

Adriane Theodoro Santos Alfaro  
Daiane Garabeli Trojan  
(orgs)

# Descobertas das Ciências Agrárias e Ambientais 2



**Adriane Theodoro Santos Alfaro  
Daiane Garabeli Trojan  
(Organizadoras)**

## **DESCOBERTAS DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS 2**

---

Atena Editora  
2017

2017 by Adriane Theodoro Santos Alfaro e Daiane Garabeli Trojan

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Edição de Arte e Capa:** Geraldo Alves

**Revisão:** Os autores

#### **Conselho Editorial**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto (UFPEL)

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho (UnB)

Prof. Dr. Carlos Javier Mosquera Suárez (UDISTRITAL/Bogotá-Colombia)

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior (UEPG)

Prof. Dr. Gilmei Francisco Fleck (UNIOESTE)

Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza (UEPA)

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa (FACCAMP)

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior (UFAL)

Profª Drª Adriana Regina Redivo (UNEMAT)

Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall'Acqua (UNIR)

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson (UTFPR)

Profª Drª Ivone Goulart Lopes (Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatric)

Profª Drª Lina Maria Gonçalves (UFT)

Profª Drª Vanessa Bordin Viera (IFAP)

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

D448

Descobertas das ciências agrárias e ambientais 2 / Organizadoras Adriane Theodoro Santos Alfaro, Daiane Garabeli Trojan. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2017.  
328 p. : il. ; 10.233 kbytes

Formato: PDF

ISBN 978-85-93243-35-6

DOI 10.22533/at.ed.3562508

Inclui bibliografia

1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária - Brasil. I. Alfaro, Adriane Theodoro Santos. II. Trojan, Daiane Garabeli. III. Título.

CDD-630

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

2017

Proibida a reprodução parcial ou total desta obra sem autorização da Atena Editora

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

E-mail: [contato@atenaeditora.com.br](mailto: contato@atenaeditora.com.br)

## Apresentação

Descobertas das Ciências Agrárias e Ambientais – Vol. 2 aborda os desafios para a sociedade em relação aos problemas ambientais que se inter relacionam com a questão econômica.

Mesmo a agricultura sendo uma ciência milenar, com ensinamentos passados entre gerações, movedora de inúmeros artigos acadêmicos, sendo estudada permanentemente entre as mais notórias instituições no mundo inteiro, nos parece que isso tudo ainda é insuficiente.

Quando alguns profissionais pensam que detém todo o conhecimento necessário para domar os seus fundamentos, vem a agricultura e muda o jogo, e faz seus profissionais buscarem outros e novos caminhos, para solucionar seus problemas, para potencializar suas ações.

O que esta edição se propõe é demonstrar para nossos leitores a grandeza da agricultura e faze-los enxergar soluções inovadoras, que resolvam problemas, dores latentes na cadeia agrícola, substituindo soluções fracassadas, equivocadas ou ineficientes.

Entendemos que temos como princípio oferecer oportunidades melhores, do que as que recebemos quando nós sentamos nos bancos escolares. E pensamos assim porque sabemos que está em nossas mãos criar informações que a agricultura e que o mercado agrícola precisa e merece ter.

E para isso ficar recebendo informações mastigas não é suficiente. Nunca foi. Precisamos aprender a buscar alimento na forma de informação. Precisamos saber transformar informação em resultado. Precisam transformar problemas em soluções. Precisam ser *high stakes*. E é essa proposta de valor que queremos compartilhar nessa edição.

O país trilha rumo ao progresso e tem que passar obrigatoriamente pelo desenvolvimento sustentável. Neste contexto, esta obra reúne o trabalho árduo de pesquisadores que buscam a transformação do século XXI, pois apresentam alternativas analíticas e estratégicas para um novo cenário sócio econômico ambiental.

Assim, esperamos que esta obra possa colaborar e estimular mais pesquisadores a transformar o século XXI através de um aparato científico-tecnológico que possa dar suporte ao nosso estilo de vida, com alto nível de conforto e com comprometimento da qualidade ambiental do nosso planeta.

