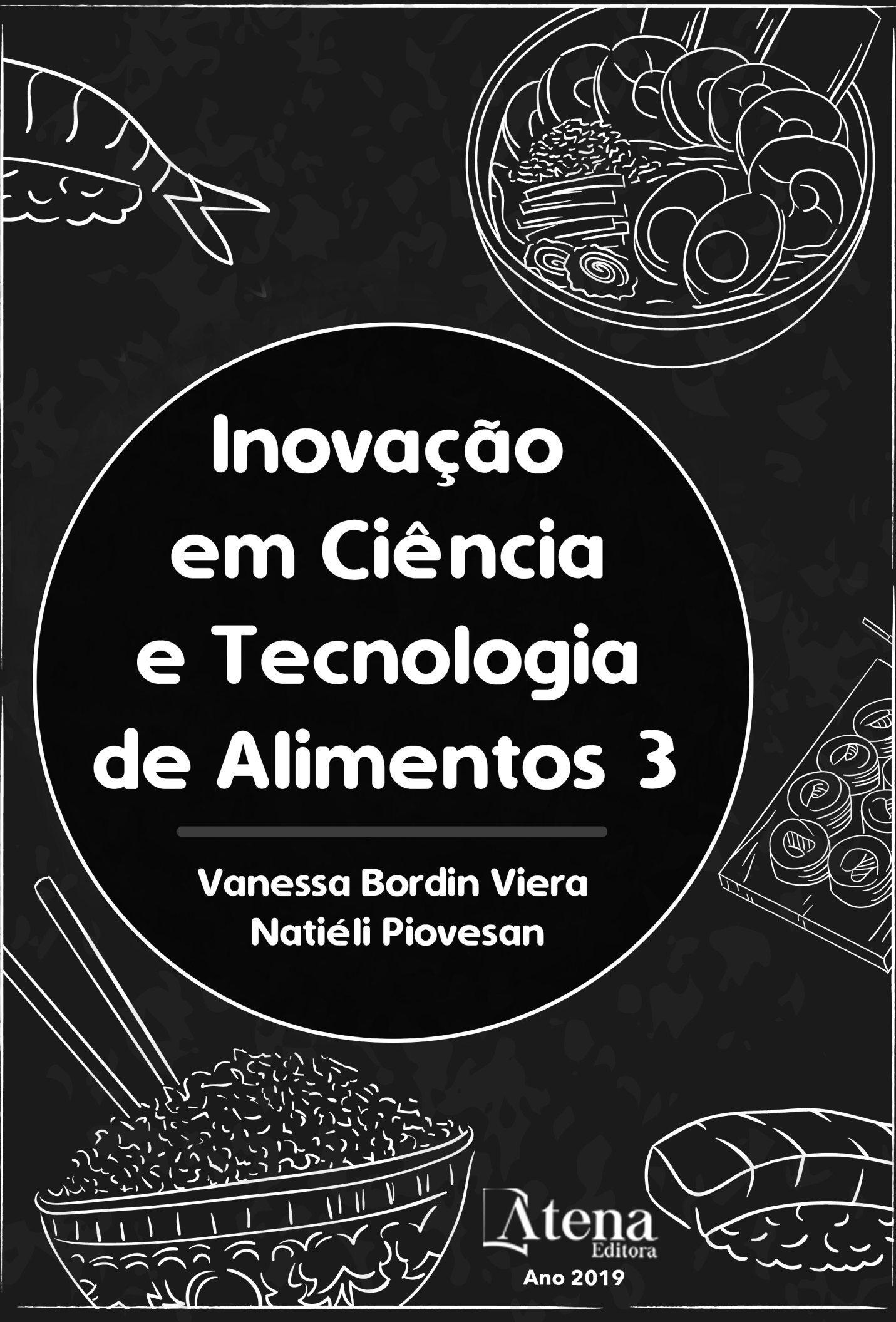


Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos 3

Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan

Atena
Editora
Ano 2019



Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos 3

**Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan**

Atena
Editora
Ano 2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
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 Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – 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 Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
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. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
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. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

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 Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
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 Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
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
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
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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
158	<p>Inovação em ciência e tecnologia de alimentos 3 [recurso eletrônico] / Organizadoras Vanessa Bordin Viera, Natiéli Piovesan. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos; v. 3)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia. ISBN 978-85-7247-698-0 DOI 10.22533/at.ed.980190910</p> <p>1. Alimentos – Análise. 2. Alimentos – Indústria. 3. Tecnologia de alimentos. I. Viera, Vanessa Bordin. II. Piovesan, Natiéli. III. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 664.07</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O *e-book* Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Vol 1, 2 e 3, traz um olhar integrado da Ciência e Tecnologia de Alimentos. A presente obra é composta por 86 artigos científicos que abordam assuntos de extrema importância relacionados às inovações na área de Ciência e Tecnologia de alimentos.

No volume 1 o leitor irá encontrar 28 artigos com assuntos que abordam a inovação no desenvolvimento de novos produtos como sucos, cerveja, pães, *nibs*, doce de leite, produtos desenvolvidos a partir de resíduos, entre outros. O volume 2 é composto por 34 artigos desenvolvidos a partir de análises físico-químicas, sensoriais, microbiológicas de produtos, os quais tratam de diversos temas importantes para a comunidade científica. Já o volume 3, é composto por 24 artigos científicos que expõem temas como biotecnologia, nutrição e revisões bibliográficas sobre toxinfecções alimentares, probióticos em produtos cárneos, entre outros.

Diante da importância em discutir as inovações na Ciência e Tecnologia de Alimentos, os artigos relacionados neste e-book (Vol. 1, 2 e 3) visam disseminar o conhecimento e promover reflexões sobre os temas. Por fim, desejamos a todos uma excelente leitura!

Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

BIOGERAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS A PARTIR DE CULTIVO FOTOAUTOTRÓFICO DE *Chlorella vulgaris*

Patrícia Acosta Caetano
Pricila Nass Pinheiro
Adrieni Santos de Oliveira
Paola Lasta
Patricia Arrojo da Silva
Karem Rodrigues Vieira
Mariana Manzoni Maroneze
Andriéli Borges Santos
Roger Wagner
Eduardo Jacob Lopes
Leila Queiroz Zepka

DOI 10.22533/at.ed.9801909101

CAPÍTULO 2 9

EFEITO DAS FASES DO CRESCIMENTO CELULAR E DO FOTOPERÍODO NA LIPIDÔMICA DE *SCENEDESMUS OBLIQUUS*

Raquel Guidetti Vendruscolo
Mariane Bittencourt Fagundes
Mariana Manzoni Maroneze
Eduardo Jacob-Lopes
Roger Wagner

