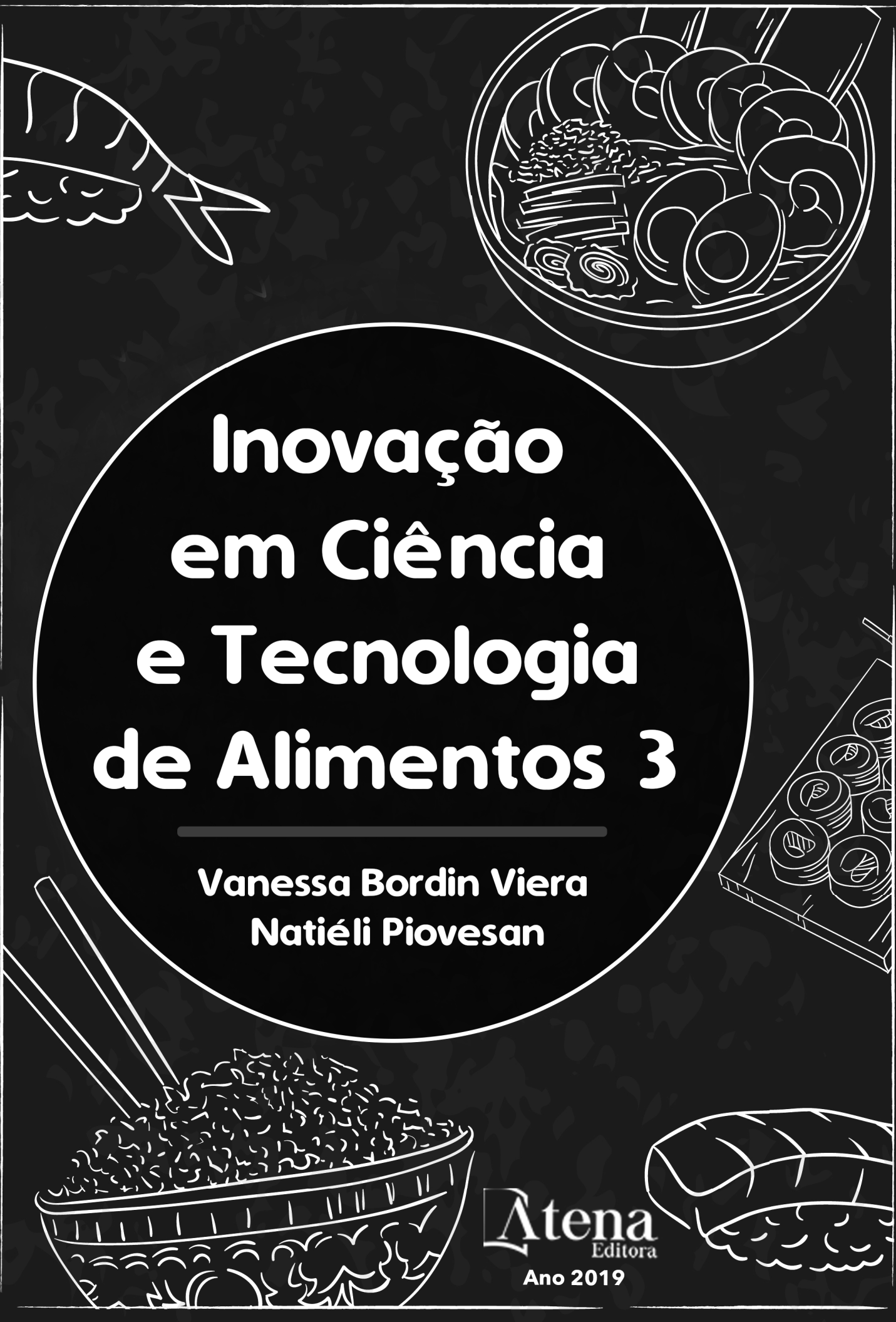


Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos 3

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 di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. 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 <i>Listeria monocytogenes</i> ISOLADAS DE DERIVADOS LÁCTEOS E PRODUTOS CÁRNEOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	
Luciana Furlaneto Maia Michely Biao Quichaba Tailla Francine Bonfim	
DOI 10.22533/at.ed.98019091014	
CAPÍTULO 15	144
SCOPY (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 CÁRNEOS 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

PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO DE SOFOROLIPÍDIO MICROBIANO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Christiane Aparecida Urzedo de Queiroz

Departamento de Bioquímica e Biotecnologia,
Universidade Estadual de Londrina, Londrina –
PR

Victória Akemi Itakura Silveira

Departamento de Bioquímica e Biotecnologia,
Universidade Estadual de Londrina, Londrina –
PR

Amanda Hipólito

Departamento de Bioquímica e Biotecnologia,
Universidade Estadual de Londrina, Londrina –
PR

Maria Antonia Pedrine Colabone Celligoi

Departamento de Bioquímica e Biotecnologia,
Universidade Estadual de Londrina, Londrina –
PR

RESUMO: Devido à crescente preocupação ambiental, a procura por alternativas de produtos naturais que possam ser utilizados como aditivos alimentares tem aumentado, abrindo uma nova oportunidade aos surfactantes produzidos por microrganismos. O sofrorolipídio é um biossurfactante produzido principalmente pela levedura *Starmerella bombicola*, que se destaca por apresentar alta produtividade. O sofrorolipídio tem capacidade emulsificante, atividade antimicrobiana e antiadesiva, que são características com potencial para aplicação na indústria de alimentos. Sendo assim, o objetivo dessa revisão foi descrever a produção e

caracterização de sofrorolipídio e as potenciais aplicações na indústria de alimentos.

