



Instituto de ciências
biomédicas

Biofilmes e *quorum sensing* 2021

Wellington Luiz de Araújo

Departamento de Microbiologia

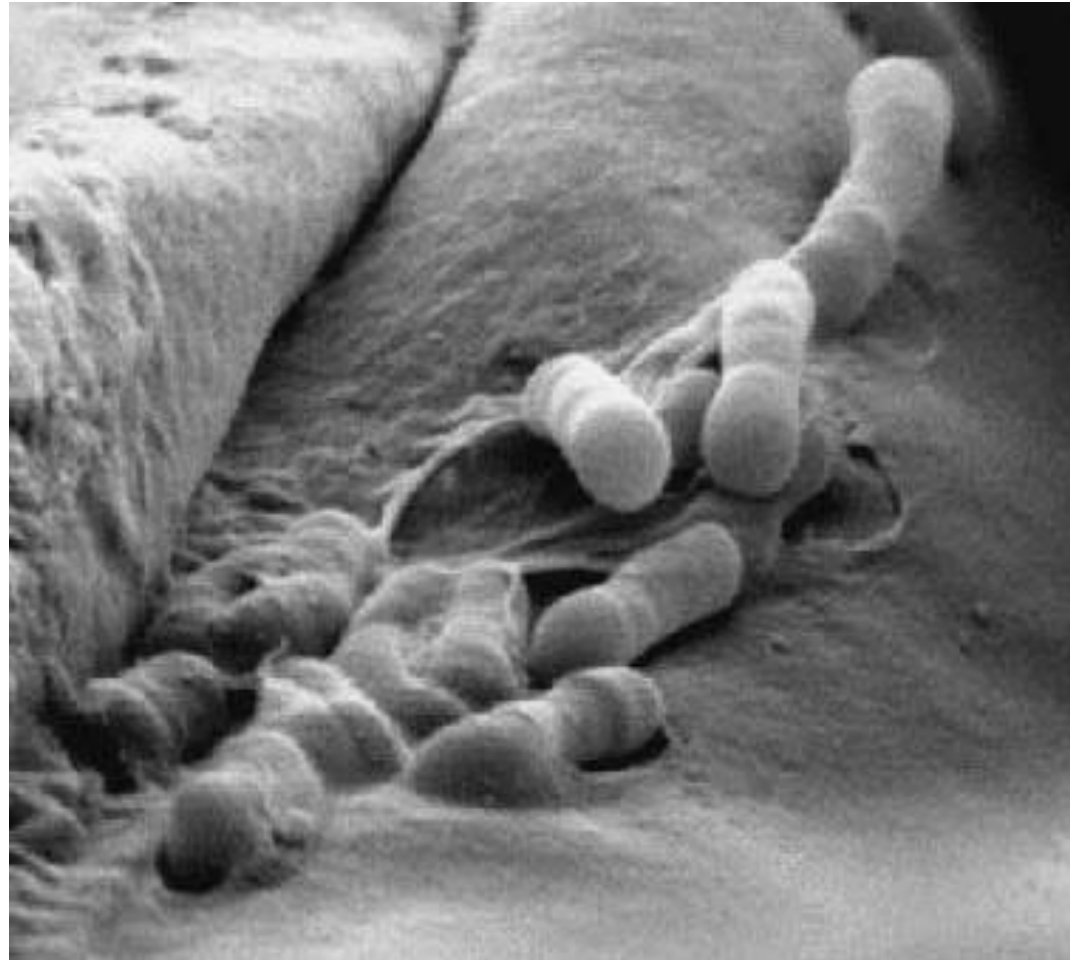
wlaraujo@usp.br

Funcionalidade no Ecossistema



“Everything is everywhere, and the environment selects”

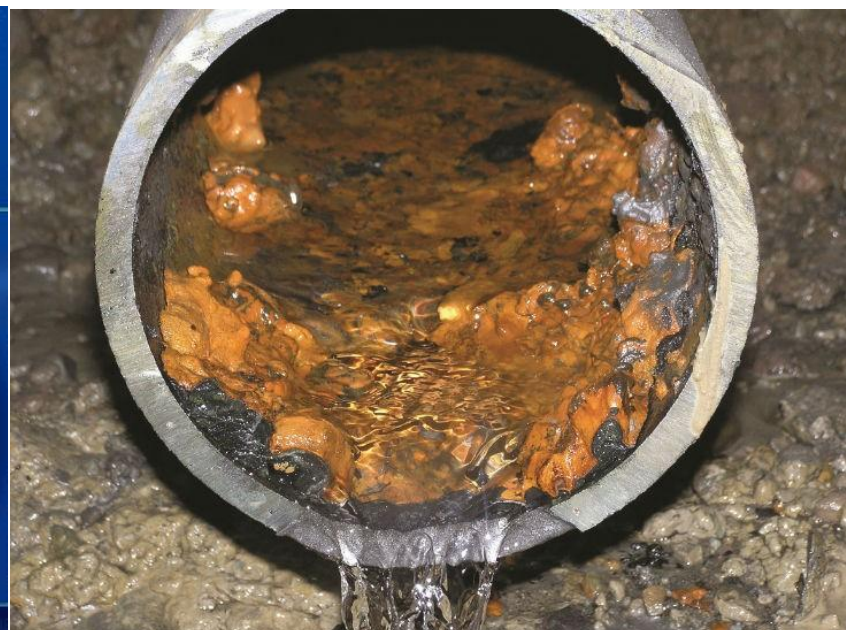
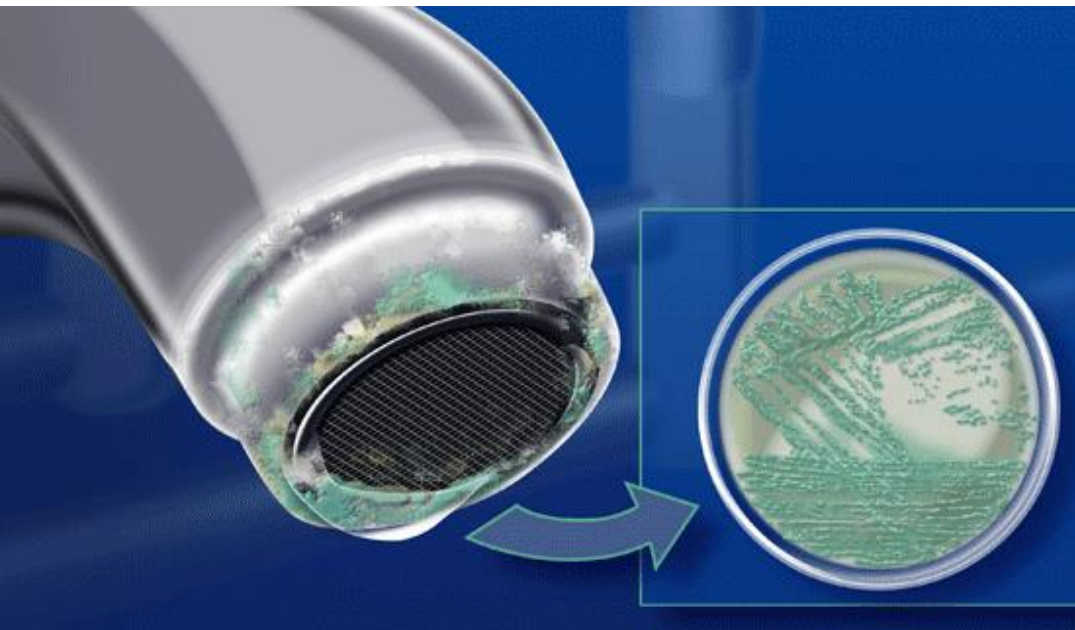
Biofilme bacteriano



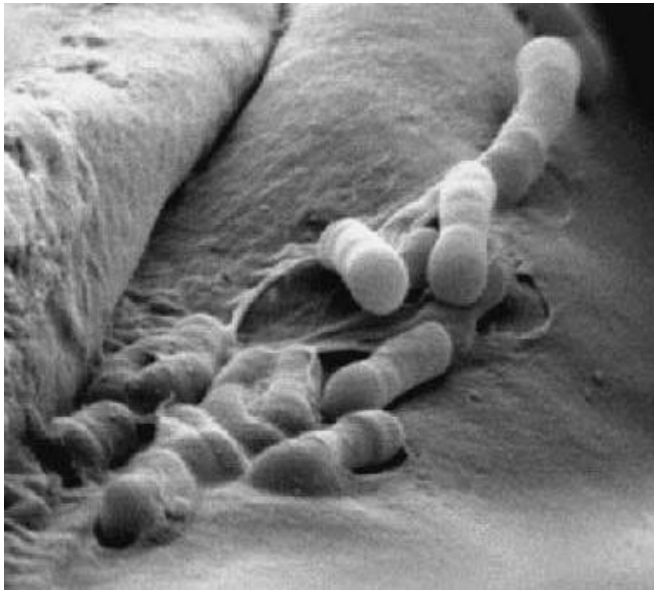
Biofilmes microbianos

Biofilmes podem ser definidos como comunidades microbianas envoltas por uma matriz de polímeros extracelulares e aderidas a superfícies.