*Adriane Theodoro Santos Alfaro*

*Daiane Garabeli Trojan*

## SUMÁRIO

Apresentação.....	03
<b><u>CAPÍTULO I</u></b>	
A APLICAÇÃO DE GESSO NO SOLO E A APLICAÇÃO DE K, S E MO FOLIAR NA CULTURA DO MILHO <i>Eloisa Lorenzetti, Juliano Tartaro, Vanessa de Oliveira Faria, Alfredo Alves Neto, Danielle Mattei e Nicanor Pilarski Henkemeier.....</i>	08
<b><u>CAPÍTULO II</u></b>	
ADAPTAÇÃO DE UMA SEMEADORA-ADUBADORA PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA <i>IN SITU</i> NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO <i>Marcelo Queiroz Amorim, Carlos Alessandro Chioderoli, Elivânia Maria Sousa Nascimento, Jean Lucas Pereira Oliveira, Daniel Albiero e José Evanaldo Lima Lopes.....</i>	28
<b><u>CAPÍTULO III</u></b>	
ADUBAÇÃO NITROGENADA EM SOJA: UM ESTUDO SOBRE POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES <i>Artur Sousa Silva, Larisse Pinheiro Schmid, Jeissica Taline Prochnow, Lariza Lustosa de Oliveira e Thiago Henrique Gurgel Martins.....</i>	39
<b><u>CAPÍTULO IV</u></b>	
AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS EXTRACELULARES POR ISOLADOS DO FUNGO PYCNOPORUS SANGUINEUS EM DIFERENTES MEIOS DE CULTIVO <i>Omari Dangelo Forlin Dildey, Simone Castagna Angelim Costa, Irineia Paulina Baretta, Aline Maiara Lorenzetti, Bruna Broti Rissato, Cristiane Cláudia Meinerz e Roberto Luiz Portz.....</i>	47
<b><u>CAPÍTULO V</u></b>	
AVALIAÇÃO DE UM MODELO DE COLETOR SOLAR CONSTRUÍDO COM GARRAFAS PET PARA SECAGEM DE PRODUTOS AGRÍCOLAS <i>Arlindo Fabrício Corrêia, Armin Feiden, Antônio Cesar Godoy, Jair Antonio Cruz Siqueira e Carlos Eduardo Camargo Nogueira.....</i>	57
<b><u>CAPÍTULO VI</u></b>	
BACTÉRIAS FITOPATOGÊNICAS: MEMBRANA E SISTEMAS DE SECREÇÃO <i>Eloisa Lorenzetti, Eliana Peliçon Pereira Figueira, Maria Cristina Copello Rotili, Anderson Luis Heling, Jeferson Carlos Carvalho e Odair José Kuhn.....</i>	72

## CAPÍTULO VII

COINOCULAÇÃO DE *Rhizobium tropici* E *Azospirillum brasiliense* VISANDO A SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO DO FEIJÓEIRO EM SOLO ARENOSO DO CERRADO

Fábio Steiner, Alan Mario Zuffo, Arnaldo Cintra Limede e Carlos Eduardo da Silva Oliveira.....86

## CAPÍTULO VIII

CONCENTRAÇÕES DOS ÍONS AMÔNIO E NITRATO NO CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS

Janderson do Carmo Lima, Uasley Caldas de Oliveira, Aline dos Anjos Souza, Mariana Nogueira Bezerra e Anacleto Ranulfo dos Santos.....105

## CAPÍTULO IX

CONTROLE DE DOENÇAS EM VIVEIRO FLORESTAL POR RIZOBACTÉRIAS E RESIDENTES DE FILOPLANO

Ana Claudia Spassin, Alexandre Techy de Almeida Garrett e Flávio Augusto de Oliveira Garcia.....116

## CAPÍTULO X

CONTROLE *IN VITRO* DE *PHYTOPHTHORA CITRICOLA* POR DIFERENTES ISOLADOS DE *TRICHODERMA* spp.