PALAVRAS-CHAVE: sofrorolipídio, *Starmerella bombicola*, alimentos, antimicrobiano, emulsificante.

ABSTRACT: Due to an environmental concern, a search for alternatives and natural products that can be utilized as food additives has increased, opening a new opportunity for surfactants produced by microorganisms. Sophorolipid is a biosurfactant produced by the yeast *Starmerella bombicola*, highlighting its high productivity, emulsifying capacity, antimicrobial and antiadhesive activities, which are characteristics with potential applications in the food industry. Therefore, the aim of this review was to describe the production and characterization of sophorolipid and the perspective applications in the food industry.

KEYWORDS: sophorolipid, *Starmerella bombicola*, food products, antimicrobial, emulsifier.

1 | INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos está em constante procura por novos aditivos com capacidades de atuar como espessante e estabilidade para seus produtos, buscando

também outras propriedades de valor agregado, como alimentos funcionais com atividades antioxidantes e antimicrobianas (BARROS et al., 2007).

Um composto de bastante utilidade no setor, são os surfactantes. Esses compostos são capazes de alterar as propriedades superficiais e interfaciais de um líquido, o que permite que óleos possam ser solubilizados em água ou vice-versa, formando emulsões (CAMPOS et al., 2013). Tal propriedade garante ampla aplicação industrial, como emulsificantes, detergentes, capacidade de formação de espuma e retenção de umidade (DESAI; BANAT, 1997).

A maioria desses compostos disponíveis comercialmente são derivados da indústria petrolífera. Com a crescente preocupação ambiental, a procura por alternativas tem aumentado, levando à um maior destaque para os surfactantes microbianos (KAUR et al., 2017). Estes são chamados de biossurfactantes e possuem inúmeras vantagens sobre os derivados químicos, como biodegradabilidade, baixa toxicidade, alta seletividade e eficiência de operação em condições ambientais extremas (MAKKAR; CAMEOTRA; BANAT, 2011).

Um biossurfactante de destaque é o soforolipídio, pois apresenta alta produtividade e propriedades químicas e biológicas de interesse, como capacidade emulsificante, atividade antimicrobiana e antiadesiva, todas de grande relevância para a indústria de alimentos. Apesar disso, seu uso no setor ainda é escasso e poucos trabalhos científicos têm explorado essas características.

Dessa forma, este capítulo tem como objetivo discutir as perspectivas de aplicações dos biossurfactantes na indústria de alimentos, destacando o soforolipídio, os parâmetros da biossíntese, suas propriedades físico-químicas e bioativas com potencial aplicação nesse setor.

2 | BIOSSURFACTANTES EM ALIMENTOS

Biossurfactantes são moléculas anfipáticas, que apresentam grupos hidrofílicos e hidrofóbicos em sua estrutura, sendo originados como subprodutos do sistema metabólico de seus microrganismos produtores (CAMEOTRA; MAKKAR, 2004). São classificados em baixa massa molecular, tais como os glicolipídios, lipopeptídeos e fosfolipídios e em agentes poliméricos de massa molecular elevada (SHARMA; OBEROI, 2017).

A preocupação com o uso de produtos sintéticos e oriundos de culturas geneticamente modificadas, como a soja, que é a principal fonte do emulsificante alimentício lecitina, intensificou a busca por compostos alternativos. Isso resultou num aumento de interesse pelos biossurfactantes, moléculas naturais seguras que combinam propriedades desejáveis e apelo ecologicamente correto (MILES et al., 2006; CAMPOS et al., 2013).

Os biossurfactantes podem ser utilizados como emulsificantes, agentes anti-adesivos e antimicrobianos. A emulsificação tem papel importante na formação

da consistência e textura, dispersão de fase e solubilização de aromas (ARAUJO; FREIRE; NITSCHKE, 2013). Essa molécula tensoativa promove a estabilidade da emulsão através da redução da tensão interfacial, o que diminui a energia na superfície entre as duas fases e minimiza a coalescência de partículas (BARROS et al., 2007).

Podem ser empregados para aumentar a vida de prateleira e modificar as propriedades reológicas, como melhora da consistência, textura e redução do envelhecimento de produtos (GANDHI; SKEBBA, 2007; MNIF et al., 2012; ZOUARI et al., 2016). Ramnolipídio, liposan e outro biossurfactante de *Candida utilis* têm sido empregados em produtos de panificação (MUTHUSAMY et al., 2008), produtos cárneos e laticínios, óleos comestíveis (FREIRE et al., 2009), molhos de saladas (DESAI; BANAT, 1997) e maionese (CAMPOS et al., 2015).