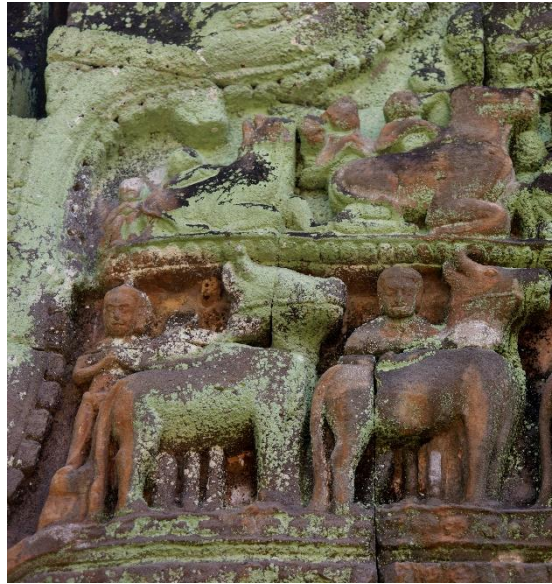
As células podem se desprender e contaminar o ambiente. São funcionalmente diferente das células planctônicas, podendo apresentar maior resistência a antimicrobianos



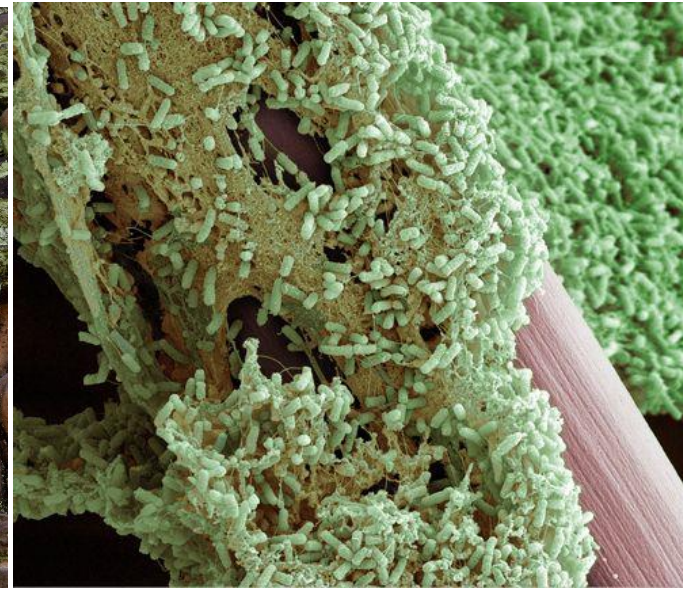
Biofilme bacteriano



Biofilme sobre plantas



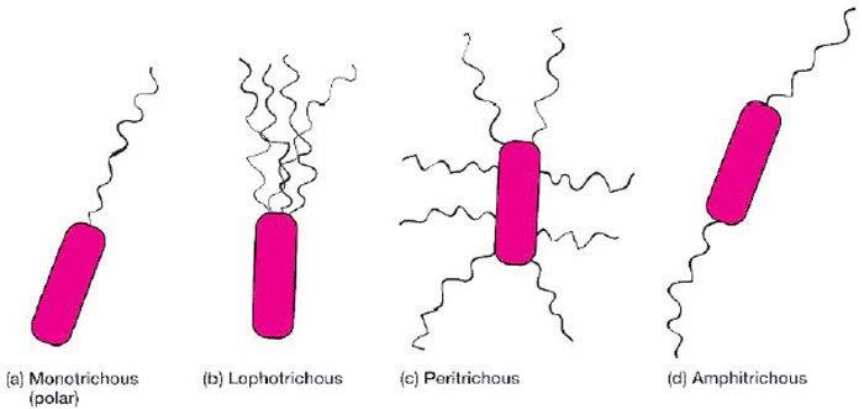
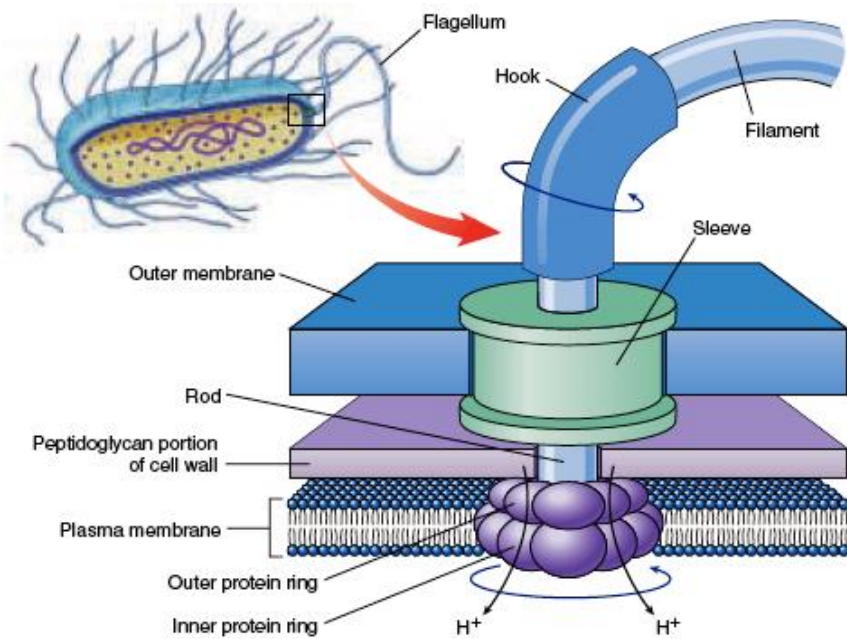
Biofilme sobre monumento



Biofilme sobre estruturas

Os **biofilmes** microbianos são comunidades com um elevado grau de organização e estruturação e coordenação funcional. Estas comunidades biológicas encontram-se embebidas em matrizes poliméricas produzidas por elas próprias. Os biofilmes podem desenvolver-se em qualquer superfície úmida, seja ela biótica ou abiótica. A associação dos organismos em biofilmes constitui uma forma de proteção ao seu desenvolvimento, favorecendo relações simbióticas e permitindo a sobrevivência em ambientes hostis.