DOI 10.22533/at.ed.9801909102

CAPÍTULO 3 20

PRODUÇÃO DE BENZOTIAZOLEM CULTIVO HETEROTRÓFICO MICROALGAL POR *PHORMIDIUM AUTUMNALE*

Patrícia Acosta Caetano
Adrieni Santos de Oliveira
Paola Lasta
Patricia Arrojo da Silva
Pricila Nass Pinheiro
Karem Rodrigues Vieira
Andriéli Borges Santos
Roger Wagner
Leila Queiroz Zepka
Eduardo Jacob Lopes

DOI 10.22533/at.ed.9801909103

CAPÍTULO 4 28

PRODUÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS A PARTIR DE MICROALGAS CULTIVADAS EM ÁGUA RESIDUÁRIA

Pricila Nass Pinheiro
Adrieni Santos de Oliveira
Paola Lasta
Patricia Arrojo da Silva
Patrícia Acosta Caetano
Karem Rodrigues Vieira
Andriéli Borges Santos
Roger Wagner
Eduardo Jacob-Lopes
Leila Queiroz Zepka

DOI 10.22533/at.ed.9801909104

CAPÍTULO 5 36

A CERVEJA E OS PRINCIPAIS CEREAIS UTILIZADOS EM SUA FABRICAÇÃO

Natália Viviane Santos de Menezes
Maryana Monteiro Farias
Aline Almeida da Silva
Cristiano Silva da Costa
Amanda Rodrigues Leal
Jéssica Cyntia Menezes Pitombeira
Cícera Alyne Lemos Melo
Theresa Paula Felix da Silva Meireles
Sansão Lopes de Moraes Neto
Lia Mara de Oliveira Pontes
Indira Cely da Costa Silva

DOI 10.22533/at.ed.9801909105

CAPÍTULO 6 48

ADITIVOS PREBIÓTICOS E PROBIÓTICOS NA ALIMENTAÇÃO DE PEIXES - IMPLICAÇÕES E ALTERAÇÕES NA MICROBIOTA E HISTOLOGIA DO TRATO DIGESTÓRIO

Bruna Tomazetti Michelotti
Ana Carolina Kohlrausch Klinger
Bernardo Baldisserotto

DOI 10.22533/at.ed.9801909106

CAPÍTULO 7 53

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA SOJA E UM DE SEUS PRINCIPAIS PRODUTOS, O EXTRATO DE SOJA

José Marcos Teixeira de Alencar Filho
Andreza Marques Dourado
Leonardo Fideles de Souza
Valderez Aparecida Batista de Oliveira
Pedrita Alves Sampaio
Emanuella Chiara Valença Pereira
Isabela Araujo e Amariz
Morganna Thinesca Almeida Silva

DOI 10.22533/at.ed.9801909107

CAPÍTULO 8	62
APLICAÇÕES BIOTECNOLÓGICAS DO SORO DE QUEIJO	
Adriana Aparecida Bosso Tomal Maria Thereza Carlos Fernandes Alessandra Bosso Ariane Bachega Hélio Hiroshi Suguimoto	
DOI 10.22533/at.ed.9801909108	
CAPÍTULO 9	73
ENZIMAS INDUSTRIAIS E SUA APLICAÇÃO NA AVICULTURA	
Felipe Dilelis de Resende Sousa Túlio Leite Reis	
DOI 10.22533/at.ed.9801909109	
CAPÍTULO 10	85
ESTRATÉGIAS DE DESMISTIFICAÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DA CARNE DE COELHO NO PAÍS	
Ana Carolina Kohlrausch Klinger	
DOI 10.22533/at.ed.98019091010	
CAPÍTULO 11	91
PEPTÍDEOS BIOATIVOS NO DESENVOLVIMENTO DE FILMES ATIVOS E BIODEGRADÁVEIS PARA ALIMENTOS	
Josemar Gonçalves Oliveira Filho Heloisa Alves de Figueiredo Sousa Edilsa Rosa da Silva Mariana Buranelo Egea	
DOI 10.22533/at.ed.98019091011	
CAPÍTULO 12	103
PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO DE SOFOROLIPÍDIO MICROBIANO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	
Christiane Aparecida Urzedo de Queiroz Victória Akemi Itakura Silveira Amanda Hipólito Maria Antonia Pedrine Colabone Celligoi	
DOI 10.22533/at.ed.98019091012	
CAPÍTULO 13	115
POTENCIAL ECONÔMICO DOS SUB-PRODUTOS PROVENIENTES DA INDÚSTRIA DE PESCADO: ESTUDO DE CASO DA FILETAGEM DE PEIXE NUMA EMPRESA LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE VIGIA-PA	
Maurício Madson dos Santos Freitas Marielba de los Ángeles Rodríguez Salazar Mirelle de Oliveira Moreira Geormenny Rocha dos Santos Nádia Cristina Fernandes Correa	
DOI 10.22533/at.ed.98019091013	

CAPÍTULO 14 133

RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA DE *Listeria monocytogenes* ISOLADAS DE DERIVADOS LÂCTEOS E PRODUTOS CÂRNEOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Luciana Furlaneto Maia

Michely Biao Quichaba

Tailla Francine Bonfim

DOI 10.22533/at.ed.98019091014

CAPÍTULO 15 144

SCOBY (SYMBIOTIC CULTURE OF BACTERIA AND YEAST): TENDÊNCIAS EM SUCOS E EXTRATOS VEGETAIS

Daiane Costa dos Santos

Isabelle Bueno Lamas

Josemar Gonçalves Oliveira Filho

Mariana Buranelo Egea

DOI 10.22533/at.ed.98019091015

CAPÍTULO 16 157

TOXINFEÇÕES ALIMENTARES VIRAIS: CARACTERÍSTICAS DOS PRINCIPAIS VÍRUS, PREVENÇÃO, TRATAMENTO E MÉTODOS CLÍNICOS DE DIAGNÓSTICO LABORATORIAL POR QRT-PCR E BIOSSENSORES

Karina Teixeira Magalhães-Guedes

DOI 10.22533/at.ed.98019091016

CAPÍTULO 17 170

USO DE CULTURAS PROBIÓTICAS EM PRODUTOS CÂRNEOS FERMENTADOS

Nayane Valente Batista

Ana Indira Bezerra Barros Gadelha

Fernanda Keila Valente Batista

Ísis Thamara do Nascimento Souza

Jéssica Taiomara Moura Costa Bezerra de Oliveira

Marcia Marcila Fernandes Pinto

Nicolas Lima Silva

Palloma Vitória Carlos de Oliveira

Scarlett Valente Batista

Vitor Lucas de Lima Melo

DOI 10.22533/at.ed.98019091017

CAPÍTULO 18 180

AValiação DO ÍNDICE DE RESTO-INGESTA EM RESTAURANTE INSTITUCIONAL NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO – BRASIL

Elvis Pantaleão Ferreira

Maria do Carmo Freitas Nascimento

Patricia Fabris

Barbara Gomes da Silva

Fabiana da Costa Krüger

Maria Veronica Freitas Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.98019091018