Omari Dangelo Forlin Dildey, Karen Cristine Backes Barichello, Cristiane Cláudia Meinerz, Bruna Broti Rissato, Nicanor Pilarski Henkemeier, Laline Broetto, Odair José Kuhn e Claudio Yuji Tsutsumi.....135

## CAPÍTULO XI

CONTROLE *IN VITRO*, *IN VIVO* E PÓS COLHEITA DA ANTRACNOSE EM MORANGUEIRO

Lana Paola da Silva Chidichima, Eduardo Fernandes Polvani, Marlon Akiyama Ribas, Márcia de Holanda Nozaki, Camila Hendges e Maria José Biudes Rodrigues.....147

## CAPÍTULO XII

EFEITO ALELOPÁTICO DE EXTRATOS AQUOSOS DE CRAMBE (*Crambe abyssinica*) SOBRE O DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PICÃO- PRETO (*Bidens pilosa*).

Silene Tais Brondani e Ana Paula Moraes Mourão Simonetti.....161

## CAPÍTULO XIII

ÉPOCAS DE SEMEADURA DE GENÓTIPOS DE CANOLA (*Brassica napus* L. var. oleifera) EM TRÊS ANOS DE CULTIVO NO ESTADO DA PARAÍBA

Roberto Wagner Cavalcanti Raposo, Gilberto Omar Tomm, Samuel Inocêncio Alves da Silva e Annie Evelyn Souto Raposo.....169

## CAPÍTULO XIV

ESTIMATIVA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO NO TOMATEIRO TIPO GRAPE

*Gabriel Siqueira Tavares Fernandes , Edivania de Araujo Lima, Joana D'arc Mendes Vieira , Daniela Vieira Chaves, Lucas Carvalho Soares e Poline Sena Almeida.....176*

## CAPÍTULO XV

EXTRATO DE SEMENTE DO ABACATE PARA INDUÇÃO DA FITOALEXINA GLICEOLINA EM COTILÉDONES DE SOJA

*Vanessa de Oliveira Faria, José Renato Stangarlin, Eloisa Lorenzetti, Jonathan Fernando Varoni, Carla Rosane Kosmann, Juliana Yuriko Habtzreuter Fujimoto, Sidiane Coltro-Roncato e Omari Dangelo Forlin Dildey.....183*

## CAPÍTULO XVI

FERTILIZANTE ORGANOMINERAL NO DESEMPENHO AGRONÔMICO E PRODUTIVIDADE DE FEIJÃO APLICADO NO SULCO DE PLANTIO

*Eli Carlos de Oliveira, José Roberto Pinto de Souza, Luiz Henrique Campos de Almeida e Adilson Luiz Seifert.....190*

## CAPÍTULO XVII

FLAGELO BACTERIANO

*Anderson Luis Heling, Jeferson Carlos Carvalho, Eloisa Lorenzetti, Odair José Kuhn, Eliana Peliçon Pereira Figueira e Maria Cristina Copello Rotili.....198*

## CAPÍTULO XVIII

INDUÇÃO DE FITOALEXINA EM FEIJOEIRO PELAS SOLUÇÕES HOMEOPÁTICAS PHOSPHORUS E CALCAREA CARBONICA

*Bruna Broti Rissato, Omari Dangelo Forlin Dildey, Edilaine Della Valentina Gonçalves-Trevisoli, Laline Broetto, Sidiane Coltro-Roncato e José Renato Stangarlin.....206*

## CAPÍTULO XIX

INOCULAÇÃO E APLICAÇÃO FOLIAR DE MOLIBDÊNIO EM AMENDOIM CULTIVADO EM ÁREA DE PASTAGEM DEGRADADA

*Mateus Vieira Trevisan, Fábio Steiner, Alan Mario Zuffo, Arnaldo Cintra Limede e Carlos Eduardo da Silva Oliveira.....214*

## CAPÍTULO XX

METODOLOGIA PARA DELIMITAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) DE ENCOSTAS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA

*Luciano Cavalcante de Jesus França, João Batista Lopes da Silva, Danielle Piuzana Mucida, Gerson dos Santos Lisboa, José Wellington Batista Lopes, Samuel José Silva Soares da Rocha e Vicente Toledo Machado de Moraes Júnior.....234*

## CAPÍTULO XXI

MODELO DESCRIPTIVO DA RELAÇÃO ENTRE O PIB E A PRODUÇÃO DE SOJA NO ESTADO DO PARANÁ

*Genilso Gomes de Proença, Matheus de Lima Goedert, Ivan Coltro e Silvana Ligia Vincenzi e Carla Adriana Pizarro Schmidt.....* 248