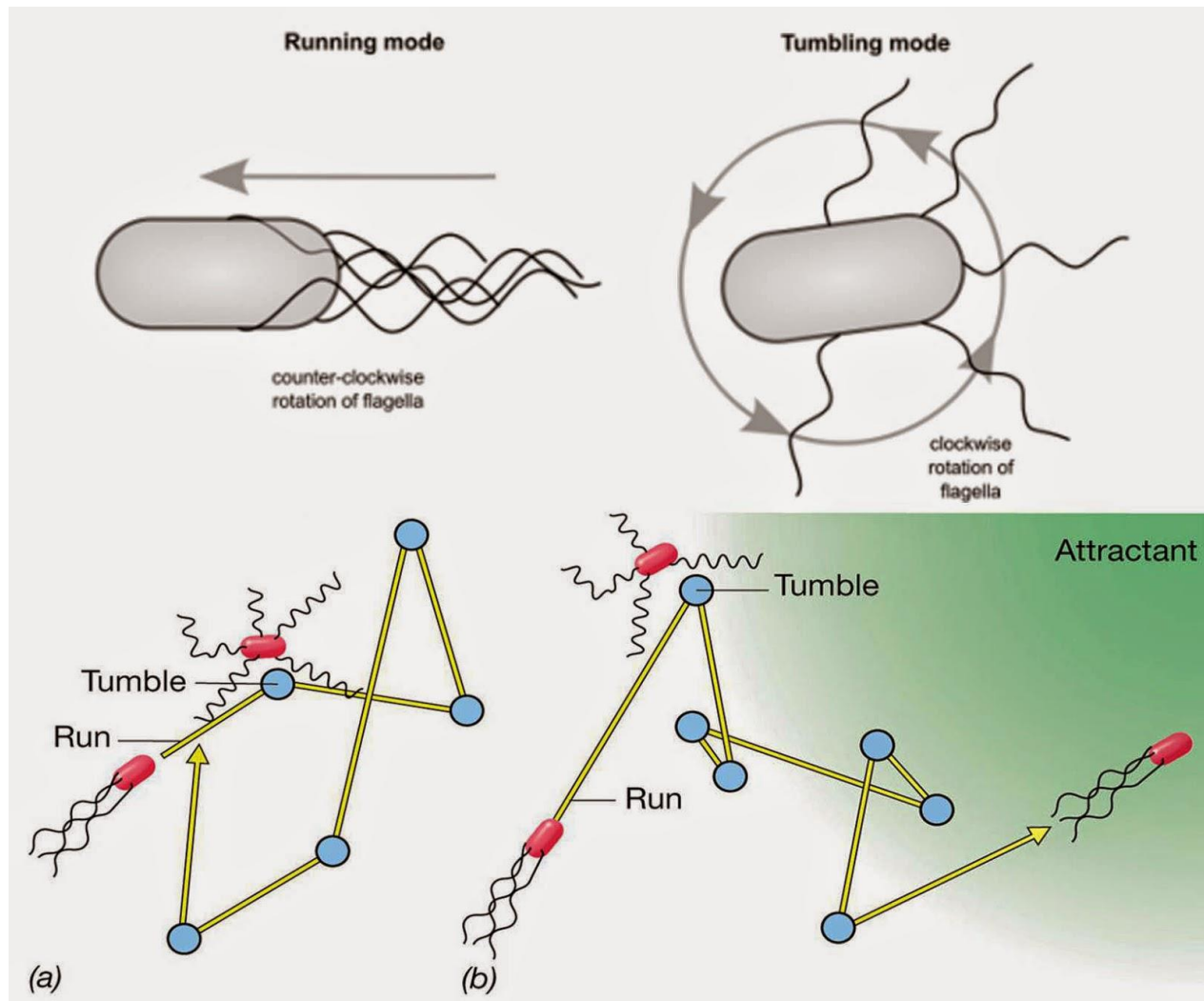
Flagelos bacterianos



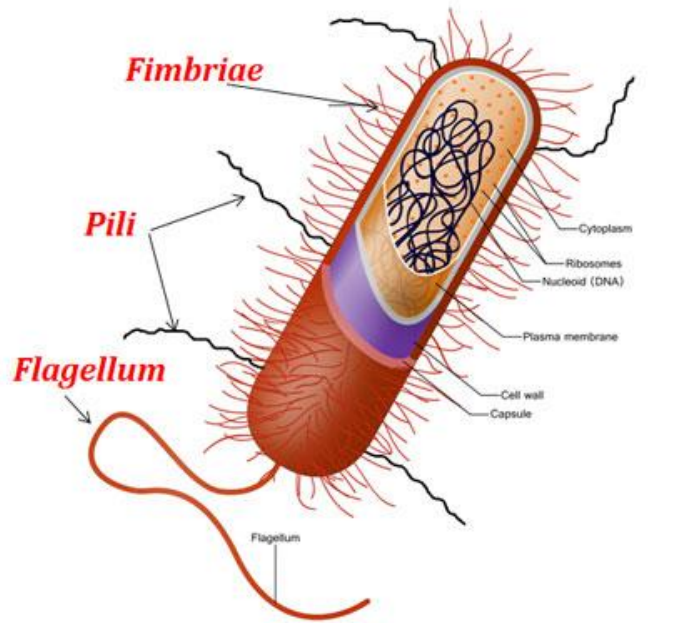
- ⊕ Permite o deslocamento aleatório – exploração do ambiente
- ⊕ Motilidade em resposta a um estímulo – quimiotaxia
- ⊕ Variam no número e na posição de inserção
- ⊕ Proteína flagelina
- ⊕ Utiliza a força próton-motriz

Flagelos bacterianos - motilidade

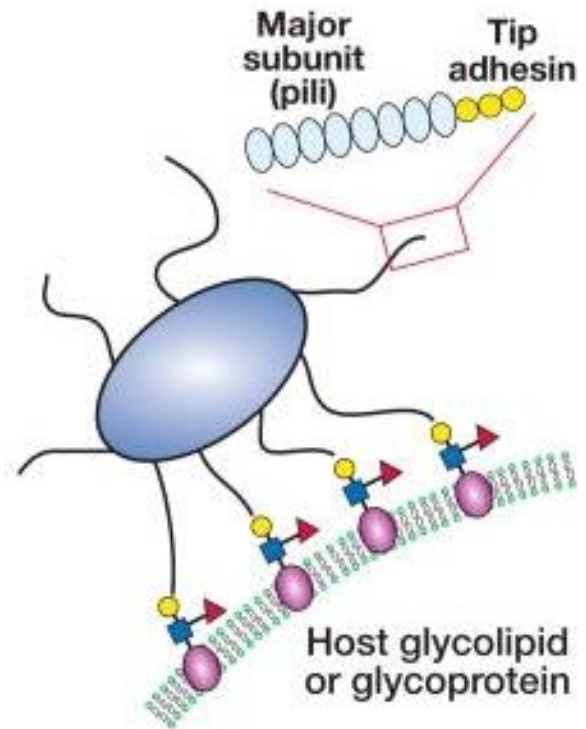
- ⊕ Permite o deslocamento aleatório - exploração do ambiente
- ⊕ Motilidade em resposta a um estímulo - quimiotaxia



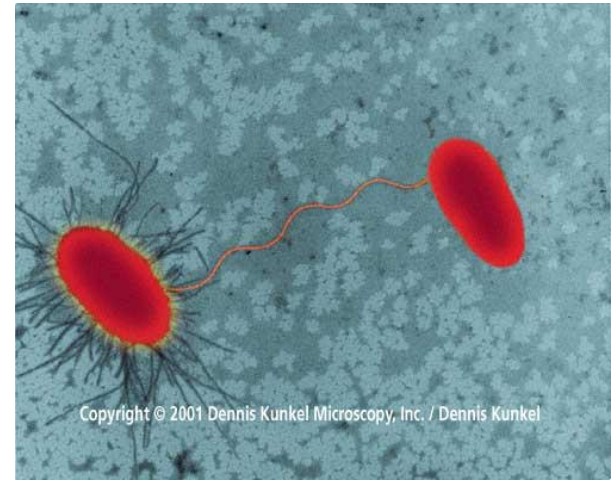
Fimbrias e pili



Cell-Surface Appendages of a Bacterial Cell

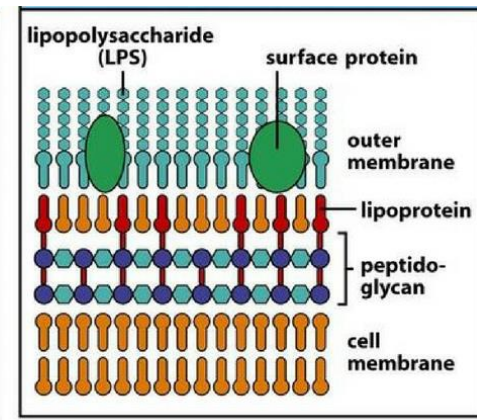
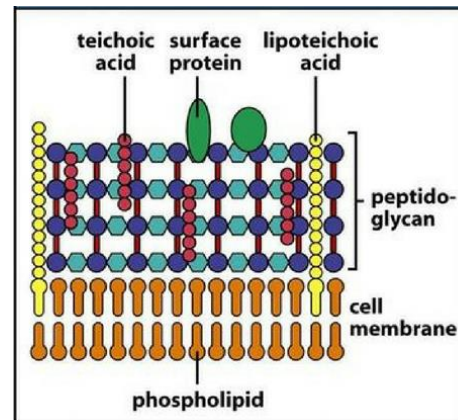
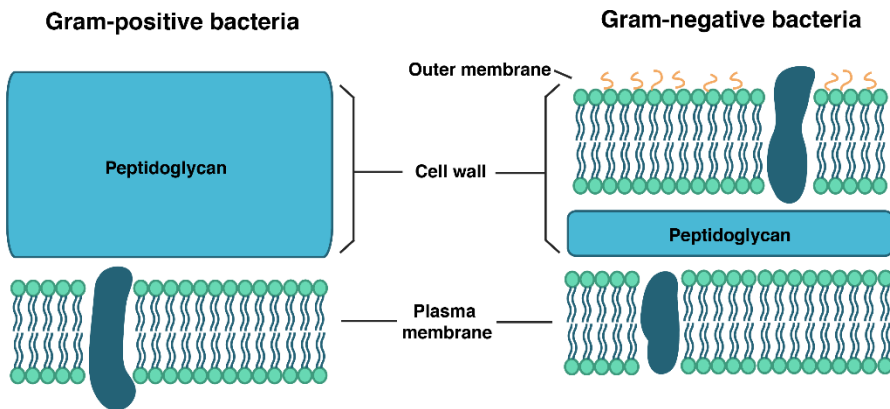