CAPÍTULO 19 188

AVALIAÇÃO DO PERFIL NUTRICIONAL DOS PACIENTES EM TRATAMENTO DE UM CENTRO DE ESPECIALIDADES EM ONCOLOGIA DE FORTALEZA-CE

Danielle Maria Freitas de Araújo
Débora Mendes Rodrigues
Rute Mattos Dourado Esteves Justa
André Penha Aguiar
Carolyne Neves Moreira
Fátima Virgínia Gama Justi
Juan de Sá Roriz Caminha
Gabriella Araújo Matos
Leonardo Lobo Saraiva Barros
Ronaldo Pereira Dias
Cássia Rodrigues Roque
Daniel Vieira Pinto
Cristhyane Costa Aquino

DOI 10.22533/at.ed.98019091019

CAPÍTULO 20 199

ESTADO NUTRICIONAL MATERNO E INDICADORES NUTRICIONAIS ASSOCIADOS AO PESO AO NASCER EM UM HOSPITAL DE REFERÊNCIA

Joana Géssica de Albuquerque Diniz
Hugo Demesio Maia Torquato Paredes
Alice Bouskelá
Camilla Medeiros Macedo da Rocha
Flavia Farias Lima
Fernanda Amorim de Moraes Nascimento Braga
Maria Fernanda Larcher de Almeida
Cleber Nascimento do Carmo
Jane de Carlos Santana Capelli

DOI 10.22533/at.ed.98019091020

CAPÍTULO 21 213

IMC DE PRÉ-PÚBERES DAS REDES DE ENSINO PÚBLICA E PRIVADA EM VITÓRIA DA CONQUISTA, BA, BRASIL

Taylan Cunha Meira
Ivan Conrado Oliveira
Diego Moraes Leite
Everton Almeida Sousa
Carlos Alberto de Oliveira Borges
Thiago Macedo Lopes Correia
Luciano Evangelista dos Santos Filho
Grazielle Prates Lourenço dos Santos Bittencourt

DOI 10.22533/at.ed.98019091021

CAPÍTULO 22 221

IMPLANTAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO EM AGROINDÚSTRIAS QUE PRODUZEM PANIFICADOS E FORNECEM PARA A ALIMENTAÇÃO ESCOLAR

Carla Cristina Bauermann Brasil
Camila Patricia Piuco

DOI 10.22533/at.ed.98019091022

CAPÍTULO 23	233
PADRONIZAÇÃO DO PROCEDIMENTO DE COLETA DE AMOSTRAS DE ALIMENTOS PREPARADOS EM UMA INSTITUIÇÃO DE LONGA PERMANÊNCIA PARA IDOSOS	
Andrieli Teixeira Corso	
Carla Cristina Bauermann Brasil	
Daiane Policena dos Santos	
Emanuelli Bergamaschi	
Fernanda Copatti	
Larissa Santos Pereira	
Tauani Lardini Tonietto	
Kellyani Souto Peixoto	
DOI 10.22533/at.ed.98019091023	
CAPÍTULO 24	241
SABOR, SAÚDE E PRAZER COM CHIA E LINHAÇA: PREPARAÇÕES SIMPLES E PRÁTICAS PARA O CARDÁPIO	
Lilia Zago	
Carolyne Pimentel Rosado	
Andreia Ana da Silva	
Natalia Soares Leonardo Vidal	
DOI 10.22533/at.ed.98019091024	
CAPÍTULO 25	257
PERFIL LIPÍDICO DA POLPA E ÓLEO DA MACAÚBA (<i>Acrocomia Aculeata</i>) DO CARIRI CEARENSE	
Yoshihide Oliveira de Souza	
Guilherme Álvaro Rodrigues Maia Esmeraldo	
DOI 10.22533/at.ed.98019091025	
SOBRE AS ORGANIZADORAS	261
ÍNDICE REMISSIVO	262

EFEITO DAS FASES DO CRESCIMENTO CELULAR E DO FOTOPERÍODO NA LIPIDÔMICA DE *SCENEDESMUS OBLIQUUS*

Raquel Guidetti Vendruscolo

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Tecnologia e Ciência dos
Alimentos

Santa Maria – Rio Grande do Sul

Mariane Bittencourt Fagundes

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Tecnologia e Ciência dos
Alimentos

Santa Maria – Rio Grande do Sul

Mariana Manzoni Maroneze

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Tecnologia e Ciência dos
Alimentos

Santa Maria – Rio Grande do Sul

Eduardo Jacob-Lopes

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Tecnologia e Ciência dos
Alimentos

Santa Maria – Rio Grande do Sul

Roger Wagner

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Tecnologia e Ciência dos
Alimentos

Santa Maria – Rio Grande do Sul

(AG) durante as fases do crescimento celular e o conteúdo lipídico da microalga *Scenedesmus obliquus* cultivada com diferentes fotoperíodos. Os experimentos foram realizados em fotobiorreator com os fotoperíodos 24:0 e 22:2 (claro:escuro). A extração dos lipídios foi realizada com a mistura metanol-clorofórmio, seguida da derivatização por catálise ácida para obtenção de AG, que foram analisados em cromatógrafo à gás equipado com detector de ionização em chama (GC-FID) e separados em coluna capilar. A máxima concentração celular obtida no cultivo 24:0 (claro:escuro) foi de 1318 mg/L e para o fotoperíodo 22:2 (claro:escuro) 1378 mg/L, não apresentando diferença significativa. Independente da fase de crescimento celular e do fotoperíodo utilizado, os perfis de AG apresentaram maior concentração de ácidos graxos poli-insaturados (PUFA), seguido de ácidos graxos saturados (SFA) e ácidos graxos monoinsaturados (MUFA), com os AG majoritários C16:0 e linolênico (C18:3n3). A biomassa obtida ao final dos cultivos apresentou valores de lipídios totais de 16,90 e 18,84% para os fotoperíodos 24:0 e 22:2 (claro:escuro), respectivamente. Em termos de suplementação alimentar, independente de fotoperíodo, a microalga *S. obliquus* se mostrou uma boa alternativa, já do ponto de vista comercial, o cultivo com fotoperíodo 22:2 (claro:escuro) apresentou maior produção de

RESUMO: Microalgas são organismos unicelulares com capacidade de transformar a energia solar em compostos orgânicos através da fotossíntese. Assim, o objetivo do presente trabalho foi determinar o perfil de ácidos graxos

lipídios com menor custo energético pelas duas horas de escuro.

PALAVRAS-CHAVE: lipídios, ácidos graxos, PUFA, ômega-3, microalgas.

