

Práticas de Produção Agrícola e Conservação Ambiental

Tayronne de Almeida Rodrigues
João Leandro Neto
(Organizadores)



Atena
Editora
Ano 2019

Tayronne de Almeida Rodrigues
João Leandro Neto
(Organizadores)

Práticas de Produção Agrícola e Conservação Ambiental

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Lorena Prestes
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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.^a Dr.^a 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 Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P912	Práticas de produção agrícola e conservação ambiental [recurso eletrônico] / Organizadores Tayronne de Almeida Rodrigues, João Leandro Neto. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-557-0 DOI 10.22533/at.ed.570192308 1. Agroecologia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Rodrigues, Tayronne de Almeida. II. Leandro Neto, João. CDD 630
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

Práticas de Produção Agrícola e Conservação Ambiental esta obra aborda maneiras de conciliar a restauração e conservação do meio ambiente através do uso de práticas de extensão rural e tecnologias agrícolas aplicadas a pecuária, que juntamente com a agricultura é considerada fundamental ao desenvolvimento econômico quando há altos níveis de investimentos financeiros. Esta obra remonta também os cuidados ambientais a serem adotados na produção agrícola e procura a viabilização da mesma.

Dentro das temáticas trabalhadas é possível constatar a modernização intensa e a expansão da produção plural em nosso país, as plantações que atendem a pecuária, juntamente com a agricultura ocupam cerca de 30% do Brasil, segundo EMBRAPA. Portanto, vale ressaltar e fazer menção no que diz respeito as propriedades indígenas e outras unidades de conservação merecem uma legislação ambiental com real eficácia que resguardem os seus direitos.

Endossamos que a concretização deste *e-book* proporcionara mais dados para as pesquisas científicas realizadas dentro das temáticas da produção agrícola e áreas afins. Fazemos votos de excelente leitura!

Tayronne de Almeida Rodrigues
João Leandro Neto

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
VALORAÇÃO ECONÔMICA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA CITRICULTURA NO MUNICÍPIO DE RIO PRETO DA EVA (AMAZONAS/BRASIL)	
José Barbosa Filho Diogo Del Fiori Thales Henrique Almeida Nunes Valdeci Silva	
DOI 10.22533/at.ed.5701923081	
CAPÍTULO 2	23
COMPARAÇÃO DAS MEDIDAS CORPORAIS ENTRE FÊMEAS NULÍPARAS E PLURÍPARAS EM GADO DE CORTE	
Luciana da Silva Leal Karolewski Marcella Brendha Wacelechen Alana Cristine de Sousa Elaine Alaides Eidam José Luis Moletta	
DOI 10.22533/at.ed.5701923082	
CAPÍTULO 3	29
PRODUÇÃO DE COGUMELOS COMESTÍVEIS EM RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS	
Bárbara Ruivo Válio Barretti Adriane Almeida Gonçalves Leandro Inagaki Oshiro Alessandra Cristine Novak Sydney Luiz Gustavo Lacerda Eduardo Bittencourt Sydney	
DOI 10.22533/at.ed.5701923083	
CAPÍTULO 4	42
LEVANTAMENTO PRELIMINAR DA COMERCIALIZAÇÃO DE JAVALIS (<i>Sus scrofa</i>) E SEUS HÍBRIDOS ATRAVÉS DA INTERNET_ CARACTERIZAÇÃO DO COMÉRCIO EM UM SITE DE GRANDE ACESSO	
Luis Enrique Dias Wisniewski Verônica Oliveira Vianna	
DOI 10.22533/at.ed.5701923084	
CAPÍTULO 5	44
EXTENSÃO RURAL NA REGIÃO NORDESTE PARAENSE: AVALIAÇÃO DAS PRINCIPAIS PROBLEMÁTICAS EXISTENTES NO MEIO RURAL, TATAJUBA, VISEU-PA	
Alasse Oliveira da Silva Aline Oliveira da Silva Isabelle Caroline Bailosa do Rosário Elegi Teresinha Dias da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.5701923085	
CAPÍTULO 6	51
EFEITO DO PESO CORPORAL E DO SCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL NO PERÍMETRO ESCROTAL E NA BIOMETRIA TESTICULAR DE BOVINOS DE CORTE	
Luciana da Silva Leal Karolewski Naiara Valério Marcella Brenda Wacelechen Gilmara Antoniacomi	