- ⊕ Gram negativas
- ⊕ Pilina
- ⊕ Apêndices finos (3 a 10 nm), retos e curtos.
- ⊕ Bastante numerosas (1000 ou mais por célula)
- ⊕ Sítios receptores
- ⊕ Aderência / fixação

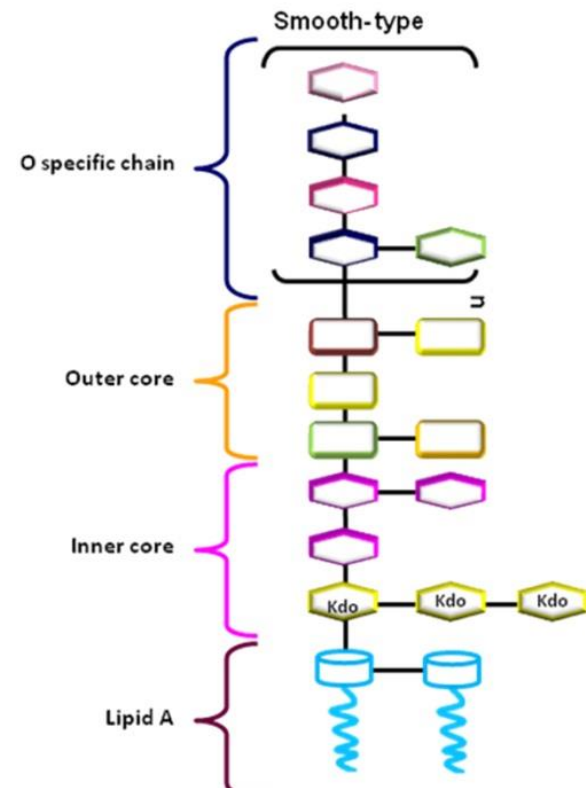


Parede celular – Bactérias

- ⊕ Composto por peptídeoglicanos (mureína)
- ⊕ Proteção contra variação do ambiente
- ⊕ Determina a forma da célula bacteriana
- ⊕ A lisozima quebra as ligações que formam o peptídeoglicano
- ⊕ Espaço periplasmático



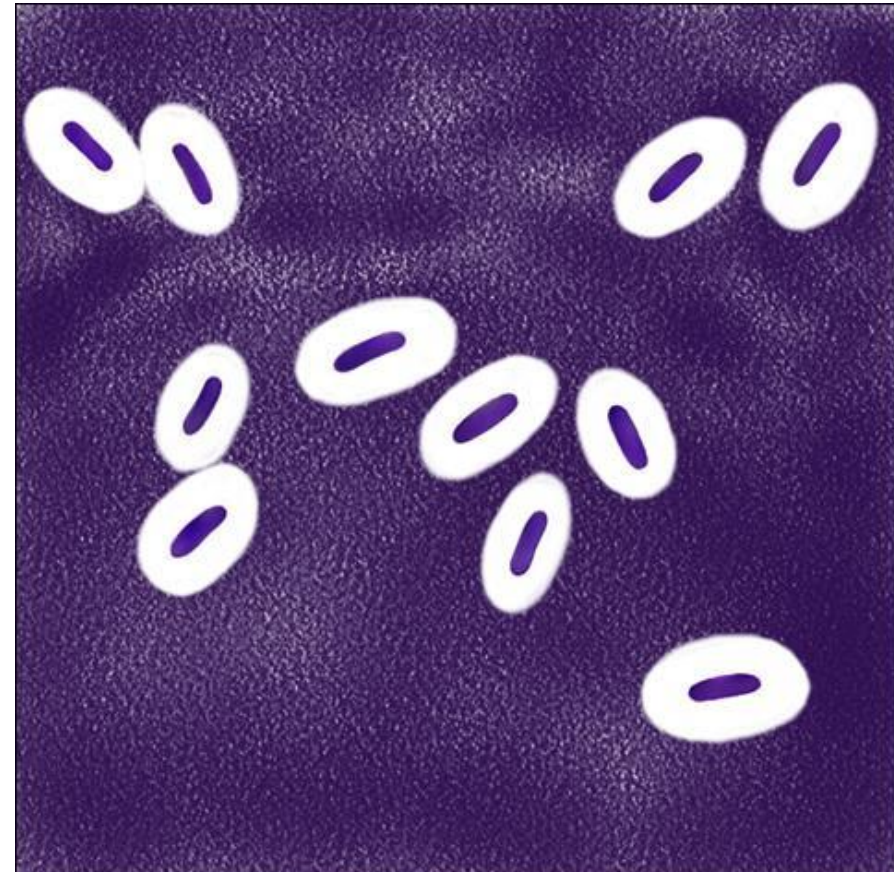
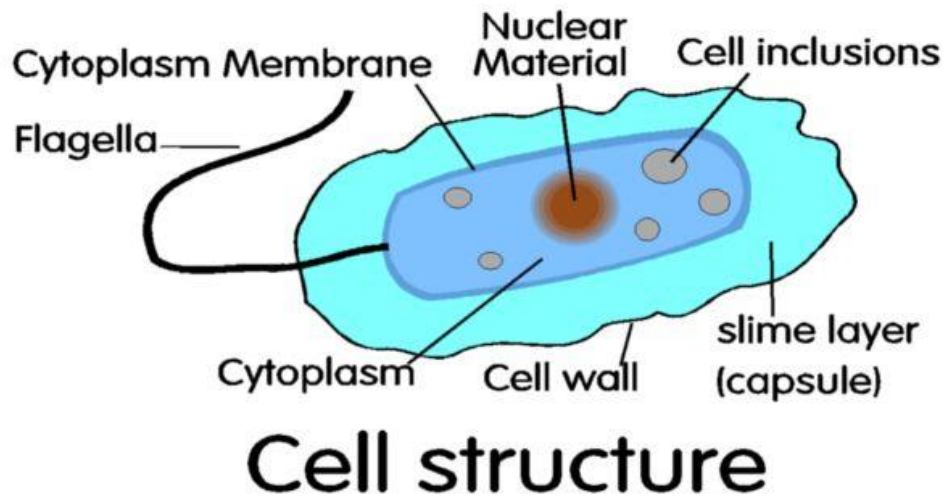
Lipopolissacarideos (LPS)