EFFECT OF CELL GROWTH PHASES AND PHOTOPERIOD ON THE *SCENEDESMUS OBLIQUUS* LIPIDOMICS

ABSTRACT: Microalgae are single-celled organisms capable of transforming solar energy into organic compounds through photosynthesis. Thus, the objective of the present work was to determine the fatty acid (FA) profile during the cell growth phases and the lipid content of the microalgae *Scenedesmus obliquus* cultivated with different photoperiods. The experiments were performed in photobioreactor with photoperiods 24:0 and 22:2 (light: dark). Lipid extraction was performed with the methanol-chloroform mixture, followed by acid catalysis derivatization to obtain FA, which were analyzed in gas chromatograph equipped with flame ionization detector (GC-FID) and separated in a capillary column. The maximum cell concentration obtained in the 24:0 (light:dark) culture was 1318 mg/L and for the photoperiod 22:2 (light:dark) 1378 mg/L, showing no significant difference. Regardless of the cell growth phase and the photoperiod used, the FA profiles showed the highest concentration of polyunsaturated fatty acids (PUFA), followed by saturated fatty acids (SFA) and monounsaturated fatty acids (MUFA), with major FA C16:0 and linolenic (C18:3n3). The biomass obtained at the end of the crops presented total lipid values of 16.90 and 18.84% for photoperiods 24:0 and 22:2 (light:dark), respectively. In terms of food supplementation, independent of photoperiod, microalgae *S. obliquus* proved to be a good alternative. From a commercial point of view, cultivation with photoperiod 22:2 (light:dark) presented higher lipid production with lower energy cost by two hours of dark.

KEYWORDS: lipids, fatty acids, PUFA, omega-3, microalgae.

1 | INTRODUÇÃO

Microalga é um termo livre de valor taxonômico que engloba microrganismos tanto eucariontes quanto procariontes, dotados de clorofila e outros pigmentos fotossintéticos (RAJA et al., 2014). As microalgas eucariontes estão distribuídas nos grupos *Glaucophyta*, *Rhodophyta*, *Ochrophyta*, *Haptophyta*, *Cryptophyta*, *Dinophyta*, *Euglenophyta*, *Chlorarachniophyta* e *Chlorophyta*, enquanto as procariontes pertencem ao grupo *Cyanophyta* ou *Prochlorophyta* (MUTANDA et al., 2010). Entretanto, a nível de produção e aplicação biotecnológica se destacam as cianobactérias (*Cyanophyta*), clorofíceas (*Chlorophyta*) e diatomáceas (*Ochrophyta*) (MATA et al., 2010).

Esses microrganismos apresentam grande potencial de exploração devido seu metabolismo versátil, podem assimilar carbono inorgânico através da fotossíntese, denominado de metabolismo autotrófico ou metabolismo heterotrófico, em que ocorre

a assimilação de carbono orgânico, ou ainda desempenhar ambos metabolismos, mixotrófico (WILLIAMS & LAURENS, 2010). Ademais, pode ser mencionada sua grande adaptabilidade a diversas condições ambientais, inclusive extremas, elevadas taxas de produtividade sem uso extensível de terra e água e obtenção de biomassa de interesse comercial (CHEN et al., 2013; SUN et al., 2018).

Por ser constituída por proteínas, carboidratos, lipídios, pigmentos e outros compostos com bioatividade, a biomassa microalgal apresenta grande aplicabilidade na indústria de alimentos, aditivos e suplementos (MATOS, 2017). Os lipídios são compostos majoritários nesses microrganismos, podendo atingir concentrações superiores a 50% em peso seco (GALLEGO et al., 2018). Muitas vezes essas moléculas são constituídas por elevadas concentrações de AG ômega-3, como o ácido linolênico (C18:3n3), além dos AG de cadeia longa, ácido eicosapentaenoico (EPA) e ácido docosaenoico (DHA), responsáveis por vários benefícios a saúde humana (CHAUTON et al., 2015).

Diferentes espécies e a manipulação das condições ambientais dos cultivos microalgais são os responsáveis pela obtenção de biomassa com diferentes composições. Condições de estresse como privação de luminosidade em cultivos autotróficos, geralmente, proporcionam um maior acúmulo de lipídios nas células de microalgas (ZIENKIEWICZ et al., 2016). Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento da microalga *Scenedemus obliquus* e determinar o perfil de AG nas diferentes fases do crescimento celular, como também o conteúdo de lipídios totais obtido ao fim dos cultivos com iluminação constante (24:0 claro:escuro) e fotoperíodo 22:2 (claro:escuro).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Microrganismos e meio de cultura

As culturas da microalga *S. obliquus* (UTCC5) foram propagadas e mantidas em reator de coluna de bolhas com capacidade total de 2 L, utilizando o meio sintético BG-11 com composição (mg/L): fosfato de potássio dibásico anidro (3,0), sulfato de magnésio (75,0), cloreto de cálcio dihidratado (36,0), citrato de amônio e ferro (0,6), etilenodiaminotetracetato dissódico dihidratado (1,0), cloreto de sódio (0,72), nitrato de sódio (150,0), ácido cítrico (0,6), carbonato de sódio (15,0), ácido bórico (2,8), cloreto de manganês tetrahidratado (1,8), sulfato de zinco heptahidratado (0,22), molibdato de sódio dihidratado (0,39), e sulfato de cobalto hexahidratado (0,04) (Ripka et al., 1979). O pH inicial foi ajustado em 8,0, luminosidade de 30 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^1$, aeração de 1 VVM (volume de ar por volume de meio por minuto) sem enriquecimento de gás carbônico (CO_2) e fotoperíodo de 12:12 (claro:escuro).

2.2 Fotobiorreator e obtenção dos dados cinéticos

Os experimentos foram realizados em um fotobiorreator de coluna de bolhas. O sistema foi construído em vidro de 4 mm de espessura, com um diâmetro interno de 7,5 cm e uma altura de 75 cm. O reator foi operado no modo batelada com 2 L de meio sintético BG-11, concentração celular inicial de 100 mg/L, temperatura constante de 26 °C, intensidade luminosa de 150 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ e aeração de 1 VVM com enriquecimento de 20% de CO_2 industrial. A concentração celular foi determinada a cada 24 horas gravimetricamente, através da filtração de um volume conhecido de meio de cultura em filtro de diâmetro 0,45 mm, seco a 60 °C por 24 horas (APHA, 1998). O reator foi iluminado com vinte lâmpadas fluorescentes de 15 W, localizadas em uma câmara de fotoperíodo e a intensidade luminosa foi monitorada através de luxímetro digital (MLM-1010, Minipa, BR). A mistura ar/ CO_2 foi controlada por três rotâmetros (AFSG 100, Key Instruments, USA) que medem a vazão de CO_2 , ar e a mistura entre os gases, respectivamente. Dois fotoperíodos, 24:0 e 22:2 (claro:escuro), foram avaliados. Os experimentos foram conduzidos até as células atingirem a fase de declínio ou morte celular.