José Luis Moletta

DOI 10.22533/at.ed.5701923086

CAPÍTULO 7 56

ANÁLISE DE IMAGENS DE SEMENTES DE SOJA UTILIZANDO ALGORITMO OTSU PARA CÁLCULO DO LIMAR ÓTIMO

Jaqueline Rissá Franco

Keila Sandrino

Rosane Falate

DOI 10.22533/at.ed.5701923087

CAPÍTULO 8 63

RELAÇÃO ENTRE O COMPORTAMENTO SEXUAL E AS MEDIDAS TESTICULARES DE TOUROS DE CORTE

Luciana da Silva Leal Karolewski

Ana Luara Rodrigues

Dayane Cheritt Batista

Naiara Valério

Gilmara Antoniacomi

José Luis Moletta

DOI 10.22533/at.ed.5701923088

CAPÍTULO 9 68

IDENTIFICAÇÃO MOLECULAR DE MICROORGANISMO ENVOLVIDO EM PROCESSO DE BIOCORROSÃO

Lillian Roberta Vieira da Rosa

Natan Wiele

Paloma Borges de Paula

Mariely Cristine dos Santos

José Carlos Alves Galvão

Juliana Vitória Messias Bittencourt

DOI 10.22533/at.ed.5701923089

CAPÍTULO 10 79

ANÁLISE DA SITUAÇÃO FUNDIÁRIA DE LOTES RURAIS LOCALIZADOS NAS ESTRADAS VICINAIS ZF-1 E ZF-2 E DIAGNOSTICO SOCIOECONÔMICO DO RAMAL ZF-1, INSERIDOS NO DISTRITO AGROPECUÁRIO DA SUFRAMA, PARA SUBSIDIAR TOMADA DE AÇÃO PARA O MONITORAMENTO AMBIENTAL DA REGIÃO

Cleiton dos Santos Gama

DOI 10.22533/at.ed.57019230810

CAPÍTULO 11 93

REVISÃO SISTEMÁTICA PARA A SELEÇÃO DE ESPÉCIES DE BACTÉRIAS COM POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BISSURFACTANTE

Arthur Baldomero Taques

Shelen Ponchielli Thomaz

Mariely Cristine dos Santos

Mariana Machado Fidelis Nascimento

Juliana Vitória Messias Bittencourt

DOI 10.22533/at.ed.57019230811

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 102

ÍNDICE REMISSIVO 103

REVISÃO SISTEMÁTICA PARA A SELEÇÃO DE ESPÉCIES DE BACTÉRIAS COM POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOSSURFACTANTE

Arthur Baldomero Taques

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento de Engenharia de Bioprocessos e
Biotecnologia, Ponta Grossa – Paraná

Shelen Ponchielli Thomaz

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento de Engenharia de Bioprocessos e
Biotecnologia, Ponta Grossa – Paraná

Mariely Cristine dos Santos

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Programa de Pós-graduação em Biotecnologia
Ponta Grossa – Paraná

Mariana Machado Fidelis Nascimento

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Programa de Pós-graduação em Engenharia de
Produção, Ponta Grossa – Paraná

Juliana Vitória Messias Bittencourt

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Programa de Pós-graduação em Biotecnologia
Ponta Grossa – Paraná

RESUMO: Surfactantes são moléculas anfipáticas provenientes de síntese químicas ou metabolismo microbiano. Quando originais de microrganismos, esses subprodutos metabólicos passam a ser conhecidos como biossurfactantes. As características dos biossurfactantes são as mesmas dos surfactantes sintéticos, contudo apresentam algumas vantagens como o fato de serem

biodegradáveis e possuírem menor toxicidade, estabilidade e consistência em condições de elevada temperatura e extremo pH. Somando estas vantagens e suas propriedades funcionais de emulsificação, redução de tensão superficial, entre outras, o apelo industrial por esses compostos ativos têm sido ampliado significativamente. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão sistemática a fim de avaliar as principais espécies bacterianas produtoras de biossurfactantes, bem como as possíveis aplicações de biossurfactantes. A partir desta revisão sistemática foi possível selecionar três linhagens bacterianas depositadas na Coleção de Microrganismos de Interesse Biotecnológico - CMIB da UTFPR Ponta Grossa para futuras aplicações, estas correspondendo a *Bacillus subtilis*, *Bacillus* sp. e *Pseudomonas aeruginosa*.

PALAVRAS-CHAVE: Biossurfactantes, coleção microbiológica, espécies bacterianas.

SYSTEMATIC REVIEW FOR THE SELECTION OF BACTERIA SPECIES WITH POTENTIAL OF BIOSURFACTANT PRODUCTION

ABSTRACT: Surfactants are amphipathic molecules derived from chemical synthesis or microbial metabolism. When they come from microorganisms, these metabolic by-products are now known as biosurfactants.