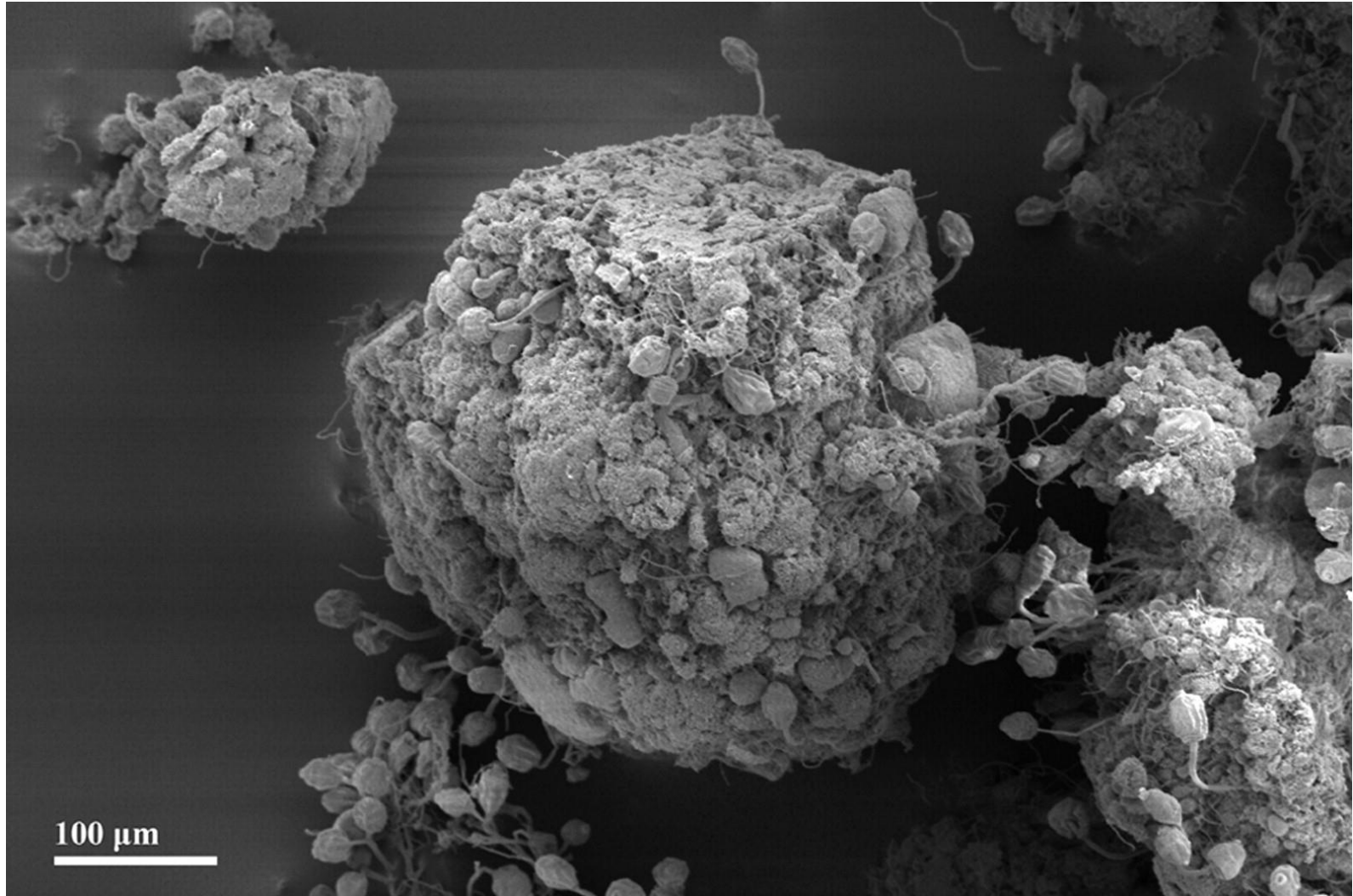
- ❖ Antígeno-O é a parte imunodominante do LPS e é alvo para a resposta do hospedeiro.
- ❖ Está envolvido com interações no ambiente.
- ❖ Este LPS é composto de uma cadeia, que varia de comprimento, com até 40 unidades repetidas de dideoxyhexoses.
- ❖ Pelo menos 20 diferentes moléculas de açúcar podem compor o antígeno-O, incluindo moléculas que são raramente encontrados na natureza, como abequose, colitose, paratose e tyvelose e são específicos de linhagem.

Cápsula

- ⊕ Pode estar em bactérias Gram-positivas e em Gram-negativas
- ⊕ Constituída basicamente por exopolissacarídeos (EPS)
- ⊕ Proteção à célula contra sistema de defesa do hospedeiro
- ⊕ Proteção contra dessecação
- ⊕ Formação da matriz do biofilme



Cápsula participa da formação de grânulos microbianos



Mature granule from an SBR operated with synthetic wastewater.

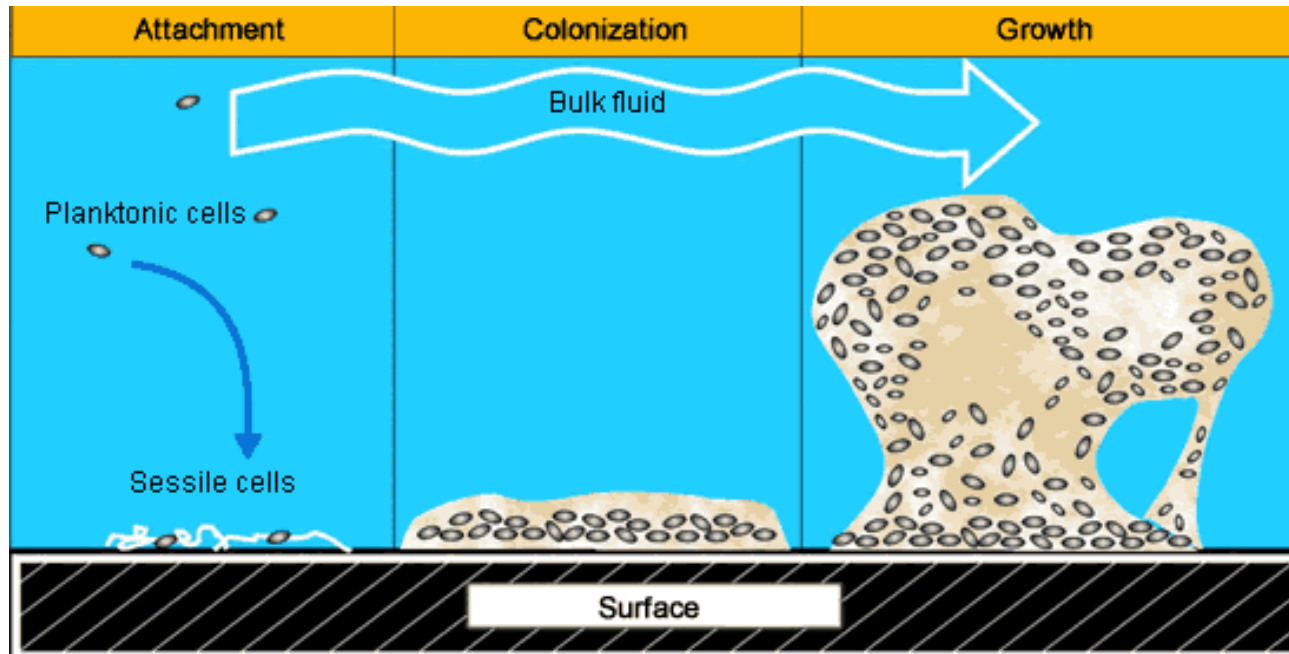
S. D. Weber et al. *Appl. Environ. Microbiol.* 2007; doi:10.1128/AEM.01002-07

Journals.ASM.org

This content may be subject to copyright and license restrictions.
Learn more at journals.asm.org/content/permissions

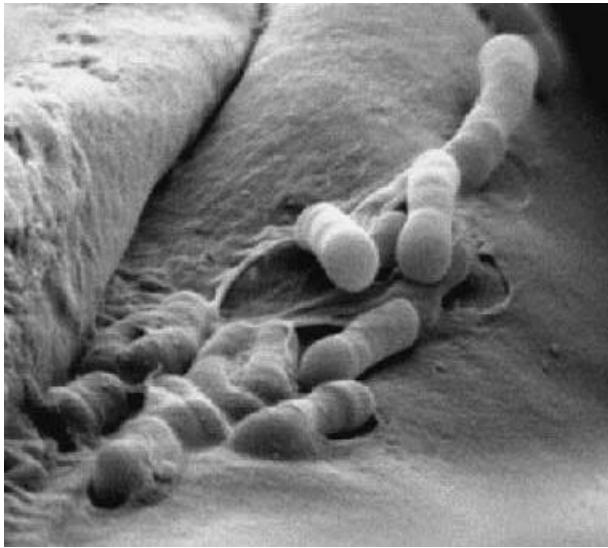
Applied and Environmental
Microbiology

Biofilme microbiano



- ⊕ O conceito de biofilme microbiano foi proposto em 1936.
- ⊕ Aproximadamente 90% dos micro-organismos vivem em biofilmes, formando estruturas multi-espécies,
- ⊕ O biofilme é um conjunto de células microbianas associadas a uma superfície, envolvidas por uma matriz extracelular,
- ⊕ A composição desta matriz extracelular pode variar de ambiente para ambiente, mas pode conter minerais, partículas de argila ou silte ou componentes do sangue.