2.3 Parâmetros cinéticos

A produtividade em biomassa (P_x) foi determinada através da relação entre a variação da concentração celular em um determinado intervalo de tempo através da equação [$P_x = (X_i - X_{i-1})(t_i - t_{i-1})$], onde X_i é a concentração celular no t_i , X_{i-1} é a concentração celular no t_{i-1} . A concentração celular foi determinada como descrito na seção anterior. A taxa de crescimento máximo específico ($\mu_{\text{máx}}$) foi calculada considerando a fase exponencial da equação [$\ln(X_i/X_0) = \mu_{\text{máx}} \times t$], onde X_0 é a concentração inicial de biomassa, X_i é concentração de biomassa no tempo t_i e t é o tempo de residência.

2.4 Extração dos lipídios

Os metabólitos foram extraídos pelo método descrito por Bligh e Dyer (1959) com modificações para biomassa microalgal sugeridas por Vendruscolo et al. (2018). Cerca de 80 mg de amostra foram adicionados de 3 mL de metanol, 1,5 mL de clorofórmio e 1,2 mL de água destilada. A extração ocorreu através da agitação das amostras por 30 min a 250 rpm em mesa agitadora orbital (Q225M, Quimis, BR), com os tubos dispostos horizontalmente. Posteriormente, foram adicionados 1,5 mL de clorofórmio e 1,5 mL de água destilada e novamente agitados em mesa agitadora orbital por 4 min. Então, as amostras foram centrifugadas (MTD III PLUS, Metroterm, BR) a 1006 $\times g$ por 2 min para separação das fases orgânica e aquosa.

2.5 Determinação dos lipídios e ácidos graxos

Para determinação do conteúdo de lipídios totais 1 mL da fração orgânica foi seca em estufa com circulação de ar a 105 °C até obtenção de peso constante. Posteriormente, o solvente de 1,5 mL da fração orgânica foi evaporado em bloco de aquecimento (Concentrator e Dry, Technal, BR) a 40 °C com fluxo de nitrogênio e realizada a derivatização de acordo com o método descrito por Hartman e Lago (1973) para obtenção de ésteres metílicos de ácidos graxos (FAME). Os FAME dissolvidos em hexano foram analisados pela injeção de 1 μ L em cromatógrafo à gás equipado com detector de ionização em chama (GC-FID) da marca Varian, modelo Star 3400 CX (USA) e amostrador automático Varian, modelo 4200 (USA). Os FAME foram separados em coluna capilar CP-Wax 52 CB (Chrompack, NL) (50 m \times 0,32 mm \times 0,20 μ m). O gás de arraste utilizado foi o hidrogênio à pressão constante de 15 psi. O injetor manteve-se no modo *splitless* por 0,8 min e temperatura de 250 °C. A temperatura inicial da coluna foi de 50 °C, onde permaneceu 1 min, aumentando para 180 °C com taxa de 20 °C/min, após até 200 °C com taxa de aumento de 2 °C/min e então com taxa de 10 °C/min até atingir 230 °C mantendo-se em isoterma por 8 min. O detector manteve-se na temperatura de 240 °C. A identificação dos FAME foi realizada por comparação dos tempos de retenção dos analitos com padrões FAME Mix-37 (Sigma-Aldrich, USA). Os resultados foram expressos em percentual da área total dos cromatogramas levando em consideração os fatores de correção do FID e de conversão de ácido graxo em éster (VISENTAINER, 2012).

2.6 Análise estatística

As diferenças entre os tratamentos foram avaliadas pelo teste t de Student ($p < 0,05$) utilizando o software STATISTICA 7.0 (Statsoft Inc., EUA).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação dos parâmetros cinéticos da produção de biomassa de microalgas é um passo fundamental na consolidação do processo. Nesse aspecto, a Figura 1 apresenta a curva de crescimento da microalga *S. obliquus* cultivada fotossinteticamente em ambos fotoperíodos, 24:0 e 22:2 (claro:escuro). As culturas indicaram a ausência da fase de adaptação, atingindo logo nas primeiras horas de cultivo a fase de exponencial de crescimento celular, a fase estacionária foi obtida em aproximadamente 240 horas e o final dos cultivos se deu em 312 horas pelo início da morte celular.

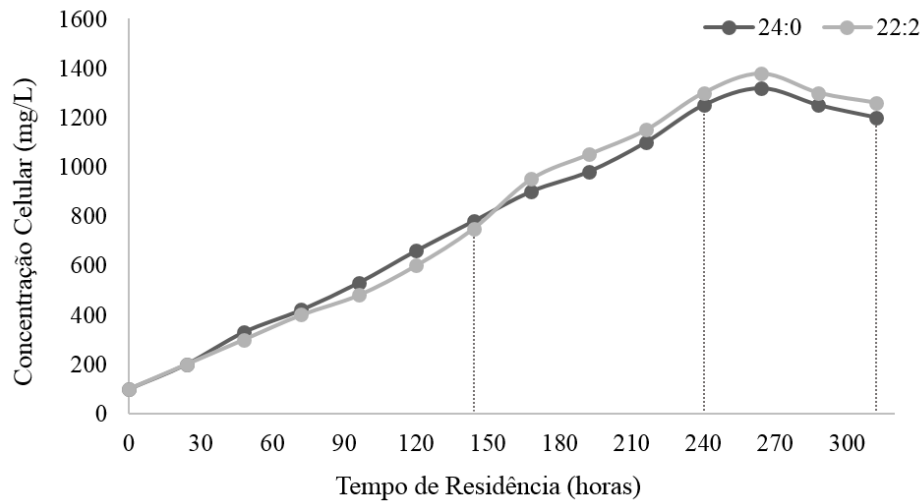


Figura 1. Curva de crescimento celular da *S. obliquus* cultivada com diferentes fotoperíodos, 24:0 e 22:2 (claro:escuro).

Ainda em relação aos parâmetros cinéticos, a máxima concentração celular obtida foi de 1378 mg/L para o cultivo com fotoperíodo 22:2 (claro:escuro), seguida por 1318 mg/L para o cultivo com iluminação constante (24:0 claro:escuro), o que não representou diferença estatística (Tabela 1). Também podem ser observados na tabela 1 os valores de velocidade máxima específica de crescimento ($\mu_{\text{máx}}$) de 0,017 h⁻¹ para o fotoperíodo 24:0 e 0,016 h⁻¹ para 22:2 e uma produtividade celular (P_x) de 4,61 e 4,84 mg/L/h para 24:0 e 22:2 (claro:escuro), respectivamente. Ambos parâmetros cinéticos por se basearem nos valores de concentração celular também não apresentam diferença estatística.

	24:0	22:2
$X_{\text{máx}}$ (mg/L)	1318 ^a ± 60	1378 ^a ± 34
$\mu_{\text{máx}}$ (h ⁻¹)	0,017 ^a ± 0,00	0,016 ^a ± 0,00
TR (h)	312 ^a ± 0,00	312 ^a ± 0,00
P_x (mg/L/h)	4,61 ^a ± 0,21	4,84 ^a ± 0,30
Lipídios (%)	16,90 ^b ± 0,20	18,84 ^a ± 0,48

Tabela 1. Parâmetros cinéticos e teor lipídicos da microalga *S. obliquus* cultivada em diferentes com fotoperíodo 24:0 e 22:2 (claro:escuro).