## CAPÍTULO XXII

RELAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR COM O TEOR DE CLOROFILA NO TOMATEIRO

*Gabriel Siqueira Tavares Fernandes , Edivania de Araujo Lima , Joana D'arc Mendes Vieira , Daniela Vieira Chaves , Adalberto Carvalho Trindade e Victor Alves Brito.....* 258

## CAPÍTULO XXIII

Trichoderma sp. COMO BIOPROTECTOR DE SEMENTES E PLÂNTULAS DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris L.*) CULTIVADAS EM SOLO INFESTADOS COM *Macrophomina phaseolina*

*Laline Broetto, Omari Dangelo Forlin Dildey, Sidiane Coltro-Roncato, Bruna Broti Rissato, Alice Jacobus de Moraes e Odair José Kuhn.....* 264

## CAPÍTULO XXIV

VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM EM TAXA FIXA E VARIÁVEL

*João Henrique Gerardi Pereira, Douglas Wrubleski de Carvalho, Arlindo Fabrício Corrêia, Gustavo Ferreira Coelho, André Luis Piccin e Arlen Roberto Bassi.....* 274

## CAPÍTULO XXV

APLICAÇÃO DE ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS E GENOTOXICOLÓGICOS UTILIZANDO *Daphnia magna* E *Eisenia andrei* COMO BIOINDICADORES EM SOLOS DE CULTIVO DE TABACO ORGÂNICO E CONVENCIONAL, MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DO SUL, RS, BRASIL

*Daiane Cristina de Moura, Alexandre Rieger e Eduardo Alcayaga Lobo.....* 288

*Sobre as organizadoras.....* 309

*Sobre os autores.....* 310

## **CAPÍTULO XVII**

### **FLAGELO BACTERIANO**

---

Anderson Luis Heling  
Jeferson Carlos Carvalho  
Eloisa Lorenzetti  
Odair José Kuhn  
Eliana Pelicon Pereira Figueira  
Maria Cristina Copello Rotili

## FLAGELO BACTERIANO

**Anderson Luis Heling**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Marechal Cândido Rondon - Paraná

**Jeferson Carlos Carvalho**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Marechal Cândido Rondon - Paraná

**Eloisa Lorenzetti**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Marechal Cândido Rondon - Paraná

**Odair José Kuhn**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Marechal Cândido Rondon - Paraná

**Eliana Peliçon Pereira Figueira**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Marechal Cândido Rondon - Paraná

**Maria Cristina Copello Rotili**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Marechal Cândido Rondon – Paraná

**RESUMO:** O flagelo bacteriano, apesar de sua grande importância para o desenvolvimento bacteriano e consequentemente para a patogenicidade, ainda é pouco conhecido e estudado. Esta estrutura é resultado de um longo processo evolutivo, que se desenvolveu ao longo de milhares de anos. O flagelo pode ser considerado como sendo um nano-motor da célula bacteriana, o que dá mobilidade a célula bacteriana, além disto também é um sensor mecânico que detecta alterações no ambiente. O flagelo bacteriano é constituído por três partes: um filamento grosso e longo, que constitui a parte exterior; o gancho, visto como um elo flexível entre o exterior e a parte interior; e a parte interior, que é o próprio motor. Esta estrutura bacteriana trata-se de um importante fator de virulência na patogênese bacteriana, desempenhando um papel de grande importância nos processos de colonização, penetração adesão ou invasão bem como exploração para a competição com a microbiota nativa. O flagelo bacteriano é um motor rotativo reversível, alimentado por uma diferença de potencial eletroquímico de íons específicos, através da membrana citoplasmática. O flagelo é um dos primeiros critérios para a classificação bacteriana, podendo esta ser classificado como sendo atríquea, monotríquea, lofotríquea, peritríquea ou anfítríquea.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bactérias; Flagelo; Nano-motor bacteriano.

### 1. PRIMEIROS RELATOS

No ano de 1676 o pesquisador Antony van Leeuwenhoek observou através

de microscópio uma gota de água e descreveu minúsculas partículas vivas se movendo entre si, mas sem saber o que observava possivelmente este é o primeiro relato de flagelo bacteriano, em que o autor descreve que estas partículas possuíam “patas” (BERG, 1975 apud MACNAB, 1999).