Também tem sido explorada sua aplicação antimicrobiana. A combinação de nisina, natamicina e ramnolipídio resultou em vida de prateleira prolongada e inibição de microrganismos indesejáveis em produtos como leite de soja UHT e queijos (FREIRE et al., 2009). Soforolipídio também tem sido relatado como agente antimicrobiano de diversos microrganismos patogênicos de origem alimentar, como *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes* e *Escherichia coli* (ZHANG et al., 2016a;2016b).

Outra propriedade de grande importância na indústria alimentícia é a atividade antiadesiva, fundamental para evitar a formação de biofilmes microbianos. É possível reduzir esse problema utilizando biossurfactantes como agentes de revestimento para utensílios e superfícies (ARAUJO; FREIRE; NITSCHKE, 2013).

Há relato do uso de um biossurfactante produzido por *Streptococcus sp.* como antiadesivo em placas de trocadores de calor de pasteurizadores, muito utilizadas no processamento de produtos lácteos e grande alvo de contaminação (BANAT; MAKAR; CAMEOTRA, 2000). Surfactina e ramnolipídio também foram descritos contra a adesão de *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* e *Micrococcus luteus* em superfícies de poliestireno (ZERAİK; NITSCHKE, 2010).

Essas propriedades sugerem que os biossurfactantes são candidatos em potencial para uma diversidade de aplicações na indústria de alimentos, na busca de produtos de alto valor agregado com diferentes funcionalidades.

3 | PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO SOFOROLIPÍDIO

Soforolipídio é um biossurfactante pertencente à classe dos glicolipídios extracelulares, composto por um dissacarídeo sofrorose (O β -D-glicopiranosil-2 \rightarrow 1- β -D-glicopiranosose) unidos por ligação β -glicosídica entre o carbono 1' e o carbono terminal (ω) ou sub-terminal (ω -1) de uma cadeia de ácido graxo de 16 ou 18 carbonos (ASHBY; SOLAIMAN, 2010).

São produzidos na forma de uma mistura de diferentes moléculas divididas em dois grupos principais: lactônica e acídica (Figura 1). Na forma acídica, a extremidade do ácido carboxílico é livre, apresentando uma cadeia aberta. Já a estrutura lactônica é internamente esterificada na posição 4'' da sofrorose, apresentando uma estrutura de anel fechado (ASMER et al., 1988).

Podem ainda sofrer outras variações estruturais em termos de acetilação em sua porção da sofrorose e de diferenças na estrutura do ácido graxo (número de carbonos, insaturações e hidrogenação), de acordo com os parâmetros do processo fermentativo, que influenciarão em suas futuras aplicações (RIBEIRO et al., 2015; VAN BOGAERT et al., 2011).

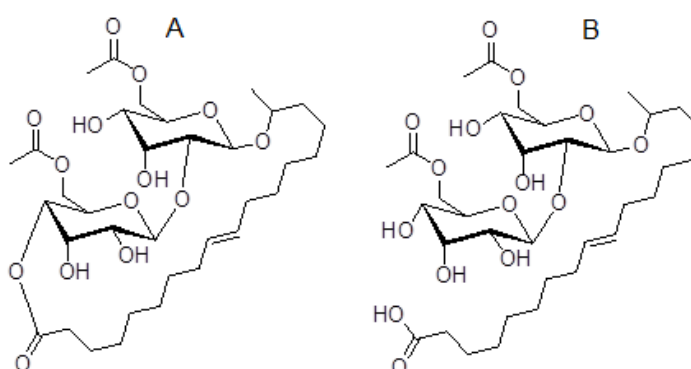


Figura 1. Formas estruturais do sofrorolípido: A – lactônica B – acídica

O sofrorolípido é sintetizado em altas concentrações e geralmente por cepas não patogênicas, como a levedura *Starmerella bombicola*, tornando esse grupo de moléculas particularmente atrativo para produções comerciais e futuras aplicações, considerando os aspectos de segurança (PAULINO et al., 2016).

A biossíntese do sofrorolípido ocorre no final da fase exponencial e início da fase estacionária, em condições de nitrogênio limitantes. Os substratos normalmente empregados na síntese dessa molécula são carboidratos e ácidos graxos, destacando a glicose e ácido oleico (ZHOU; KOSARIC, 1993; RAU et al., 2001).

A via metabólica do sofrorolípido tem início pela hidroxilação dos ácidos graxos ou alcanos, pela enzima citocromo monooxigenase P450 (NADP), sendo convertidos a ácidos graxos hidroxilados. Após, duas moléculas de glicose uridina difosfato ativada (UDP-glicose) são adicionadas ao grupamento hidroxila do ácido graxo pelas glicosiltransferases I e II, obtendo-se a estrutura acídica não-acetilada (VAN BOGAERT et al., 2011).

Outras modificações podem ocorrer, como esterificação interna (lactonização) por esterase lactônica específica ou acetilação da sofrorose nas posições 6' e/ou 6'' pela acetil transferase (ASMER et al., 1988).