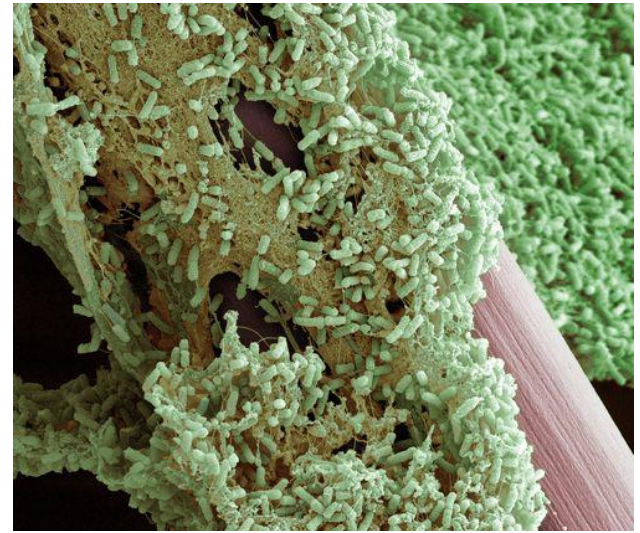
Biofilme bacteriano



Biofilme sobre plantas



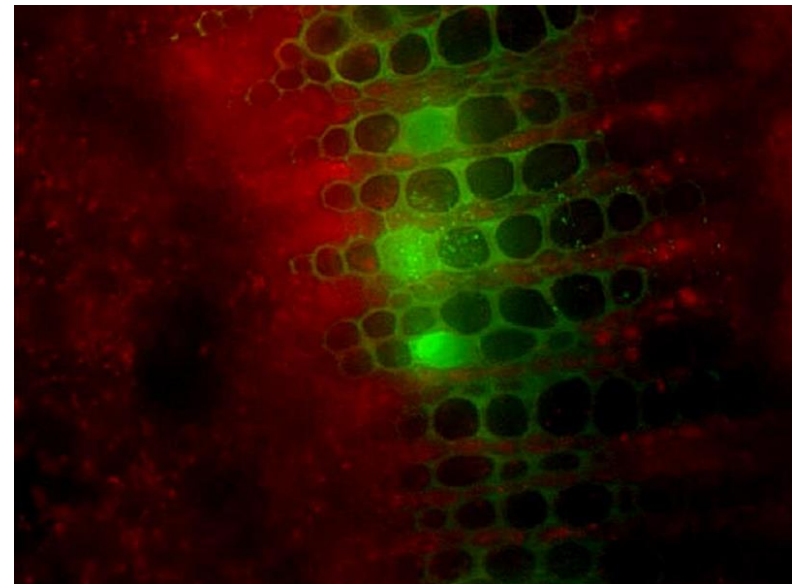
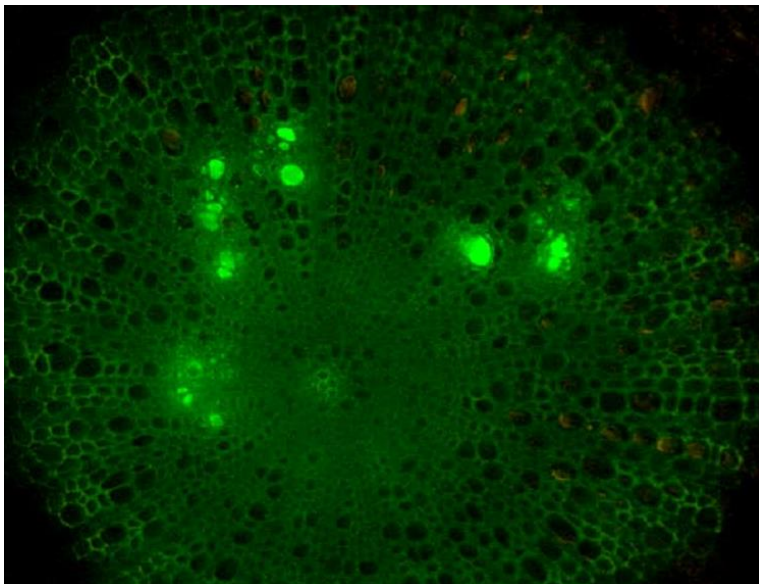
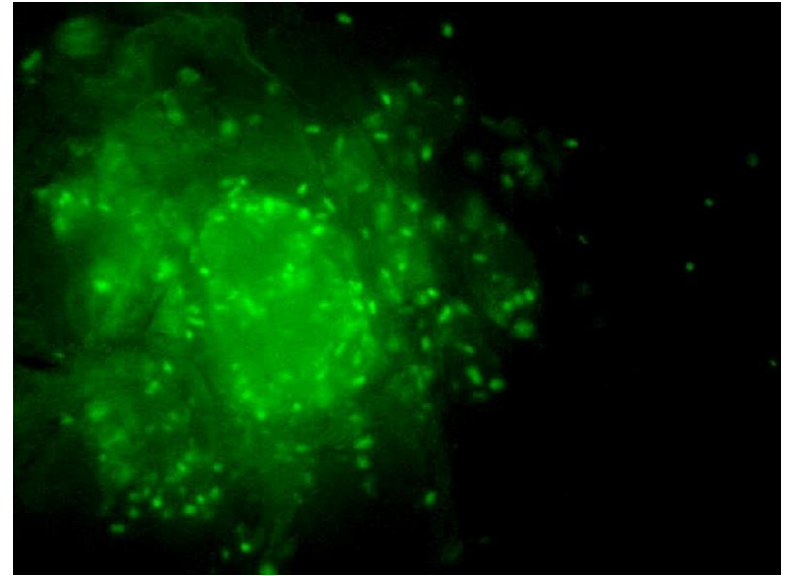
Biofilme sobre dentes



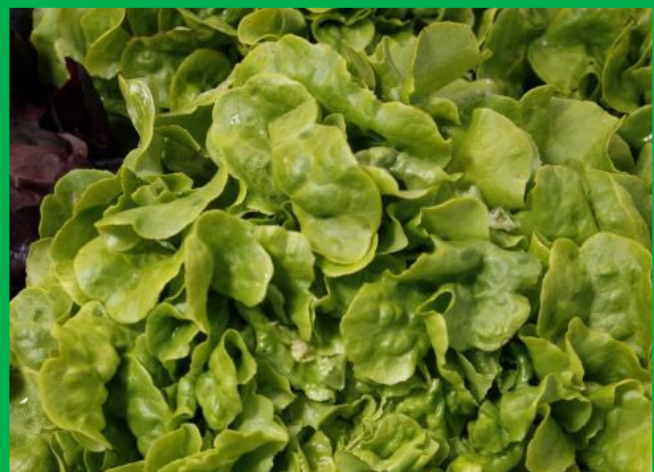
Biofilme sobre estruturas

- ⊕ Micro-organismos aderem mais facilmente sobre superfícies hidrofóbicas não polar (**teflon e plásticos**) do que materiais hidrofílicos (**vidro e metais**)
- ⊕ Cálcio, sódio, lantânio e íon ferro podem interferir na aderência de *Pseudomonas fluorescens* à superfície de vidro.
- ⊕ Sangue, urina, lágrima, saliva e secreções corpórea podem induzir a aderência de células microbianas à superfícies.