O primeiro relato conhecido a respeito do flagelo bacteriano (em que se constatou que se observavam bactérias) ocorreu por volta de 1877, na ocasião, Thomas Jonathan Burril observou minúsculas partículas “nadantes” (estas partículas causam fogo bacteriano na pereira, maçã e marmelo), inicialmente o autor descreve estas partículas sendo fungos, em 1880 corrige o erro e descreve a bactéria como o agente causal da doença. Descobriu-se a possibilidade de movimento das bactérias, mas não se sabia como se dava esta movimentação ou quais estruturas seriam responsáveis por ela (GLAWE, 1992).

Relatos recentes sobre o flagelo bacteriano foram registrados a mais de três décadas, no entanto, muito de sua estrutura e funcionamento desta ainda estão por serem elucidados (CHALMEAU, et al. 2009).

Nos últimos anos as pesquisas sobre a bactéria e sobre o flagelo (evolução, funções, constituição e classificação), têm sido pesquisadas com maior intensidade e vem desenvolvendo novos conhecimentos sobre a importância desta estrutura para a bactéria (VÉGH et al. 2006; CHALMEAU, et al. 2009; EVANS, et al. 2014; MINAMINO e IMADA 2015).

## 2. EVOLUÇÃO

O flagelo bacteriano é resultado de um longo processo evolutivo, que se desenvolveu ao longo de alguns milênios (EVANS, et al. 2014).

De acordo com Belyakov et al. (2012) na maioria das eubactérias, em que a flagelina é glicosilada, há interação ativa com vários macrorganismos, deste modo, sugerindo que esta modificação pós-tradução é uma forma de adaptação utilizada pelas bactérias, as quais se ligam em simbiose com organismos eucarióticos.

## 3. O QUE É?

O flagelo bacteriano, considerado por muitos como um nano-motor da célula bacteriana, é uma das máquinas nano-biológica mais complexas encontradas na natureza (CHALMEAU, et al. 2009).

Conforme Végh et al. (2006), flagelos são as organelas de locomoção de bactérias, estas estruturas estendem-se desde o citoplasma para o exterior da célula, e são constituídas por três elementos estruturais principais, o corpo basal, o gancho, e o filamento.

O flagelo bacteriano também é um sensor mecânico que detecta alterações no ambiente, se a rotação flagelar é restringida através do aumento da viscosidade do meio, em seguida ocorre a diferenciação de células e a hiper-flagelação,

permitindo as células se moverem sobre a superfície de ágar, que é muito fortemente reticulado, para permitir as células a se deslocarem (MINAMINO; IMADA, 2015).

#### 4. COMO É?

Segundo Macnab (1999) o flagelo bacteriano é uma estrutura muito longa com cerca de 10 micróns e muito fino com cerca de 20 nm de diâmetro. Conforme Chalmeau, et al. 2009 o flagelo bacteriano pode ser dividido em três partes: um filamento grosso e longo, que constitui a parte exterior; o gancho, visto como um elo flexível entre o exterior e a parte interior; e a parte interior, que é o próprio motor.

Conforme Tanner et al. (2011) o flagelo é um sistema de automontagem, no corpo basal, que ancora o flagelo, um sistema de secreção do tipo III desdobra os monômeros de flagelina para dentro do canal, cada monômero adicionado desloca o seu vizinho na direção da ponta do filamento, a bomba de secreção fornece a força motriz para translocar todas as flagelinas no canal para a ponta em crescimento.

O flagelo pode ter seu movimento de rotação tanto no sentido horário, como também no sentido anti-horário. Conforme Park et al. (2011) isto ocorre devido a via de transdução de sinal, que traduz alterações temporais e químicas no ambiente, em diferentes níveis de atividade dos complexos de receptores de quitinase de histidina. A quinase, CheA, fosforila um regulador de resposta, CheY, na sua forma ativada CheY-P, que se liga a parte basal dos flagelos para induzir o sentido da rotação.