The characteristics of the biosurfactants are the same as synthetic surfactants, but they have some advantages such as being biodegradable and have lower toxicity, as well as stability and consistency under high temperature and extreme pH conditions. Adding these advantages and their functional properties of emulsification, reduction of surface tension, among others, the industrial appeal for these active compounds has been significantly extended. Thus, the objective of this study was to carry out a systematic review to evaluate the main bacterial species producing biosurfactants, as well as the possible applications of biosurfactants. From this systematic review, it was possible to select three bacterial strains deposited in the Collection of Microorganisms of Biotechnology Interest - CMIB of UTFPR Ponta Grossa for future applications, these being *Bacillus subtilis*, *Bacillus* sp. and *Pseudomonas aeruginosa*.

KEYWORDS: Biosurfactants, microbiological collection, bacterial species.

1 | INTRODUÇÃO

As coleções biológicas estão obtendo destaque e enfoque diante da grande necessidade do desenvolvimento científico e biotecnológico (SOLA et al., 2012), uma vez que são repositórios de microrganismos com potencial para aplicação industrial (CANHOS et al, 2015). De maneira geral, em todo o mundo existem muitas coleções de microrganismos que buscam conservar e preservar a diversidade microbiana a longo prazo, desta forma, são guardiões de recursos genéticos de vital importância para a ciência e a sociedade (CAMEOTRA, 2006). Na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa, foi criada em 2017 uma coleção de microrganismos integrante da Coleção Microbiológica da Rede Paranaense (CMRP) que consiste em 149 linhagens em depósito que possuem algum potencial biotecnológico (ALMEIDA, 2018).

A biotecnologia está sendo cada vez mais inserida no ramo industrial, tornando-se uma alternativa economicamente atrativa e sustentável para as empresas. A biotecnologia industrial dá-se pela aplicação de enzimas e/ou microrganismos na otimização de processos em busca da geração de produtos com maior valor agregado. O uso desses organismos em processos já vem sendo empregado nas indústrias de fármacos, cosméticos e nutrição animal (CHIES, 2017), conseqüentemente, tornando intrínseca a busca por novas propriedades que possam ser conferidas pelos metabólitos microbianos.

Sentiu-se então a necessidade de buscar informações sobre possíveis novas aplicações para os microrganismos depositados atualmente na Coleção Microbiológica de Interesse Biotecnológico (CMIB) da UTFPR/PG, para atender a demanda de projetos de pesquisas realizados dentro da instituição. A demanda mais recente de pesquisa é em relação ao potencial surfactante de metabólitos microbianos.

Nas últimas décadas, diversos microrganismos têm sido relatados como

produtores de diferentes tipos de biossurfactantes, e formam uma classe importante de compostos químicos muito utilizados em diferentes setores industriais, principalmente como matéria-prima na produção de biossurfactantes (NITSCHKE, PASTORE, 2002). Atualmente, boa parte dos surfactantes produzidos têm sido obtida a partir da indústria petrolífera e conseqüentemente podem agredir o meio ambiente, dessa forma os biossurfactantes se tornaram uma alternativa aos surfactantes de petróleo, uma vez que são biodegradáveis e menos tóxicos (NITSCHKE, PASTORE, 2002, SILVA et al. 2015).

Os biossurfactantes, assim como os surfactantes, são compostos anfipáticos e tensoativos responsáveis por reduzir a tensão superficial e interfacial além de formar microemulsões devido à sua capacidade de formação de micelas (ZHAO; SELVA, 2011). À vista disso, os biossurfactantes apresentam ampla aplicação, desde produtos alimentícios e cosméticos, até na biorremediação de ambientes impactados, sendo que alguns tipos estão diretamente ligados a remoção de petróleo e seus derivados de ambientes contaminados (BICCA; FLECK; AYUB, 1999, SILVA et al, 2003). De acordo com Colla e Costa (2003) as propriedades funcionais dos biossurfactantes, tais como emulsificação, demulsificação, separação, solubilização e redução da tensão superficial, determinam a aplicabilidade dos mesmos.