Estudos têm buscado a otimização dos processos fermentativos do sofrorolípido,

pois a produção em larga escala e seu custo relativamente elevado, ainda são um desafio. Assim, para torná-lo economicamente competitivo, a adoção de algumas medidas se faz necessário, como a utilização de substratos de baixo custo, cepas geneticamente modificadas com maior capacidade produtiva e ferramentas estatísticas de otimização (SATPUTE; PŁAZA; BANPURKAR, 2017).

Após a produção, são necessárias as etapas de separação, purificação e caracterização, afim de viabilizar e direcionar a aplicação do soforolípido produzido. A obtenção dessa biomolécula do caldo fermentado é normalmente realizada por extração com solventes como acetato de etila, hexano e metanol (MINUCELLI et al., 2017), combinada ou não com técnicas de filtração (SOLAIMAN; ASHBY; CROCKER, 2015).

A identificação e quantificação pode ser realizada por gravimetria (DAVEREY; PARKSHIRAJAN, 2010), cromatografia líquida de alta eficiência (JADHAV; PRATAP; KALE, 2019) e pelo método colorimétrico de antrona (SCOTT; MELVIN, 1953).

As técnicas utilizadas na purificação e caracterização envolvem cromatografia de camada fina (PEKIN et al., 2005), cromatografia líquida com espectrômetro de massa (HU; JU, 2001), espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier e ressonância magnética nuclear (KAUR et al., 2019).

4 | PROPRIEDADES DO SOFOROLÍPIDO PARA USO EM ALIMENTOS

Soforolípido apresenta grande perspectiva de aplicação como ingrediente ativo a ser aplicado em formulações de alimentos. Apesar de apresentar inúmeras propriedades de interesse, o seu uso nesta área ainda é escasso. Algumas propriedades físico-químicas e biológicas do soforolípido os tornam interessantes para o setor, destacando sua biodegradabilidade e eficiência em condições extremas de temperatura e pH, capacidade emulsificante, antimicrobiana e antiadesiva.

4.1 Emulsificante

Utilizados como ingrediente de diminuição da tensão de superfícies na formulação de alimentos, promovendo a formação e estabilização de emulsões. No controle da aglomeração de glóbulos de gordura, melhoria de textura e vida útil de produtos com amido, modificador de propriedades reológicas da massa de trigo, melhorador da consistência e textura de produtos de base gorda e na prevenção de formação de partículas de gelo em produtos transportados e armazenados sob sistemas de ar refrigerado (KACHHOLZ; SCHLINGMANN, 1987; NITSCHKE; COSTA, 2007; AKARI; AKARI, 1987; MASARU et al., 2001).

4.2 Atividade antimicrobiana

Aspectos gerais de higiene sanitárias e qualidade são importantes na aceitação

de um produto alimentício, pois, a contaminação dos alimentos por fungos e bactérias traz uma enorme preocupação relacionada à segurança alimentar e saúde do consumidor (OLIVEIRA et al., 2015).

Existe uma gama de produtos alimentícios como carnes, produtos agrícolas, pães, frutas e hortaliças contaminados por microrganismos deteriorantes e causadores de toxinfecções alimentares (SILVA, 1998). Essa contaminação pode ocorrer ainda no solo, durante a formação das sementes e também no armazenamento, devido ao elevado teor de água livre presente nos alimentos em geral, tornando-os altamente perecíveis (ROSSETTO et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2015).

Nessa vertente, uma das principais propriedades investigadas são atividades antimicrobianas de compostos alternativos, haja vista a importância da descoberta de possíveis substituintes de germicidas e sanitizantes convencionais por compostos naturais e biodegradáveis (GUPTA, 2012) stearic acid, palmitic acid and different vegetable oils. To our knowledge, there is no such report on the analysis of individual SL molecule produced using pure α -linolenic acid (ALA).

Soforolípido apresenta grande perspectiva de aplicação explorando sua ação antimicrobiana (Tabela 1). Essa propriedade é relacionada à natureza anfifílica desse biosurfactante, sendo capaz de diminuir a tensão interfacial e superficial de compostos e materiais, e assim promover alterações da adesão de microrganismos (PONTES et al., 2016). Envolve mecanismos de desestabilização e alteração da permeação da membrana, o que leva a ruptura e extravasamento do conteúdo celular (VALOTTEAU et al., 2017).

Os efeitos da atividade antimicrobiana do sofrorolípido dependem de diversos fatores como, suas formas acídicas e lactônicas, o microrganismo que o produz e a espécie de patógeno que é empregado, ressaltando que, formas lactônicas possuem melhor atividade antimicrobiana que as estruturas acídicas (ZHANG et al., 2016a).

Embora apresentem resultados de inibição contra bactérias Gram-negativas, possuem melhor ação em cepas Gram-positivas, pois nelas a parede celular é constituída por uma membrana citoplasmática circundada por uma espessa camada de peptidoglicano, enquanto que em Gram-negativas é composta de uma fina camada de peptidoglicano e duas membranas, tornando este envelope celular mais complexo de interagir (DENGLE-PULATE et al., 2014; ZHANG et al., 2016a) researchers have developed biosurfactants for industrial, pharmaceutical and medical applications revealing the promising biological activities of these biomolecules. One of the best studied microbial surfactants are glycolipids, especially sophorolipids (SLs).