A montagem do flagelo bacteriano segue algumas regras em função de grandezas físicas, conforme postulado por Tanner et al. (2011), os postulados são os seguintes: 1) A pressão radial em que se desenrola a flagelina exerce contra a superfície do canal pressão que deve ser igual à pressão axial que ele exerce sobre os seus vizinhos proximal e distal; 2) A densidade da Atrito, é proporcional à pressão de flagelina; 3) A translocação de flagelina está em equilíbrio mecânico; 4) A pressão de flagelina na ponta flagellar é  $f_{tip}/\pi R^2$ ; 5) A pressão de flagelina é uma potência da densidade da flagellina; 6) Monómeros de flagelina são bombeados para dentro do canal a uma potência constante.

De acordo com Minamino e Imada (2015) o torque do motor é produzido por interações do rotor-estator, juntamente com os íons sequenciais em declive ( $H^+$  ou  $Na^+$ ).

#### 5. IMPORTÂNCIA PARA A BACTÉRIA

De acordo com Duan et al. (2013) o flagelo bacteriano é um importante fator de virulência na patogênese bacteriana, desempenhando um papel de grande

importância nos processos de colonização, penetração adesão ou invasão bem como exploração para a competição com a microbiota nativa, sendo o flagelo um bom modelo para investigação da interação bactéria-hospedeiro, visto que estes estão amplamente envolvidas nessas interações, mas algumas questões ainda estão sem elucidação como se os flagelos participam na adesão bacteriano ao hospedeiro de maneira direta por ligação a receptores da superfície da célula ou indiretamente através da ligação com outros mediadores.

O flagelo bacteriano possui uma arquitetura complexa sustenta de modo perfeito sua ação, atuando como um nanomotor rotativo que gira de modo livre, tanto em sentido horário como no sentido anti-horário, podendo chegar a velocidades de até 100 mil rpm (EVANS et al., 2014).

De acordo com Park et al. (2011) quando os flagelos giram no sentido anti-horário ocorre a formação de um feixe estável, que atua como uma hélice e a movimentação bacteriana se dá de maneira suave, já quando a rotação do flagelo ocorre no sentido horário a rotação desestabiliza a célula, o que induz os chamados tombos, causando uma trajetória embaralhada e desestabilizada da movimentação da célula bacteriana.

## 6. ESTRUTURA

A estrutura do flagelo bacteriano é de grande complexidade, sendo composta por cerca de 30 proteínas estruturais únicas, que variam em número de cópias, de algumas até dezenas de milhares, esta estrutura pode possuir até 60 nm de diâmetro e até 10 µm de comprimento, podendo pesar até cerca de 1 bilhão Da (CHABAN, et al., 2015).

Conforme Evans et al. (2014) subunidades flagelares sintetizadas no citoplasma da célula bacteriana tem de ser direcionada para a máquina de exportação da membrana e isto é conseguido, em parte, por sequências de sinal de exportação para o terminal N da subunidade.

A taxa de alongamento do flagelo *in vivo* decai exponencialmente com o comprimento, ao passo que a taxa de crescimento *in vitro* é constante (Tanner et al. 2011).

## 7. BOMBA DE SÓDIO

Berg (2003) descreve a bomba de sódio de *Escherichia coli*, com cerca de 45 nm de diâmetro, e formada por uma base de 20 peças, que desempenham o papel de produzir energia para girar o flagelo no sentido horário ou anti-horário, em resposta de um gradiente eletroquímico que seja favorável ou não para o seu desenvolvimento.

Conforme Minamino e Imada (2015) o flagelo bacteriano é um motor rotativo reversível, alimentado por uma diferença de potencial eletroquímico de

íons específicos ( $H^+$  e  $Na^+$ ), através da membrana citoplasmática, este motor da *Salmonella* (alimentado pelo íon  $H^+$ ) gira a uma velocidade de até 300 Hz, enquanto que *Vibrio spp.* (alimentado pelo íon  $Na^+$ ) pode girar muito mais rápido, chegando até 1700 Hz.

## 8. COMPOSIÇÃO

Ainda de acordo com Duan et al. (2013) a redução na expressão de proteínas flagelinas pode estar relacionado com a redução na patogenicidade das bactérias.