Destarte, o presente trabalho teve como objetivo principal desenvolver uma revisão sistemática da literatura com o intuito de avaliar as principais espécies bacterianas produtoras de biossurfactantes, bem como as possíveis aplicações de tais compostos, para que se fosse possível selecionar espécies bacterianas depositadas na Coleção Microbiológica de Interesse Biotecnológico – CMIB da UTFPR Ponta Grossa com esse potencial.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste estudo, primeiramente foi realizada uma revisão sistemática da literatura com base na literatura das principais espécies bacterianas reconhecidamente produtoras de biossurfactantes. Para tanto utilizou-se a base de dados Scopus (<https://www.scopus.com/>) para buscar artigos publicados nos últimos 10 anos apenas em revistas, utilizando as palavras chaves “*biosurfactant*”, “*bacteria*” e “*application*”. Na busca realizada tais palavras chaves deveriam estar presente em “*Title, Abstract, Keywords*”. Com os dados obtidos desta busca um gráfico foi gerado para demonstrar a evolução das pesquisas com biossurfactantes.

Para o desenvolvimento de uma segunda análise e com o finalidade de refinar a pesquisa realizada, foram selecionados os artigos publicados no formato “*open access*” para avaliar as aplicações dadas aos biossurfactantes e as espécies bacterianas mais prevalentes. A partir do levantamento destes dados outros dois gráficos foram elaborados para expressar os resultados.

Após a revisão sistemática de literatura realizou-se a seleção das linhagens

bacterianas com potencial para produção de biossurfactantes depositadas na Coleção Microbiológica de Interesse Biotecnológico – CMIB para futuras aplicações.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca sistemática resultou em 423 artigos publicados em revistas. Com estes dados foi gerado o gráfico da figura 1 que demonstra a evolução dos trabalhos desenvolvidos com biossurfactantes. Analisando o gráfico, fica evidente que o conhecimento e pesquisas sobre biossurfactantes desenvolvidos a partir de bactérias tem aumentado significativamente desde 2009.

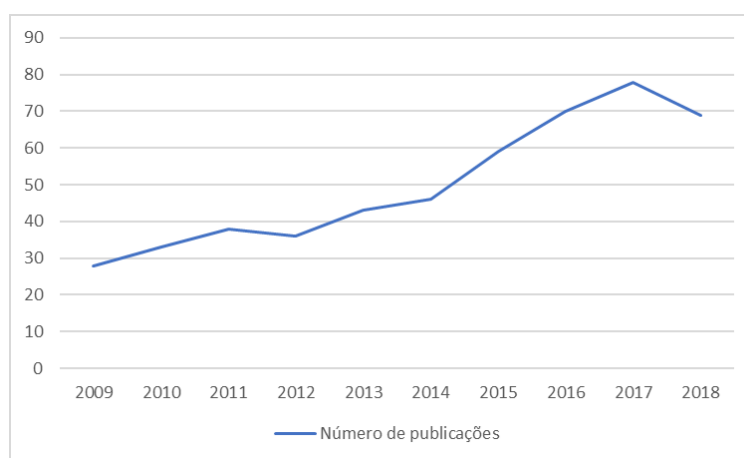


Figura 1 - Artigos Publicados sobre o tema biossurfactantes no período de 2009 a 2018.

Fonte: *Scopus* (2019)

Com o objetivo de refinarmos a pesquisa, selecionou-se para avaliar apenas os artigos no formato “*open access*”, o que resultou em 90 artigos. Deste resultado, 10 artigos foram excluídos da análise por se tratarem de artigos de revisão sobre o assunto assim como outros 12 artigos que se tratavam de trabalhos com enfoque diferentes dos propostos para este trabalho. Destes 12 trabalhos, dois eram estudos de design “*in silico*” de bactérias para produção de biossurfactantes, três de produção de biossurfactantes por consórcios microbianos (leveduras, fungos filamentosos e bactérias) e outros cinco de bioprospecção de biossurfactantes por metagenômica. Ainda outros dois artigos foram excluídos da análise por não terem realizado a identificação molecular das bactérias produtoras dos biossurfactantes testados.

Os 90 artigos foram avaliados com o intuito de verificar a aplicação dada aos biossurfactantes produzidos e as espécies bacterianas prevalentes. Ao final foram mantidos neste estudo 68 artigos e os gráficos das figuras 2 e 3 foram construídos a partir da análise dos dados obtidos destes artigos.

O gráfico da figura 2 mostra a número de artigos publicados para cada aplicação dos biossurfactantes. Cerca de oito artigos analisados encontraram mais

de uma aplicação para os biossurfactantes avaliados e testados. A partir da análise do gráfico é possível observar que os resultados referentes às aplicações dos biossurfactantes foram divididos em quatro grupos principais. Das aplicações dadas aos biossurfactantes, a maior parte dos trabalhos avaliados (n=35) testou o potencial de biorremediação dos compostos encontrados.