Dengle-Pulate et al. (2014) testaram o efeito antimicrobiano do sofrorolípido de *Candida bombicola* para a limpeza de frutas e vegetais, verificando que o tratamento resultou em 90% de redução das células de *Salmonella typhimurium* ATCC 23564 e 99% em *Escherichia coli* ATCC 8739 após 10 minutos. *Erwinia chrysanthemi* ATCC 11663 e *Xanthomonas campestris* ATCC 13951 foram reduzidas totalmente após 10 minutos.

Olanya et al. (2018) também reportaram ação antibacteriana do soforolipídio de *C. bombicola in vitro* e aplicados em tomate pós colheita, obtendo resultados de inibição de *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica* e *Escherichia coli* em concentrações a partir de 50 mg/L. Outros autores investigaram seu efeito em folhas de espinafre contaminadas com *Escherichia coli O157:H7*, obtendo reduções de 1,4 log UFC/folha logo após tratamento com 1% de soforolipídio e 3.6 log UFC/folha após 7 dias de armazenamento a 4°C (Zhang et al., 2016b).

Sen et al. (2017) avaliaram a atividade antifúngica de soforolipídio produzido por *Rhodotorula babjevae* YS3 e observaram um bom efeito inibitório contra um grupo amplo de fungos patogênicos, tais como: *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium verticillioides*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi*, *Corynespora cassiicola* e *Trichophyton rubrum* verificados através do MIC numa faixa de concentração de 62-1000 µg/mL.

Diante disso, é possível observar que o soforolipídio apresenta um grande potencial como agente antimicrobiano no controle de microrganismos deteriorantes e patogênicos de origem alimentar, o que os torna uma forte alternativa para a substituição parcial ou total de germicidas e sanitizantes químicos utilizados nesse setor.

Microrganismos	Tipos de soforolipídio	CIM (µg/ml)	Contaminação alimentar	Referências
<i>Staphylococcus aureus</i>	Lactônico diacetilado 75% lactônico e 25% ácido;	4.500 400	alimentos de grande manipulação: carnes, ovos, molhos, cremes	Hoa et al. (2017); Joshi-Navare et al. (2013);
<i>Listeria spp.</i>	Lactônico	1.000	Carnes e derivados, laticínios	Zhang et al. (2016a)
<i>Escherichia coli</i> <i>Escherichia coli O157:H7</i>	75% lactônico e 25% ácido; Lactônico diacetilado Lactônico	1.000 750 10.000	Água e alimentos não processados com contaminação de origem fecal	Joshi-Navare et al. (2013); Pontes et al. (2016) Zhang et al. (2016b)
<i>Salmonella spp.</i> <i>Salmonella typhimurium</i>	Acídico não acetilado Lactônico	50 10.000	Carnes, ovos e leite	Valotteau et al. (2017) Zhang et al. (2016a)
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> ,	Mistura ácida e lactônica	62	Frutas	Sen et al. (2017)
<i>Fusarium verticillioides</i> <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>pisi</i>	Mistura ácida e lactônica	125	Milho, feijão e sementes em geral	Sen et al. (2017)

Tabela 1. Concentrações inibitórias mínimas (CIM) de diferentes tipos de soforolipídio contra microrganismos.

5 | PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA

O soforolipídio é um metabólito diferenciado a ser aplicado na indústria, pois

apresenta ausência de patogenicidade, elevado rendimento e características físico-químicas desejáveis para diversas aplicações, sendo o maior destaque a sua potencialidade como agente antimicrobiano alternativo contra uma série de cepas bacterianas e fúngicas.

Exemplos de sua ação já foram evidenciados no aumento do rendimento de plantações por seu emprego no controle de pragas (VAUGHN et al., 2014), componente de misturas germicidas para a limpeza de frutas e vegetais (DENGLE-PULATE et al., 2014) researchers have developed biosurfactants for industrial, pharmaceutical and medical applications revealing the promising biological activities of these biomolecules. One of the best studied microbial surfactants are glycolipids, especially sophorolipids (SLs e ações antibacterianas contra bactérias contaminantes de carne de aves (ZHANG et al., 2016b)

Nosso grupo de pesquisa desenvolveu um sanitizante à base de soforolipídio para aplicação na indústria avícola. O metabólito foi sintetizado pela levedura *Starmerella bombicola* e aplicado diretamente em carne de frango.

Esse processo foi desenvolvido e testado de forma pioneira, gerando as patentes BR 10 2018 072522 0 (Aplicação de soforolipídio para redução de contaminação de aeróbios mesófilos em cortes de frango) e BR 10 2019 004754 2 (Aplicação de soforolipídio como sanitizante no sistema lavagem de carcaças de frango por aspersão para redução de contaminação de aeróbios mesófilos).

Os resultados obtidos nesses processos foram promissores, apresentando eficácia antimicrobiana contra esses patógenos avícolas, com reduções de mais de 50% das unidades formadoras de colônia (UFC) em relação ao tratamento com água de torneira clorada a 1ppm, atualmente único método de descontaminação aprovado pela legislação brasileira.