De acordo com Belyakov et al. (2012) a presença de hidratos de carbono (mono ou oligossacáridos) em flagelinas bacterianas tem sido demonstrado para diversas espécies bacterianas de diferentes grupos taxonômicos, a glicosilação da região variável de flagelina afeta as propriedades antigênicas flagelares, como em outras proteínas bacterianas, flagelina de glicosilação pode ocorrer tanto de forma independente ou em associação com lipopolissacarídeo a biossíntese.

Conforme Green et al. (2009) o sinal de reconhecimento de guanosina, partícula da família 5c-trifosfato, especializada na ligação a proteína FlhF, é necessária para a localização correta do flagelo em diversas espécies bacterianas.

Ainda conforme Green et al. (2009) a perda destas proteínas FlhF reduz de maneira significativa a motilidade em *Vibrio cholerae*.

## 9. CLASSIFICAÇÃO DAS BACTÉRIAS DE ACORDO COM O FLAGELO

Segundo Romeiro (2005) a bactéria pode ser classificada de acordo com o seu flagelo, podendo ser classificado como Atríquia em que a célula não possui flagelo, Monotríquia a bactéria possui apenas um flagelo, Lofotríquia possui vários flagelos em um único ponto da célula, Anfotríquia possui vários flagelos em cada extremidade da célula e Peritríquia possui flagelos em toda célula (Figura 1).

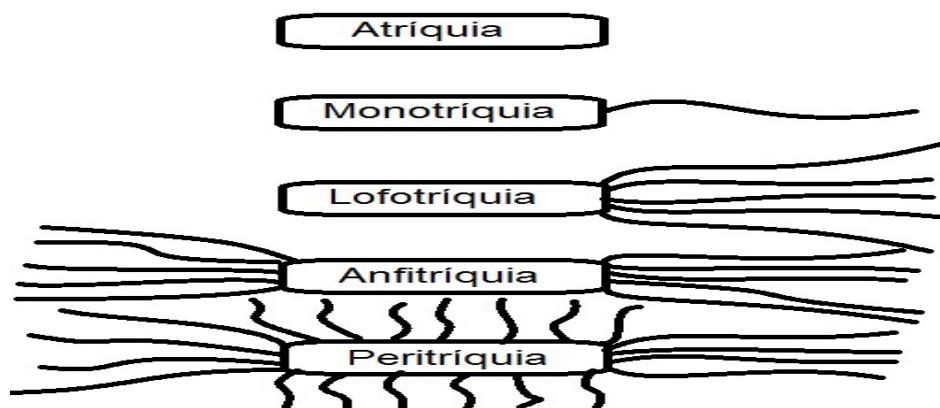


Figura 1. Classificação das bactérias quanto ao número e localização de flagelos.

O flagelo bacteriano é um dos primeiros critérios para a classificação bacteriana, cada bactéria tem um padrão determinado que a cada geração é mantido, sendo assim cada espécie de bactéria sempre terá a mesma quantidade e na mesma localização os flagelos, em que a proteína FlhG é essencial para que isso ocorra (CHUMACHER et al, 2015).