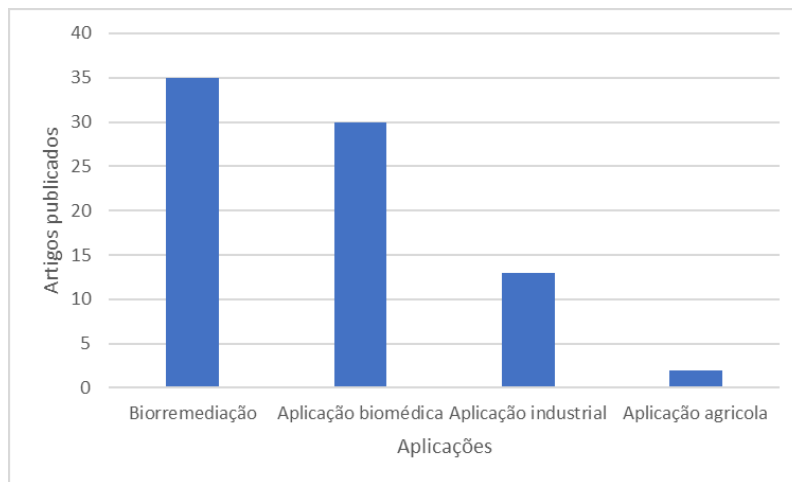


Figura 2 – Aplicações dos biossurfactantes nos artigos publicados

Fonte: *Scopus* (2019)

Em relação a prevalência dos gêneros microbianos aplicados na produção de biossurfactantes, verificou-se que o gênero bacteriano *Bacillus* (n=26) foi o mais empregado nos artigos avaliados seguido do gênero *Pseudomonas* (n=18) (Figura 3). As espécies mais relatadas pertencentes a estes gêneros foram *Pseudomonas aeruginosa* e *Bacillus subtilis*. Através do gráfico construído podemos verificar que uma grande parcela dos gêneros bacterianos foram classificados como outros (n=36).

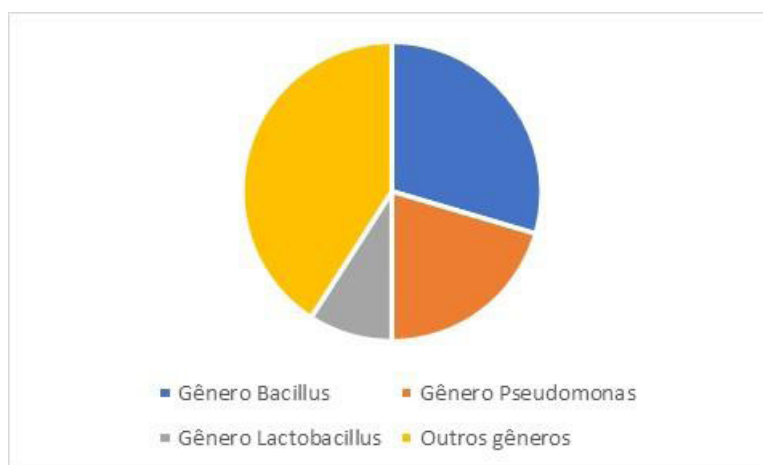


Figura 3 – Gêneros microbianos prevalentes na produção de biossurfactantes

Fonte: *Scopus* (2019)

Com dados referentes aos principais gêneros bacterianos produtores de biossurfactantes, realizamos uma pesquisa no banco da Coleção Microbiológica de Interesse Biotecnológico com finalidade de encontramos algumas das espécies encontradas com a revisão sistemática. A pesquisa no banco de dados da CMIB foi possível verificar que três linhagens pertenciam as espécies encontradas na pesquisa sistemática, tais como, *Bacillus subtilis*, *Bacillus* sp. e *Pseudomonas aeruginosa*. Com os dados em mãos realizamos uma busca no repositório de trabalhos acadêmicos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e observamos que tais linhagens já haviam sido utilizadas anteriormente para a produção caracterização e aplicação de biossurfactantes no trabalho de Montibeller em 2014. Tal estudo, indicou que o biossurfactante produzido pela espécie *P. aeruginosa* foi o que apresentou maior índice de emulsificação.

O estudo do tema biossurfactantes se justifica por inúmeros fatores, uma vez que apresentam uma ampla aplicabilidade (alimentos, cosméticos, controle biológico de pragas), bem como pela sua baixa toxicidade e biodegradabilidade, além da possibilidade de serem produzidos através do uso de diferentes tipos de substratos renováveis (NITSCHKE, PASTORE, 2002, SILVA et al. 2015).