Não restrito ao segmento da indústria avícola, o soforolipídio poderia ser empregado em outros produtos cárneos, laticínios, frutas e vegetais, explorando as mesmas propriedades, assim como sua capacidade emulsificante e antiadesiva.

Comercialmente o soforolipídio já é produzido por algumas empresas, incluindo a Kao Co Ltd. (Japão) que trabalha com produtos cosméticos, de limpeza e cuidados pessoais, Soliance (França) com cosméticos, Ecover (Bélgica) com produtos de limpeza e higiene pessoal e Synthezyme (EUA) com a produção de diferentes produtos biotecnológicos.

As informações acima demonstram que a busca por moléculas de origem natural, que não interfiram no meio ambiente está aumentando nos últimos anos, evidenciando o interesse dos consumidores por produtos que sejam mais seguros e sustentáveis, assim o soforolipídio possui características importantes e inovadoras para aplicação na indústria de alimentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, L.V.; FREIRE, D.M.G.; NITSCHKE, M. Biosurfactantes: propriedades anticorrosivas, antibiofilmes e antimicrobianas. **Química Nova**, v. 36, n. 6, p. 848-858, 2013.
- ASHBY, R. D.; SOLAIMAN, D. K. Y. The influence of increasing media methanol concentration on sophorolipid biosynthesis from glycerol-based feedstocks. **Biotechnology Letters**, v. 32, n. 10, p. 1429–1437, 2010.
- ASMER, H.J.; HANS, J.; LANG, S.; WAGNER, F.; WRAY, V. Microbial production, structure elucidation and bioconversion of sophorose lipids. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 65, n. 9, p. 1460–1466, 1988.
- BANAT, I.M.; MAKKAR, R.S.; CAMEOTRA, S.S. Potential commercial applications of microbial surfactants. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 53, n. 5, p. 495–508, 2000.
- BARROS, F.F.C; QUADROS, C.P.; JÚNIOR, M.R.M.; PASTORE, G.M. Surfactina: propriedades químicas, tecnológicas e funcionais para aplicações em alimentos, **Quim. Nova**, v. 30, n. 2, p. 409-414, 2007.
- CAMEOTRA, S., & MAKKAR, R. Recent applications of biosurfactants as biological and immunological molecules. **Current Opinion in Microbiology**, v. 7, n. 3, p. 262–266, 2004.
- CAMPOS, J. M., MONTENEGRO STAMFORD, T. L., SARUBBO, L. A., DE LUNA, J. M., RUFINO, R. D., & BANAT, I. M. Microbial biosurfactants as additives for food industries. **Biotechnology Progress**, v. 29, n. 5, p. 1097–1108, 2013.
- CAMPOS, J. M., STAMFORD, T. L., RUFINO, R. D., LUNA, J. M., STAMFORD, T. C. M., SARUBBO, L. A.. Formulation of mayonnaise with the addition of a bioemulsifier isolated from *Candida utilis*. **Toxicology reports**, v. 2, p. 1164-1170, 2015.
- DAVEREY, A; PAKSHIRAJAN, K. Sophorolipids from *Candida bombicola* using mixed hydrophilic substrates: Production, purification and characterization. **Colloids and Surfaces B**, v. 79, p. 246–253, 2010.
- DENGLE-PULATE, V; CHANDORKAR, P; BHAGWAT, S; PRABHUNE, AA. Antimicrobial and SEM studies of sophorolipids synthesized using lauryl alcohol. **Journal of Surfactants and Detergents**, v. 17, n. 3, p. 543–552, 2014.
- DESAI, J.D.; BANAT, I.M. Microbial production of surfactants and their commercial potential. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v. 61, p. 47–64, 1997.
- FREIRE, D. M. G.; ARAUJO, L. V.; KRONEMBERGER, F. A.; NITSCHKE, M. In: **Innovation in Food Engineering: New Techniques and Products**; PASSOS, M. L.; RIBEIRO, C. P., eds.; Taylor & Francis Group: Boca Raton, p. 685-705, 2009.
- GANDHI, N. R.; SKEBBA, V. L. P. **Rhamnolipid compositions and related methods of use**. International Application Patent W.O. 095258, 2007