## REFERÊNCIAS

- BELYAKOV, A.Y.; BURYGIN, G.L.; ARBATSKY, N.P.; SHASHKOV, A.S.; SELIVANOV, N.Y.; MATORA, L.Y.; KNIREL, Y.A.; SHCHYOGOLEV, S.Y. Identification of an O-linked repetitive glycan chain of the polar flagellum flagellin of *Azospirillum brasiliense* Sp7. **Carbohydrate Research**, v.361, p.127-132, 2012.
- BERG, H, C. The rotary motor of bacterial flagella. **Annual Reviews Biochemistry**, v. 72, p.19–54, 2003.
- CHABAN, B.; HUGHES, H.V.; BEEDY, M. The flagellum in bacterial pathogens: For motility and a whole lot more. **Seminars in cell & Developmental biology**, v. 46, p.91–103, 2015.
- CHALMEAU, J.; DAGKESSAMANSKAIA, A.; GRIMELLEC, C.L.; FRANCOIS, J.M.; STERNICK, J.; VIEU, C. Contribution to the elucidation of the structure of the bacterial flagellum nano-motor through AFM imaging of the M-Ring. **Ultramicroscopy**, v.109, n.8, p. 845–853, 2009.
- DUAN, Q.; ZHOU, M.; ZHU, L.; ZHU, Y. Flagella and bacterial pathogenicity. **Journal of Basic Microbiology**, v.53, p.1-8, 2013.
- EVANS, L.D.B.; HUGHES, C.; FRASER, G.M. Building a flagellum outside the bacterial cell. **Trends in microbiology**, v.22, n.10, p.566-572, 2014.
- GLAWE D. A. Thomas J. Burrill, Pioneer in Plant Pathology. **Annual Reviews Phytopathology**, v. 30, p. 17-24, 1992.
- GREEN, J.C.D.; KAHRAMANOGLOU, C.; RAHMAN, A.; PENDER, A.M.C.; CHARBONNEL, N.; FRASER, G.M. Recruitment of the Earliest Component of the Bacterial Flagellum to the Old Cell Division Pole by a Membrane-Associated Signal Recognition Particle Family GTP-Binding Protein. **Journal of Molecular Biology**, v.391, n.4, p. 679–690, 2009.
- MACNAB, R. M. The Bacterial Flagellum: Reversible Rotary Propellor and Type III Export Apparatus. **Journal of Bacteriology**, Vol. 181, No. 23, p. 7149–7153, 1999.

MINAMINO, T.; IMADA, K. The bacterial flagellar motor and its structural diversity. *Trends in microbiology*, v.23, n.5, p.267-274, 2015.

PARK, H.; OIKONOMOU, P.; GUET, C.C.; CLUZEL, P. Noise Underlies Switching Behavior of the Bacterial Flagellum. *Biophysical Journal*. v.101, n.10, p.2336-2340, 2011.

TANNER, D.E.; MA, W.; CHEN, Z.; SCHULTEN, K. Theoretical and Computational Investigation of Flagellin Translocation and Bacterial Flagellum Growth. *Biophysical Journal*. v.100, n.11, p.2548-2556, 2011.

ROMEIRO, R. S. *Bactérias fitopatogênicas*. 2 ed. Ed.UFV, 417 p. 2005.

SCHUHMACHER, J. S.; ROSSMANNC, F.; DEMPWOLFF, F.; KNAUER, C.; ALTEGOER, F.; STEINCHEN, W.; DÖRRICH, A. K.; KLINGL, A.; STEPHAN, M.; LINNE, U.; THORMANN, K. M.; BANG, G. MinD-like ATPase FlhG effects location and number of bacterial flagella during C-ring assembly. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 112, n. 10, p. 3092–3097, 2015.

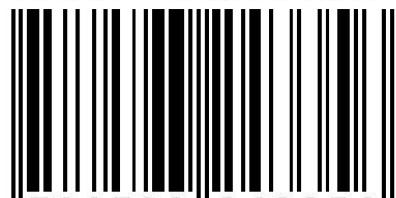
VÉGH, B.M.; GÁL, P.; DOBÓ, J.; ZÁVODSZKY, P.; VONDERVISZT, F. Localization of the flagellum-specific secretion signal in *Salmonella* flagellin. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. v.345, n.1, p.93-98, 2006.

**ABSTRACT:** The bacterial flagellum, despite its great importance for the bacterial development and consequently for pathogenicity, is still little known and studied. This structure is the result of a long evolutionary process that has developed over thousands of years. The flagellum can be considered to be a nano-motor of the bacterial cell, which gives mobility to the bacterial cell, in addition it is also a mechanical sensor that detects changes in the environment. The bacterial flagellum is made up of three parts: a long, thick filament constituting the outer part; The hook, seen as a flexible link between the outside and the inside; And the inner part, which is the engine itself. This bacterial structure is an important virulence factor in the bacterial pathogenesis, playing a major role in the colonization, penetration, or invasion processes as well as exploration for competition with the native microbiota. The bacterial flagellum is a reversible rotating motor, fed by a difference of electrochemical potential-specific ions, through the cytoplasmic membrane. The flagellum is one of the first criteria for bacterial classification, which can be classified as atriquea, monotriquea, lофotriquea, peritriquea or amfitriquea.

**KEYWORDS:** Bacterium; Falgellum; Bacterial nano-motor

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-93243-35-6



9 788593 243356