Em um estudo de revisão sobre obtenção e caracterização de biossurfactantes, Colla e Costa (2003) relatam que a longo prazo os biossurfactantes passarão a serem produzidos em grande escala, em substituição dos surfactantes químicos, principalmente para aplicação em processos de biorremediação, mas ponderam que faz-se necessário o desenvolvimento de tecnologias que permitam tal produção e a um baixo custo. Uma alternativa para redução de custos seria a utilização de fontes renováveis e de baixo custo pela utilização de resíduos agroindustriais (ALMEIDA, 2002).

Como observado anteriormente, são inúmeras as aplicações dos biossurfactantes, e dentre elas a mais pesquisada tem sido a biorremediação, uma ferramenta de grande potencial e que tem se mostrado eficiente para o tratamento de poluentes tóxicos em diferentes ambientes com um custo considerado razoável (HASSAM et al., 2014). Atualmente, diversos trabalhos tem demonstrado a aplicabilidade destes compostos na biorremediação de locais contaminados com metais pesados tóxicos como urânio, cádmio e chumbo (NITSCHKE; PASTORE, 2002).

A aplicação dos biossurfactantes não se restringe apenas a indústria petrolífera e biorremediação de compostos. Outra aplicação muito importante dos biossurfactantes tem sido a na área biomédica, que inclui a produção de agentes antimicrobianos e também com atividade anticancerígena (SHARMA et al., 2014; SILVA et al. 2015). Atualmente a multirresistência aos antimicrobianos tem se tornado um problema emergente no mundo todo e a bioprospecção de novos compostos com tal atividade tem se tornado de suma importância.

Os membros do gênero *Bacillus*, pertencente à família *Bacillaceae*, e

compreendem bactérias aeróbicas, gram-positivas, formadoras de esporos, em forma de bastonete (WANG, ASH, 2015). O gênero abriga inúmeras espécies tendo sido contabilizadas mais de 140 espécies (WANG, 2010). As espécies do gênero *Bacillus* tem sido descritas como produtoras de biosurfactantes lipoprotéicos como iturina, fengicina, liquenisina, micosubtilisina, bacilomicina e surfactina, os quais possuem atividades antibióticas (BARROS et al., 2007). A espécie *Bacillus subtilis* caracteriza-se por não ser patogênico, produtor de ácido acético e sendo ser frequentemente isolado no solo (MAZZA, 1994). Tal espécie têm sido descrita como produtora de surfactina, um lipopeptídeo (VILAS-BÔAS; PERUCA; ARANTES, 2007). A espécie *B. thuringiensis* apresenta um amplo complexo enzimático, o que lhe permite utilizar uma variedade de substratos e têm sido amplamente utilizado no controle biológico de insetos (VILAS-BÔAS; PERUCA; ARANTES, 2007). Um estudo realizado por Santos et al. 2019 relata a produção de biosurfactantes por espécies pertencentes ao gênero *Bacillus* tendo como substrato a cana de açúcar.

O gênero *Pseudomonas*, pertence à família Pseudomonadaceae, e atualmente contém cerca de 144 espécies descritas (GOMILLA et al., 2015). A espécie *P. aeruginosa* apresenta-se como bastonete gram-negativo reto ou ligeiramente curvo, aeróbio estrito, podendo ser observado como células isoladas, aos pares, ou em cadeias curtas, revelando mobilidade através de flagelo polar (POLLACK, 1995). Inúmeros estudos realizados linhagens de *Pseudomonas* spp. demonstraram o seu potencial na produção de biosurfactantes, formação de biofilmes e degradação de petróleo e seus derivados (BARATHI et al., 2001).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na presente revisão sistemática observamos que os biosurfactantes são produzidos por uma diversa gama de espécies bacterianas e com aplicações diversas, sendo a principal aplicação encontrada a biorremediação. As principais espécies aplicadas pertencem aos gêneros *Pseudomonas* e *Bacillus*, e tem sido as mais amplamente utilizadas para a produção de diferentes tipos biosurfactantes. Ressaltamos que a revisão bibliográfica sistemática desenvolvida neste estudo foi um importante fator para a seleção das linhagens de *Bacillus subtilis*, *Bacillus* sp. e *Pseudomonas aeruginosa* depositadas na Coleção Microbiológica de Interesse Biotecnológico da UTFPR/PG a serem utilizadas em projetos de pesquisa dentro da mesma instituição.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à CAPES, CNPq e a Fundação Araucária pelo suporte financeiro concedido para o desenvolvimento deste trabalho, bem como

ao programa PNPB pela concessão de bolsa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Luciana de. **Gestão da coleção microbiológica de interesse biotecnológico na UTFPR Ponta Grossa**. 2018. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

ARANTES, O. M. N.; VILAS-BÔAS, L. A.; VILASBÔAS, G. F. L. T. **Bacillus thuringiensis: estratégias no controle biológico**. In: SERAFINE, L. A.; BARROS, N. M.; AZEVEDO, J. L. (Org.). Biotecnologia: avanços na agricultura e na agroindústria. Caxias do Sul: Agropecuária, 2002. p. 269-293.