Bactérias no interior de plantas



Escherichia coli na superfície de vegetais



Alface romana

Espinafre

Alface lisa

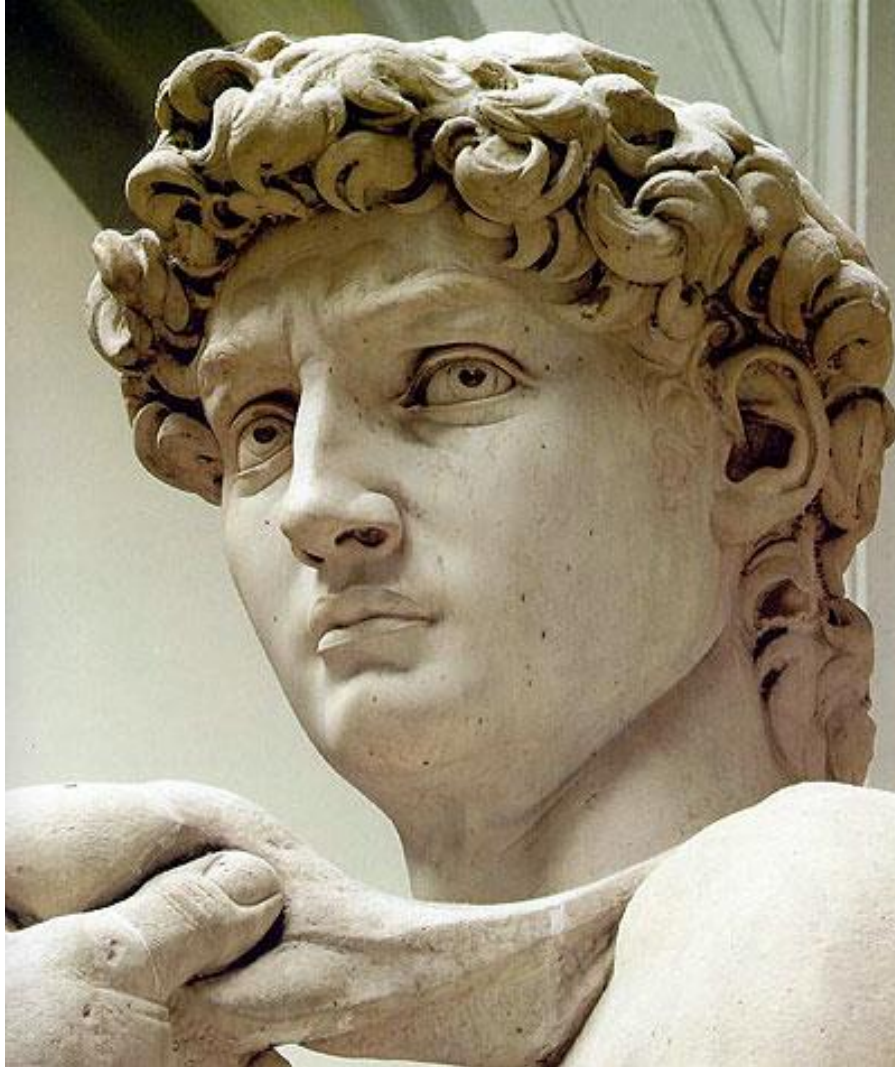
Biofilme bacteriano

Biofilmes e biocorrosão de tubulações



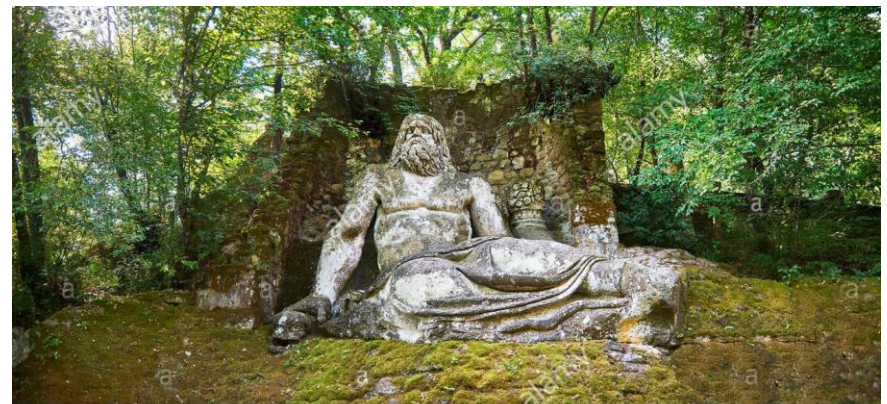
Biofilme bacteriano

Biodeterioração de monumentos



alamy stock photo

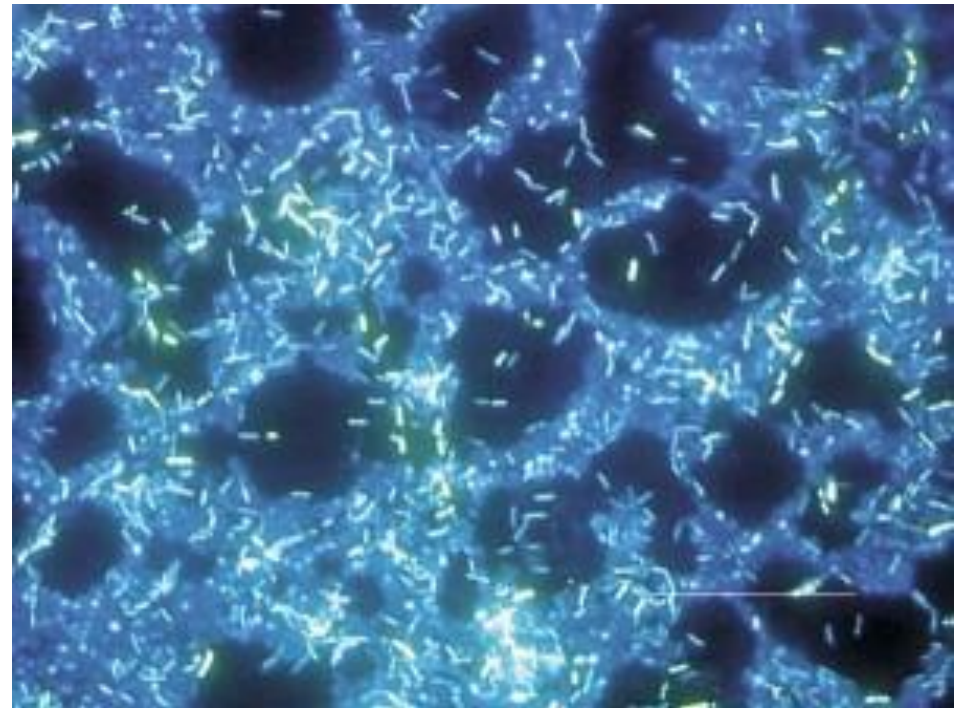
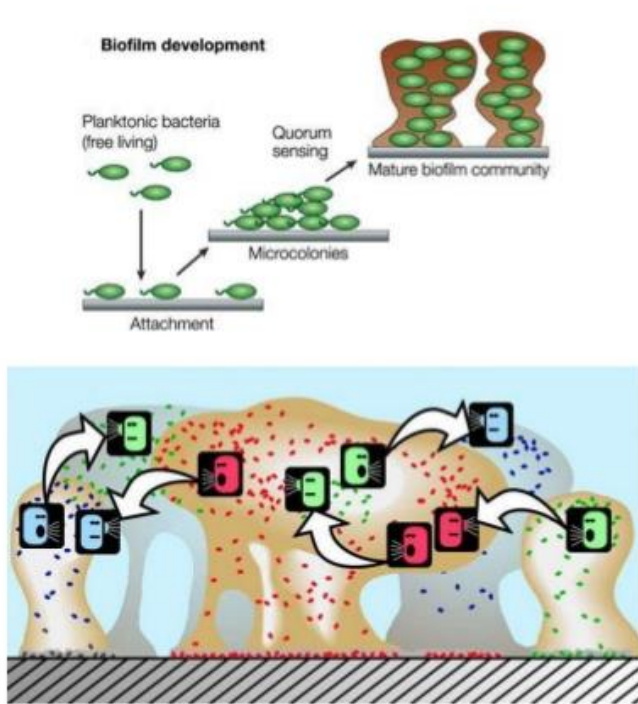
G2TNBT
www.alamy.com



alamy stock photo

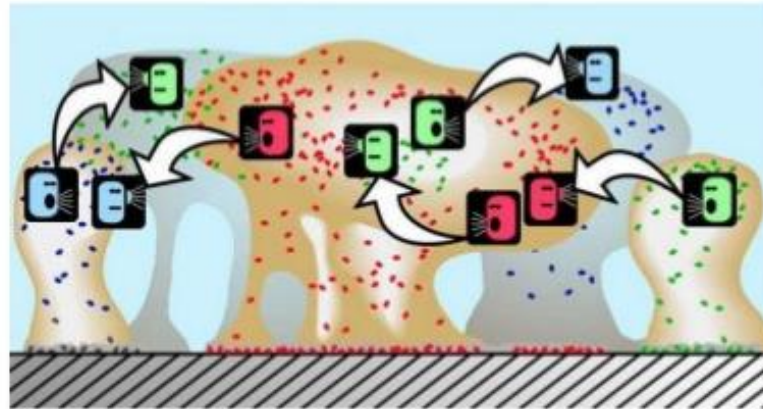
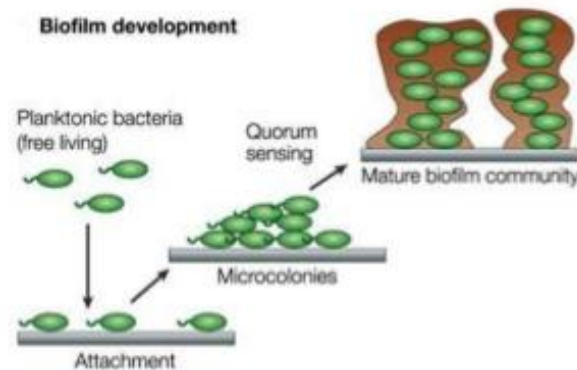
G2TNBK
www.alamy.com

Biofilme bacteriano



- ⊕ O biofilme se inicia com micro colônias contendo uma ou várias espécies,
- ⊕ O biofilme apresenta canais por onde água, nutrientes e oxigênio podem circular
- ⊕ Confere resistência e maior adaptabilidade às bactérias
- ⊕ Mudança no padrão de expressão dos genes – comunicação entre células