* Resultados expressos em média ± desvio padrão.

* $X_{\text{máx}}$ – concentração celular máxima; $\mu_{\text{máx}}$ – velocidade máxima específica de crescimento; TR – tempo de residência; P_x – produtividade celular.

* Letras diferentes na mesma linha indicam diferença pelo teste t de Student (p < 0,05).

Os ciclos de luz têm sido mencionados como fator determinante em cultivos microalgais fotossintéticos (TAKACHE, PRUVOST E MAREC, 2015), porém foi verificado que o período de 2 horas de escuro em que o cultivo 22:2 (claro:escuro) foi submetido não afetou o crescimento celular da cepa *S. obliquus*, indicando que

a mesma apresenta capacidade de produzir e armazenar energia suficiente durante os períodos de luz para uso na ausência da fonte de energia luminosa. Esse mesmo comportamento já foi verificado em cultivos com fotoperíodo 22:2 (claro:escuro) para cepa *Aphanothece microscopica* Nägeli (JACOB-LOPES et al., 2009) e também para *S. obliquus* (MARONEZE et al., 2016), esses trabalhos demonstraram também que períodos de escuro superiores a duas horas afetaram negativamente o crescimento celular das cepas, porém isso não foi verificado experimentalmente neste estudo.

Os lipídios estão entre os compostos microalgais de maior interesse, assim foi realizada a caracterização do perfil de AG do inóculo utilizado nos cultivos fotossintéticos e afim verificar a cinética de produção dessas moléculas foi realizado um monitoramento nas diferentes fases do crescimento celular. Como as células não apresentaram a fase de adaptação, foram coletadas amostras em 144 horas de cultivo para representar a fase exponencial, 240 horas para fase estacionária e 312 horas que corresponde a fase de declínio ou morte celular, como pode ser observado na Figura 1.

O perfil de AG do inóculo como pode ser observado na Tabela 2 apresentou maior concentração de SFA, seguido por MUFA e PUFA, sendo que os compostos majoritários foram o ácido palmítico (C16:0) (34,30%), o ácido palmitoleico (C16:1) (26,80%) e o ácido linoleico (C18:2n6c) (19,37%). Apesar da menor concentração de PUFA os quais são de interesse para nutrição humana, a razão n6/n3 se manteve inferior a 5 (Tabela 2), valor definido pela Organização Mundial da Saúde (WHO) por proporcionar benefícios a saúde (KUMARI et al., 2013).

Na análise realizada em 144 horas foi possível observar em ambos os cultivos, 24:0 e 22:2 (claro:escuro), grande aumento na concentração de PUFA, 40,24 e 46,63%, respectivamente. Os valores de SFA se mantiveram semelhantes em relação ao inóculo, enquanto os MUFA reduziram (Tabela 2). Esse aumento na concentração de PUFA, principalmente no cultivo com fotoperíodo 22:2 (claro:escuro), e também nos valores de ômega-3, ocorreu devido ao maior teor do ácido linolênico (C18:3n3), pelo menos quatro vezes superior ao encontrado no inóculo e também detecção de outro AG, o EPA. Assim, a razão n6/n3 encontrada foi bastante inferior a do inóculo (3,45), 0,53 e 0,48 para os cultivos fotossintéticos 24:0 e 22:2 (claro:escuro), respectivamente.

Além do aumento de C18:3n3 e a detecção de EPA, também foram detectados nos cultivos 24:0 e 22:2 (claro:escuro) na fase exponencial os ácidos pentadecanoico (C15:0), araquídico (C20:1) e behênico (C22:1). Por outro lado, não foram encontrados os ácidos heptadecanoico (C17:0), cis10-heptadecenoico (C17:1) e esteárico (C18:0). Vale ressaltar que as demais fases do crescimento celular, estacionária (240 horas) e de declínio (312 horas), apresentaram os mesmos AG em concentrações similares (Tabela 2). Essa mudança nos perfis de AG na fase exponencial (144 horas), principalmente aumento do C18:3n3 e aparecimento de compostos com cadeia carbônica maior ou igual a 20 carbonos, indicam a ocorrência

de reações de dessaturação e alongação, já apontadas como dependentes de luz e da fase do crescimento celular na microalga *Pavlova lutheri* (JÓNASDÓTTIR, 2019).

Ácidos Graxos	Inóculo	Exponencial		Estacionária		Declínio	
		24:0	22:2	24:0	22:2	24:0	22:2
C14:0	0,67	1,06	0,85	0,82	0,79	1,15	0,76
C15:0	-	0,23	0,22	0,24	0,28	0,33	0,25
C16:0	34,30	37,24	32,48	32,31	32,45	32,48	33,31
C16:1	26,80	3,47	5,83	3,69	3,45	5,32	3,85
C17:0	0,32	-	-	-	-	-	-
C17:1	0,94	-	-	-	-	-	-
C18:0	2,48	-	-	-	-	-	-
C18:1n9c	8,44	17,50	13,72	14,74	15,75	13,34	13,99
C18:2n6c	19,37	12,49	14,24	12,36	13,33	12,56	14,64
C18:3n6	0,58	1,50	0,84	2,56	2,05	2,62	2,50
C18:3n3	5,78	26,09	31,34	32,79	31,49	31,69	30,27
C20:1	-	0,17	0,18	0,18	0,16	0,17	0,15
C20:2	0,31	-	-	-	-	-	-
C20:5n3	-	0,16	0,22	0,21	0,18	0,19	0,21
C22:1	-	0,08	0,09	0,10	0,06	0,14	0,07
ΣSFA	37,78	38,54	33,54	33,38	33,52	33,97	34,32
ΣMUFA	36,18	21,22	19,82	18,70	19,42	18,97	18,06
ΣPUFA	26,04	40,24	46,63	47,92	47,06	47,06	47,62
n6/n3	3,45	0,53	0,48	0,45	0,49	0,48	0,56

Tabela 2. Perfil de AG da microalga *S. obliquus* cultivada com fotoperíodo 24:0 e 22:2 (claro:escuro) nas diferentes fases do crescimento celular.

*ΣSFA - somatório de ácidos graxos saturados; ΣMUFA - somatório de ácidos graxos monoinsaturados; ΣPUFA - somatório de ácidos graxos poli-insaturados; n6/n3 - razão de ácidos graxos ômega 6 e ômega 3.