BARATHI, S.; VASUDEVAN, N. **Utilization of Petroleum hydrocarbons by Pseudomonas fluorescens isolated from petroleum contaminated soil**. *Environ. Inter.*, 26, 5-6, 413-416, 2001.

BARROS, F. F. C.; **Surfactina: propriedades químicas, tecnológicas e funcionais para aplicações em alimentos**, *Quím. Nova* 2007. Vol. 30 no.2 Acesso em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000200031>. Acesso em: 16 de Fev. de 2019.

BICCA, F. C.; FLECK, L. C.; AYUB; M. A. Z. **Production of biosurfactant by hydrocarbon degrading Rhodococcus ruber and Rhodococcus erythropolis**. *Revista de Microbiologia*, 30:231-236, 1999.

CAMEOTRA, S. S. **Preservation of microorganisms as deposits for patent application**. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 353, 2007, 849-850.

CANHOS, V. P.; MANFIO G. P.; **Recursos Microbiológicos para Biotecnologia, Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA)**, 2015

CAPALBO; VILAS-BÔAS; ARANTES. **Bacillus thuringiensis: características gerais e fermentação**, Seminário: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 4, p. 945-958, 2010.

CHIES, Vivian. **Indústrias investem na biotecnologia**. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28622890/industrias-investem-na-biotecnologia>>. Acesso em: 18 mai. 2019.

COLLA, L. M.; COSTA, J. A. V. Obtenção e Aplicação de Biosurfactantes. *Vetor*, 13:85- 103, 2003.
GLARE, T. R.; O'CALLAGHAN, M. **Bacillus thuringiensis biology, ecology and safety**. Chichester: John Wiley & Sons, 2000, 350 p.

GOMILA, M., PEÑA A, MULET, M., LALUCAT, J., GARCÍA-VALDÉS, E. **Phylogenomics and systematics in Pseudomonas**. *Front. Microbiol.*, v. 6, p.1-13, 2015.

HABIB, M. E. M.; ANDRADE, C. F. S. **Bactérias entomopatogênicas**. In: ALVES, S. B. (Coord.). **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: Manole, 1986. p. 130-140.

MAKKAR, R. S., CAMEOTRA, S.S. **Biosurfactant production by a thermophilic Bacillus subtilis strain**. *Journal of Industrial Biotechnology*, v.18, p.37-42, 1997.

MAZZA P. **The use of Bacillus subtilis as an antidiarrhoeal microorganism**. *Bollettino Chimico Farmaceutico*, n.133, p.3-18, 1994.

MONTIBELLER, M. J. **Produção, caracterização e aplicação de biosurfactante obtido por cepas de Bacillus subtilis, Bacillus sp. e Pseudomonas aeruginosa para aplicação em emulsão de**

clara de ovo. 2014. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2014.

MORAES, I. O.; CAPALBO, D. M. F.; ARRUDA, R. O. M. **Produção de bio inseticidas**. In: LIMA. U.A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. (Coord.). *Biotecnologia industrial: processos fermentativos e enzimáticos*. Porto Alegre: Edgar Blücher, v. 3, 2001. p. 245-265.

NITSCHKE, M.; PASTORE, G. M. **Biossurfactantes: propriedades e aplicações**. *Química Nova*, v.25, n.5, p.772-776, 2002.

POLLACK, M. *Pseudomonas aeruginosa*. In: Mandell, D.; Benneths, J.; Dolin, R. (eds.). **Principles and practice of infections diseases**, 1995.

SANTOS, E. C. L.; MIRANDA, D. A. R.; SILVA, A. L. S., LOPEZ, A. M. Q. Biosurfactant Production by *Bacillus* strains isolated from sugar cane mill wastewaters. *Braz. arch. biol. technol.*[online]. 2019, vol.62

SHARMA, R.; NANDNI, D.; MAHAJAN, R.K. **Interfacial and micellar properties of mixed systems of tricyclic antidepressant drugs with polyoxyethylene alkyl ether surfactants**. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, v.451, p.107-116, 2014.