- GUPTA, R. **Biosynthesis of novel sophorolipids using *Candida bombicola* ATCC 22214: characterization and applications**. 2012. Tese (Doutorado em Biotecnologia), Laboratório da Divisão em Bioquímica e Química, Universidade de Pune, Pune, 2012.
- HOA, N.L.H.; LOAN, L.Q.; EUN-KI, K.; HÁ, T.T.; DUY, N.D.; KHANH, H.Q.; DUNG, N.H. Production and characterization of sophorolipids produced by *Candida bombicola* using sugarcane molasses and coconut oil. **Asia-Pacific Journal of Science and Technology**, v. 22, n. 2, p.66-75, 2017.
- HU, Y.; JU, L. K. Sophorolipid production from different lipid precursors observed with LC-MS. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 29, n. 10, p. 593–601, 2001.
- JADHAV, J. V., PRATAP, A.P., KALE, S.B. Evaluation of sunflower oil refinery waste as feedstock for production of sophorolipid. **Process Biochemistry**, v. 78, p. 15–24, 2019.
- JOSHI-NAVARE, K; PRABHUNE, A. A biosurfactant-sophorolipid acts in synergy with antibiotics to enhance their efficiency. **BioMed Research International**, v. 2013, 2013.
- KACHHOLTZ, T.; SCHLINGMANN, M. Possible food and agricultural applications of microbial surfactants: an assessment. In **Biosurfactants and Biotechnology**, eds N Kosaric , W L Cairns and N C C Gary. Marcel dekker, New York, 183-210, 1987.
- KAUR, K., SANGWAN, S., KAUR, H., Biosurfactant production by yeasts isolated from hydrocarbon polluted environments, **Environmental monitoring and assessment**, v. 189, n. 12, p. 603, 2017.
- KAUR, G.; WANG, H.; TO, M.H.; ROELANTS, S.L.K.W.; SOETAERT, W.; LIN, C.S.K. Efficient sophorolipids production using food waste. **Journal of Cleaner Production**, v. 232, p. 1–11, 2019.
- MAKKAR, RS; CAMEOTRA, SS; BANAT, IM. Advances in utilization of renewable substrates for biosurfactant production. **AMB Express**, v. 1, n. 1, p. 5, 2011.
- MASARU, K.; TAKASHI, N.; YOJI, A.; KAZUO, N.; TATSU, N.; SUMIKO, T.; JOTARO, N. Composition for high-density cold storage transportation. **Japanese patent 2001131538**, 2001.
- MILES, S., HAFNER, C., BOLHAAR, S., MANCEBO, E. G., FERNÁNDEZ-RIVAS, M., KNULST, A., & HOFFMANN-SOMMERGRUBER, K. Attitudes towards genetically modified food with a specific consumer benefit in food allergic consumers and non-food allergic consumers. **Journal of Risk Research**, v. 9, n. 7, p. 801–813, 2006.
- MNIF, I.; BESBES, S.; ELLOUZE, R.; ELLOUZE-CHAABOUNI, S.; GHRIBI, D. Improvement of bread quality and bread shelf-life by *Bacillus subtilis* biosurfactant addition. **Food Science and Biotechnology**, v. 21, p. 1105-1112, 2012.
- MINUCELLI, T; RIBEIRO-VIANA, RM; BORSATO, D; ANDRADE, G; CELY, MVT; DE OLIVEIRA, MR; BALDO, C; CELLIGOI, MAPC. Sophorolipids production by *Candida bombicola* ATCC 22214 and its potential application in soil bioremediation. **Waste and Biomass Valorization**, v. 8, n. 3, p. 743–753, 2017.
- MUTHUSAMY, K.; GOPALAKRISHNAN, S.; RAVI, T.K.; SIVACHIDAMBARAM, P. Biosurfactants: properties, commercial production and application. **Current Science**, v. 94, p. 736–747, 2008.
- NITSCHKE, M.; PASTORE, G.M. Biosurfactantes: propriedades e aplicações. **Química Nova**, v. 25, n. 5, p. 772-776, 2002.
- NITSCHKE, M.; COSTA, S.G.V.A.O. Biosurfactants in food industry. **Trends in Food Science and Technology**, v. 18, p. 252-259, 2007.