A biossíntese de AG em microalgas ocorre principalmente no cloroplasto e produz o C16:0 e o C:18-ACP (proteína carreadora de acila). Estes AG serão os precursores da síntese de lipídios. A síntese é iniciada pela conversão de acetil-coenzima A (CoA) a malonil-CoA, catalisado por acetil-CoA carboxilase (ACCase). Em seguida, a malonil-CoA- transacilase ACP (MAT) catalisa a transferência de malonil-CoA para malonil-ACP, doador de carbono para as reações subsequentes de alongamento de cadeia (RISMANI-YAZDI et al., 2011).

Durante a alongação, o grupo malonil do malonil-ACP participa de uma série de reações de condensação com o acil-ACP (ou acetil-CoA) catalisadas pelas múltiplas isoformas da enzima de condensação, cetoacil-ACP sintase (KAS). A primeira reação de condensação é catalisada pela β-cetoacil-ACP sintase III e resulta na formação de um produto com quatro carbonos. Outra enzima de condensação é a β-cetoacil-ACP sintase I (KAS I), que produz cadeias de vários tamanhos (6 a 16 carbonos). Finalmente, a β-cetoacil-ACP sintase II (KAS II) é responsável pela alongação do C16:0-ACP e C18:0-ACP. Para a síntese de AG insaturados, uma dupla ligação é

introduzida no grupo acila esterificado a ACP pela enzima acil-ACP dessaturase (RISMANI-YAZDI et al., 2011).

Após as células atingirem a fase de declínio ou morte celular (312 horas), além do perfil de AG, foi determinado o conteúdo total de lipídios da biomassa obtida, os valores foram de 16,90 e 18,84% para os cultivos 24:0 e 22:2 (claro:escuro), respectivamente (Tabela 1). O cultivo com período de escuro (22:2 claro:escuro) apresentou concentração de lipídios superior, diferindo estatisticamente do cultivo com iluminação constante (24:0 claro:escuro). Como a única fonte de carbono disponível era inorgânica (CO_2), o metabolismo ativo nas células microalgais era a fotossíntese (dependente de energia luminosa), então esse período de escuro pode representar uma forma de estresse e já foi reportado na literatura que esses microrganismos em condições limitantes armazenarem energia química sob a forma de óleos, como lipídios neutros ou triglicerídeos (HEXIN et al., 2013).

Apesar do conteúdo superior de lipídios totais obtido na biomassa cultivada com o fotoperíodo 22:2 (claro:escuro), ao final do cultivo o perfil de AG manteve os mesmos compostos em ambos os cultivos, com algumas diferenças de concentração. No cultivo 24:0 (claro:escuro) os AG majoritários foram o C16:0 (32,38%), C18:3n3 (31,69%) e o C18:1n9c (13,34%), já para o cultivo 22:2 (claro:escuro) foram o C16:0 (33,31%), C18:3n3 (30,27%) e o C18:2n6c (14,64%). As concentrações de SFA, MUFA e PUFA foram similares, enquanto a razão n6/n3 foi inferior para o cultivo 24:0 (claro:escuro), 0,48, quando comparada a 0,56 obtida para o cultivo com fotoperíodo 22:2 (claro:escuro) (Tabela 2).

4 | CONCLUSÃO

A microalga *S. obliquus* se mostrou atrativa para o uso biotecnológico na obtenção de lipídios, apresentando vantagens frente as fontes de obtenção tradicionais, principalmente pela sua grande adaptabilidade, não requerer grandes extensões de terra cultivável e ser independente de sazonalidade. Além das altas concentrações de lipídios totais, o perfil de AG obtido em todas as fases do crescimento celular, altas concentrações de PUFA e ômega-3, se mostra de grande interesse para indústria de alimentos, principalmente, como suplemento alimentar, pelos efeitos benéficos à saúde já comprovados desses compostos.

Independente da fase de crescimento, o perfil de AG apresentou as características de interesse já mencionadas, porém devido a maior concentração celular ter sido obtida próximo a fase de declínio, recomenda-se que os cultivos fotossintéticos de *S. obliquus* sejam conduzidos por mais horas (aproximadamente 240 horas) para que um maior rendimento desses compostos seja obtido. Ademais, em termos comerciais, pela similaridade dos parâmetros cinéticos e maior concentração de lipídios obtidos no cultivo 22:2 (claro:escuro), este se mostra mais viável devido a economia energética proporcionada pelas horas de escuro.

AGRADECIMENTOS

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelas bolsas de estudo concedidas.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington: American Public Health Association, 1998.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 7, p. 911-917, 1959.

CHAUTON, M. S.; REITAN, K. I.; NORSKER, N. H.; TVETERAS, R.; KLEIVDAL, H. T. A techno-economic analysis of industrial production of marine microalgae as a source of EPA and DHA-rich raw material for aquafeed: Research challenges and possibilities. **Aquaculture**, v. 436, p. 95-103, 2015.

CHEN, C. Y.; ZHAO, X. Q.; YEN, H. W.; HO, S. H.; CHENG, C. L.; LEE, D. J.; BAI, F. W.; CHANG, J. S. Microalgae-based carbohydrates for biofuel production. **Biochemical Engineering Journal**, v.78, p. 1–10, 2013.

GALLEGO, R.; MONTERO, L.; CIFUENTES A.; IBÁÑEZ, E.; HERRERO, M. Green extraction of bioactive compounds from microalgae. **Journal of Analysis and Testing**, v. 2, p. 109-123, 2018.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acids methyl esters. **Laboratory Practice**, v. 22, n. 6, p. 475-476, 1973.

HEXIN, L. V., QU, G., QI, X., LU, L., TIAN, C., MA, Y. Transcriptome analysis of *Chlamydomonas reinhardtii* during the process of lipid accumulation. **Genomics**, v. 101, n. 4, p. 229–237, 2013.

JACOB-LOPES, E.; SCOPARO, C. H. G.; LACERDA, L. M. C. F.; FRANCO, T. T. Effect of light cycles (night/day) on CO₂ fixation and biomass production by microalgae in photobioreactors. **Chemical Engineering and Processing: Process Intensification**, v. 48, n. 1, p. 306–310, 2009.

JÓNASDÓTTIR, S. H. Fatty acid profiles and production in marine phytoplankton. **Marine Drugs**, v. 17, p. 151-170, 2019.

KUMARI, P. et al. Fatty acid profiling of tropical marine macroalgae: an analysis from chemotaxonomic and nutritional perspectives. **Phytochemistry**, v. 86, p. 44–56, 2013.

MARONEZE, M. M.; SIQUEIRA, S. F.; VENDRUSCOLO, R. G.; WAGNER, R.; DE MENEZES, C. R.; ZEPKA, L. Q.; JACOB-LOPES, E. The role of photoperiods on photobioreactors – A potential strategy to reduce costs. **Bioresource Technology**, v. 219, p. 493–499, 2016.

MATA, T. M.; MARTINS, A. A.; CAETANO, N. S. Microalgae for biodiesel production and other application: A review. **Reviews of Sustainable Energy**, v. 14, p. 217-232, 2010.