SILVA, F. S.; CRAPEZ, M. A. C.; BISPO, M. G.S; KREPSKY, N.; FONTANA, L. F.; PIMENTA, A. L.; SAVERGNINI, F.; VASCONCELOS, M. A.; TEIXEIRA, V. L. **Produção de surfactante por bactérias coletadas em três substratos marinhos**. 2º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, 2003.

SILVA, L. A.; FERREIRA, Y. K.; PRADO, A. A. O. S.; SILVA, D. P.; RUZENE, D. S. **Perspectivas e aplicações de agentes surfactantes**. In: VII Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe, 2015.

SOLA, C. M.; Oliveira, A. P. ; Feistel J. C. ; Rezende, C. S. M.; **Manutenção de microrganismos: conservação e viabilidade**. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia*, v.8, N.14; p. 1398, 2012.

VILAS-BÔAS, G. T.; PERUCA, A. P. S.; ARANTES, O. M. N. **Biology and taxonomy of *Bacillus cereus*, *Bacillus anthracis* and *Bacillus thuringiensis***. *Canadian Journal of Microbiology*, Ottawa, v. 53, n. 1, p. 673-687, 2007.

WANG, A., ASH, G. J. **Whole Genome Phylogeny of *Bacillus* by Feature Frequency Profiles (FFP)**. *Sci. Rep.* **5**, 13644; doi: 10.1038/srep13644 (2015).

ZHAO, Z.; SELVAM, A. Synergistic effect of thermophilic temperature and biosurfactant produced by *Acinetobacter calcoaceticus* BU03 on the biodegradation of phenanthrene in bioslurry system. **Journal of Hazardous Materials**, v. 190, p. 345–350, 2011.

SOBRE OS ORGANIZADORES:

TAYRONNE DE ALMEIDA RODRIGUES Filósofo e Pedagogo, Especialista em Docência do Ensino Superior, e Biodiversidade pela Faculdade Entre Rios do Piauí. Atualmente desenvolve pesquisas em torno do ser responsável com referência no princípio responsabilidade de Hans Jonas. Estuda as análises atuais, que se concentram na educação ambiental como saber filosófico para a construção de uma sociedade pautada no desenvolvimento sustentável. Nas ciências do meio ambiente investiga impactos ambientais recorrentes em áreas do semiárido e o estudo do saber tradicional através do uso fitoterápico das plantas medicinais por comunidades locais. Atuou em eventos no Cariri Cearense como debatedor, organizador e palestrante. Publica ativamente os resultados de suas pesquisas em revistas e jornais regionais e nacionais, utilizando-se destes meios para o compartilhamento e difusão das descobertas científicas. *Email: tayronnealmeid@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9378-1456>*

JOÃO LEANDRO NETO: Filósofo. Pedagogo. Especialista em Docência do Ensino Superior e Gestão Escolar. Estudou arte italiana com ligação na Scuola di Lingua e Cultura - Itália Publicou trabalhos em eventos científicos, com temas relacionados a pesquisa na construção de uma educação valorizada e coletiva. Convidado a ser debatedor em mesas redondas, com temas como: filosofia no ensino médio, diálogos em torno do pensamento de Santo Agostinho de Hipona, filosofia e educação em Platão, ética e contemporaneidade. Atualmente se dedica a pesquisar sobre métodos e comodidades de relação investigativa entre a educação no ensino médio e o processo do aluno investigador na Filosofia, trazendo discussões como o negro e seu emponderamento educacional, a educação acessível, os processos educacionais, e as relações educação-docente na construção de um futuro capaz de perceber a importância do compartilhamento de função. Amante da poesia nordestina com direcionamento as condições históricas do resgate e do fortalecimento da cultura do Cariri, se dedica a pesquisar processos históricos regionais. *Email: joaoleandro@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1738-1164>*

ÍNDICE REMISSIVO

B

Biocorrosão 69, 78

Biossurfactantes 93, 100, 101

C

Citricultura 6, 1, 20

Coleção Microbiológica 94, 95, 96, 98, 99

D

Distocia 23

E

Enterobacteriaceae 68, 69, 75, 76, 77

F

Fungicultura 29

I

Impactos Ambientais 6, 1, 20

M

Monitoramento Ambiental 79

P

Produção Agrícola 2, 5

Puberdade 63

R

Reprodução 23, 27, 55, 63

S

Saúde 48, 50

Substrato 29

SUFRAMA 7, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 90, 91, 92

T

Testículos 63

Touros 64

V

Valoração Econômica 6, 1, 5, 20

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-557-0