- OLANYA, OM; UKUKU, DO; SOLAIMAN, DKY; ASHBY, RD; NIEMIRA, BA; MUKHOPADHYAY, S. Reduction in *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica* and *Escherichia coli* O157:H7 in vitro and on tomato by sophorolipid and sanitiser as affected by temperature and storage time. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 5, p. 1303–1315, 2018.
- OLIVEIRA, AV.; DEL PRADO, CCN.; MODESTO, NG.; LUCENA, G. Detecção molecular de fungos com potencial toxigênico em amostras de amendoim vendidas no comércio varejista de Maringá/PR, Brasil. **Biotemas**. 2015
- OLIVEIRA, MR; MAGRI, A; BALDO, C; CAMILIOS-NETO, D; MINUCCELLI, T; CELLIGOI, MAPC. Review: Sophorolipids A Promising Biosurfactant and it's Applications. **International Journal of Advanced Biotechnology and Research**, v. 16, n. 2, p. 161–174, 2015.
- PAULINO, BN; PESSÔA, MG; MANO, MCR; MOLINA, G; NERI-NUMA, IA; PASTORE, GM. Current status in biotechnological production and applications of glycolipid biosurfactants. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 100, n. 24, p. 10265–10293, 2016.
- PEKIN, G; VARDAR-SUKAN, F; KOSARIC, N. Production of sophorolipids from *Candida bombicola* ATCC 22214 using Turkish corn oil and honey. **Engineering in Life Sciences**, v. 5, n. 4, p. 357–362, 2005.
- PONTES, C; ALVES, M; SANTOS, C; RIBEIRO, MH; GONÇALVES, L; BETTENCOURT, AF; RIBEIRO, IAC. Can sophorolipids prevent biofilm formation on silicone catheter tubes? **International Journal of Pharmaceutics**, v. 513, n. 1–2, p. 697–708, 2016.
- RAU, U; HAMMEN, S; HECKMANN, R; WRAY, V; LANG, S. Sophorolipids: A source for novel compounds. **Industrial Crops and Products**, v. 13, n. 2, p. 85–92, 2001.
- RIBEIRO, I.A.C., FAUSTINO, C.M.C., GUERREIRO, P.S., FRADE, R.F.M., BRONZE, M.R., CASTRO, M.F., RIBEIRO, M.H.L. Development of novel sophorolipids with improved cytotoxic activity toward MDA-MB-231 breast cancer cells. **Journal of Molecular Recognition**, v. 28, p. 155–165, 2015.
- ROSSETTO, C. A. V.; VIEGAS, E. C.; LIMA, T. M. Contaminação fúngica do amendoim em função das doses de calcário e das épocas de amostragem. **Bragantia**, Campinas, v. 62, 2003.
- SATPUTE, SK; PŁAZA, GA; BANPURKAR, AG. Biosurfactants' Production from Renewable Natural Resources: Example of Innovative and Smart Technology in Circular Bioeconomy. **Management Systems in Production Engineering**, v. 25, n. 1, 2017.
- SCOTT, T.A.J.; MELVIN, E.H. Determination of dextran with anthrone. **Anal Chemistry**, v. 25, p. 1656–1661, 1953.
- SEN, S; SUPARNA, BORAH; SIDDHARTHA, N; BORA, A; DEKA, S. Production, characterization, and antifungal activity of a biosurfactant produced by *Rhodotorula babjevae* YS3. **Microbial Cell Factories**, v. 16, n. 1, p. 95, 2017.
- SHARMA, R.; OBEROI, H. S. Biosurfactant-aided bioprocessing: Industrial applications and environmental impact. **Recent advances in Applied Microbiology**, Chapter 3, 2017.
- SILVA, J. A. Microrganismos patogênicos em carne de frangos. **Higiene Alimentar**, v. 12, n. 58, p. 9–14, 1988.
- SOLAIMAN, D. K. Y.; ASHBY, R. D.; CROCKER, N. V. High-titer production and strong antimicrobial activity of sophorolipids from *Rhodotorula bogoriensis*. **Biotechnology Progress**, v. 31, n. 4, p. 867–874, 2015.

VALOTTEAU, C; BANAT, IM; MITCHELL, CA; LYDON, H; MARCHANT, R; BABONNEAU, F; PRADIER, CM; BACCILE, N; HUMBLLOT, V. Antibacterial properties of sophorolipid-modified gold surfaces against Gram positive and Gram negative pathogens. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 157, p. 325–334, 2017.

VAN BOGAERT, I.N.A., ZHANG, J., SOETAERT, W. Microbial synthesis of sophorolipids. **Process Biochemistry**, v. 46, p. 821–833, 2011.

VAUGHN, S. F.; BEHLE, R. W.; SKORY, C. D.; KURTZMAN, C. P.; PRICE, N. P. J. Utilization of sophorolipids as biosurfactants for postemergence herbicides. **Crop Protection**, v. 59, p. 29–34, 2014.

ZERAIK, A.E.; NITSCHKE, M. Biosurfactants as agents to reduce adhesion of pathogenic bacteria to polystyrene surfaces: effect of temperature and hydrophobicity. **Current Microbiology**, v. 61, p. 554–559, 2010.

ZHANG, X; ASHBY, R; SOLAIMAN, DKY; UKNALIS, J; FAN, X. Inactivation of *Salmonella spp.* and *Listeria spp.* by palmitic, stearic, and oleic acid sophorolipids and thiamine dilauryl sulfate. **Frontiers in Microbiology**, v. 7, p. 1–11, 2016a.

ZHANG, X; FAN, X; SOLAIMAN, DKY; ASHBY, RD; LIU, Z; MUKHOPADHYAY, S; YAN, R. Inactivation of *Escherichia coli O157:H7* in vitro and on the surface of spinach leaves by biobased antimicrobial surfactants. **Food Control**, v. 60, p. 158–165, 2016b

ZHOU, Q. H.; KOSARIC, N. Effect of lactose and olive oil on intra- and extracellular lipids of *Torulopsis bombicola*. **Biotechnology Letters**, v. 15, n. 5, p. 477–482, 1993.

ZOUARI, R.; BESBES, S.; ELLOUZE-CHAABOUNI, S.; GHRIBI-AYDI, D. Cookies from composite wheat–sesame peels flours: Dough quality and effect of *Bacillus subtilis* SPB1 biosurfactant addition. **Food Chemistry**, v. 194, p. 758–769, 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

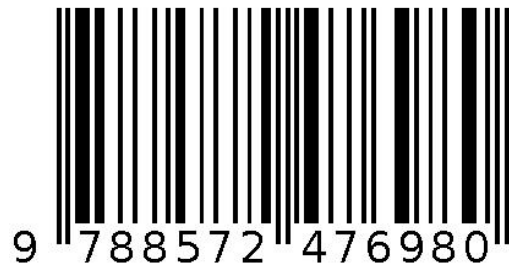
Soro de queijo 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

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