MATOS, A. P. The impact of microalgae in food science and technology. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 94, p. 1333–1350, 2017.

MUTANDA, T. et al. Bioprospecting for hyper-lipid producing microalgal strains for sustainable biofuel production. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 1, p. 57–70, 2010.

RAJA, R.; SHANMUGAM H.; GANESAN V.; CARVALHO I. S. Biomass from microalgae: an overview. **Journal of Oceanography and Marine Research**, v. 2, n. 1, p. 1-7, 2014.

RIPPKA, R.; DERUELLES, J.; WATERBURY, J. B.; HERDMAN, M.; STANIER, R. Y. Generic assignments strain histories and properties of pure cultures of cyanobacteria. **Journal of General Microbiology**, v.111, p.1-61, 1979.

RISMANI-YAZDI, H. et al. Transcriptome sequencing and annotation of the microalgae *Dunaliella tertiolecta*: Pathway description and gene discovery for production of next-generation biofuels. **BMC Genomics**, v. 12, p. 148-165, 2011.

SUN, H.; ZHAO W.; MAO X.; LI, Y.; WU, T; CHEN, F. High-value biomass from microalgae production platforms: strategies and progress based carbon metabolism and energy conversion. **Biotechnology for Biofuels**, v. 11, p. 227-249, 2018.

TAKACHE, H.; PRUVOST, J.; MAREC, H. Investigation of light/dark cycles effects on the photosynthetic growth of *Chlamydomonas reinhardtii* in conditions representative of photobioreactor cultivation. **Algal Research**, v. 8, p. 192–204, 2015.

VENDRUSCOLO, R. G.; FACCHI, M. M. X.; MARONEZE, M. M.; FAGUNDES, M. B.; CICHOSKI, A. J.; ZEPKA, L.Q.; BARIN, J. S.; JACOB–LOPES, E.; WAGNER, R. Polar and non–polar intracellular compounds from microalgae: Methods of simultaneous extraction, gas chromatography determination and comparative analysis. **Food Research International**, v. 109, p. 204–212, 2018.

VISENTAINER, J. V. Aspectos analíticos da resposta do detector de ionização em chama para ésteres de ácidos graxos em biodiesel e alimentos. **Química Nova**, v. 19, p. 380-385, 2012.

WILLIAMS, P. J. L. B.; LAURENS, L. M. L. Microalgae as biodiesel & biomass feedstocks: review and analysis of the biochemistry, energetics and economics. **Energy & Environmental Science**, v. 3, p. 554–590, 2010.

ZIENKIEWICZ, K.; DU, Z.; MA, W.; VOLLHEYDE, K.; BENNIN, C. Stress-induced neutral lipid biosynthesis in microalgae – Molecular, cellular and physiological insight. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular and Cell Biology of Lipids**, v. 1861, n. 9, p. 1269–1281, 2016.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ácidos graxos 6, 9, 10, 13, 16, 19, 41, 54, 55, 106, 118, 121, 241, 242, 243, 259

Água residuária 20, 21, 22, 25, 28, 30

Alimentos 1, 6, 9, 11, 17, 19, 20, 28, 30, 36, 42, 44, 45, 46, 47, 50, 53, 54, 55, 58, 59, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 68, 71, 78, 81, 86, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 98, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 115, 121, 126, 133, 134, 135, 136, 140, 141, 145, 148, 154, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 185, 186, 187, 215, 220, 221, 222, 223, 224, 229, 230, 231, 233, 234, 235, 236, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 247, 256, 258, 259, 261

Alimentos funcionais 54, 55, 61, 62, 63, 67, 104, 170, 175, 241, 242, 243

Antimicrobiano 103, 105, 108, 109, 110, 139, 140, 175

B

Benzoatiazol 21

Biocompostos 91

Biomoléculas 1, 2, 20, 33

C

Cepas probióticas 67, 68, 170, 174, 175, 176

Cereais 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 77

Cerveja 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 45, 46, 47, 148, 149, 150

Composição centesimal 53, 54, 55, 59, 60, 118, 119, 128

Compostos orgânicos voláteis 1, 3, 4, 5, 6, 21, 22, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 148

Compostos voláteis 2, 4, 5, 6, 21, 22, 23, 29, 31, 32, 33, 34

Contaminação de alimentos 133, 167

Cunicultura 85, 86, 88, 89, 90

D

Desenvolvimento de novos produtos 55, 120, 144, 156, 261

E

Embalagens ativas 91, 97, 122

Emulsificante 63, 103, 104, 107, 110

Enzimas 39, 41, 43, 44, 48, 49, 50, 63, 64, 65, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 91, 92, 93, 95, 96, 173, 174

F

Fator antinutricional 73, 76, 78

Fermentação 37, 38, 39, 40, 43, 66, 145, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176

Fitase 73, 74, 75, 76

Fotoautotrófica 2, 21

G

Galactooligossacarídeo 62, 63

K

Kefir 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 155, 156, 177

Kombucha 144, 145, 146, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156

L

Lactase 62, 63, 65

Leite de soja 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 105

Lipídios 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 25, 41, 42, 54, 59, 60, 63, 64, 95, 96, 118, 257, 259

Listeriose 133, 134, 135, 140

M

Maltagem 37, 39

Microalgas 1, 2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 13, 16, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 29, 30, 33

Morfologia 48, 50

N

Nutrição animal 48, 73, 74, 75, 78

O

Ômega-3 10, 11, 15, 17, 118, 241

P

Phormidium autumnale 7, 20, 21, 22, 25, 26, 28, 29, 30, 34

Piscicultura 48, 49

Potencial probiótico 144, 149, 171, 172

Produtos cárneos 85, 88, 105, 110, 133, 134, 135, 139, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178

Protease 73, 74, 80, 81, 82, 83, 92, 95

Pufa 9, 10, 15, 17

R

Resíduo agroindustrial 28, 29

Resistência à antibióticos 133

S

Soforolipídio 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110

Soja 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 77, 78, 79, 80, 81, 92, 96, 97, 98, 104, 105, 183, 252

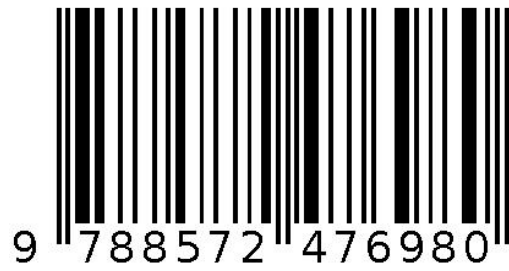
Soro de queijo 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

Starmerella bombicola 103, 106, 110

T

Tecnologia 1, 9, 20, 28, 36, 43, 45, 46, 47, 55, 61, 62, 65, 71, 85, 91, 115, 116, 133, 144, 172, 177, 178, 180, 213, 214, 218, 231, 240, 257, 259, 261

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-698-0



9 788572 476980