Biofilme bacteriano

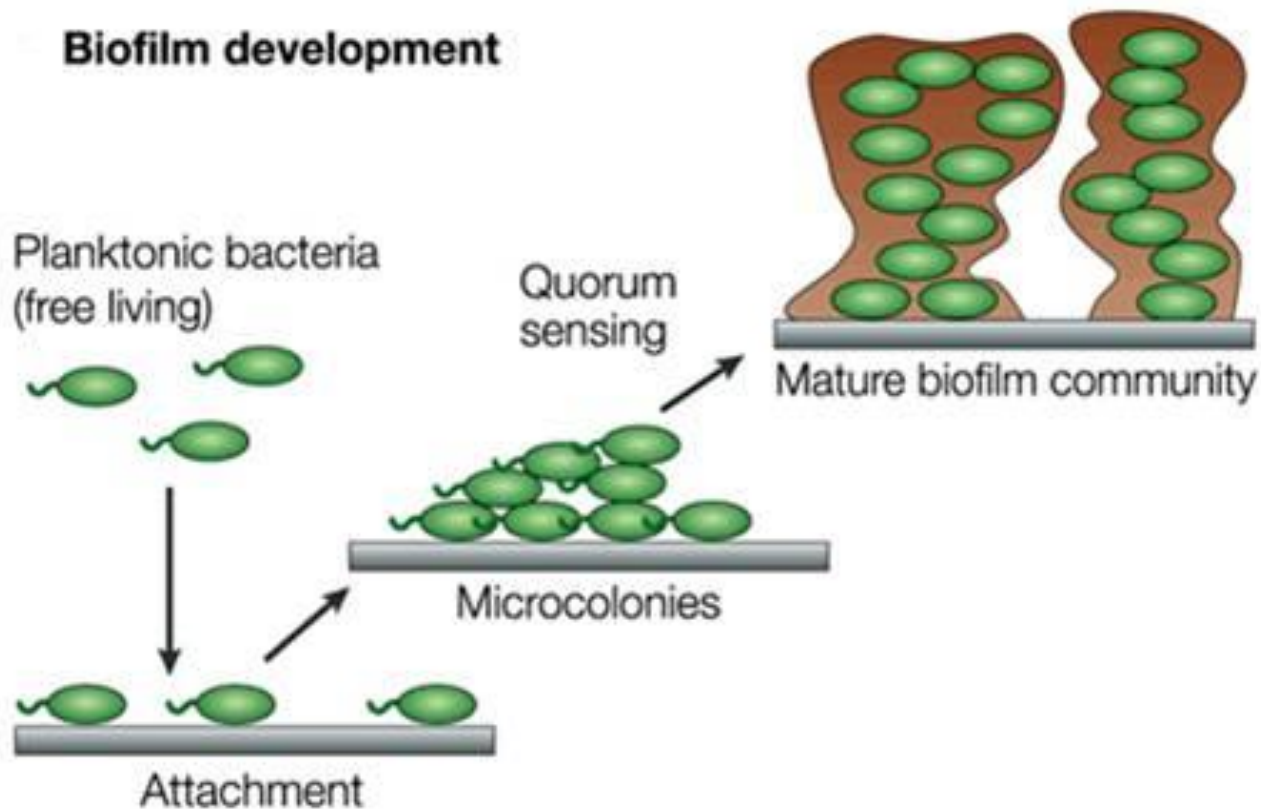


- ⊕ Altamente estruturados e fisicamente dinâmicos
- ⊕ São definidos por uma matriz extracelular (EPS)
- ⊕ Confere resistência e maior adaptabilidade às bactérias
- ⊕ Mudança no padrão de expressão dos genes

Densidade celular e *quorum sensing*

A formação e maturação do biofilme é um evento regulado e controlado pelos micro-organismos envolvidos.

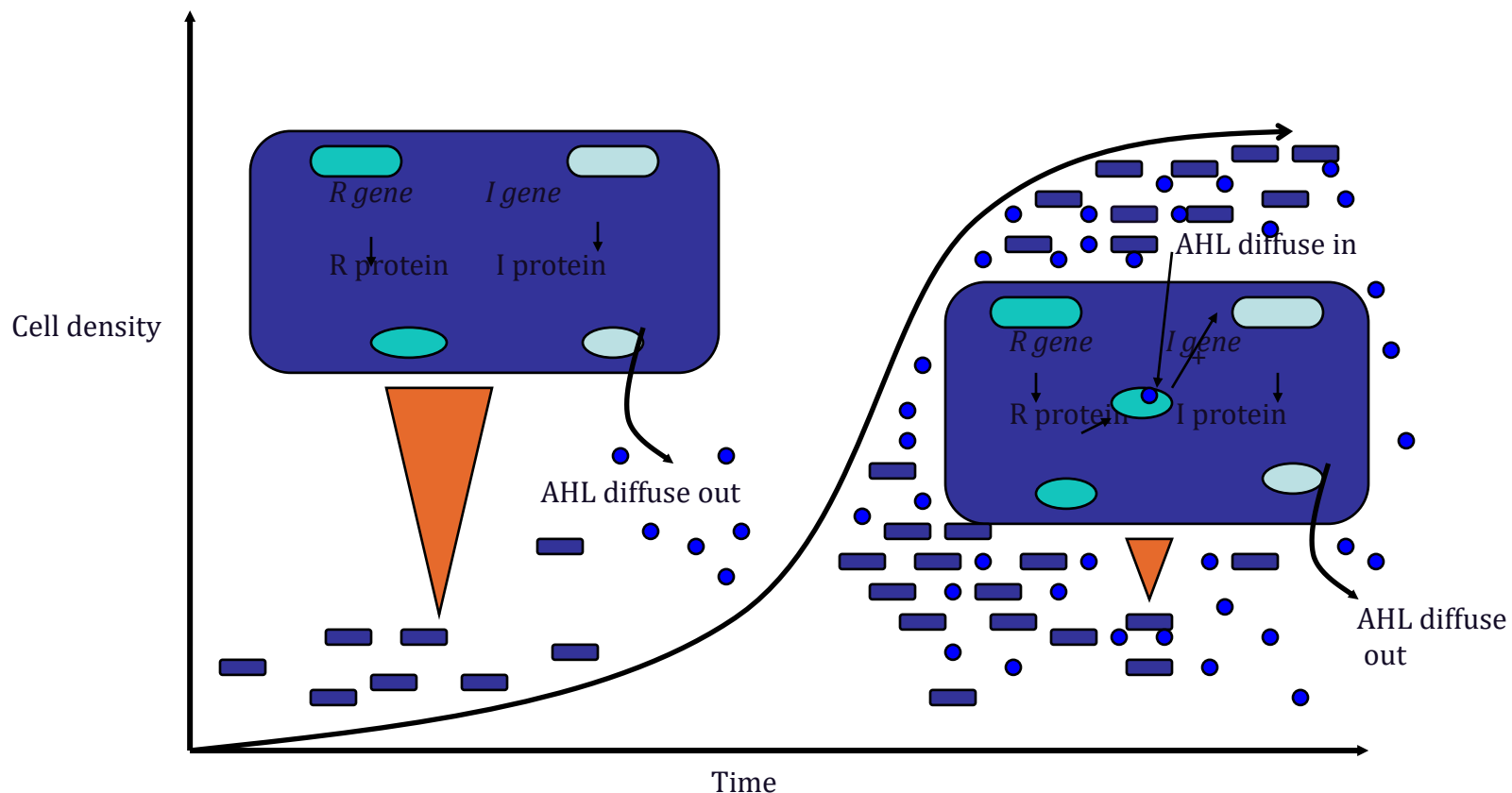
Processo de comunicação celular é denominado de *quorum sensing* (percepção de quórum)



Densidade celular e *quorum sensing*

Processo de comunicação celular é denominado de *quorum sensing* (percepção de quórum).

Permite coordenar a expressão gênica, fazendo com que a maior parte das células naquele ambiente, respondam de forma simultânea.

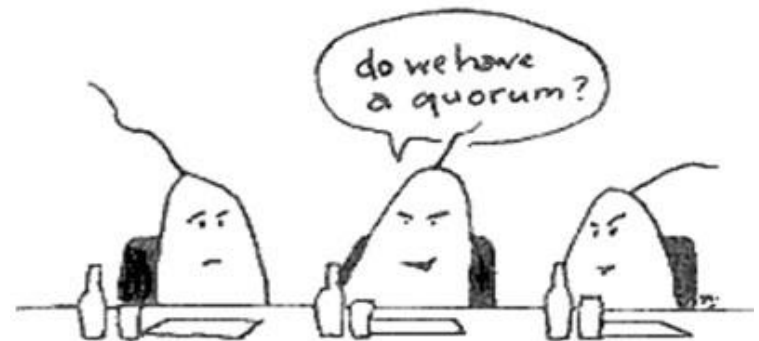


Quorum sensing em Bactérias - biofilmes

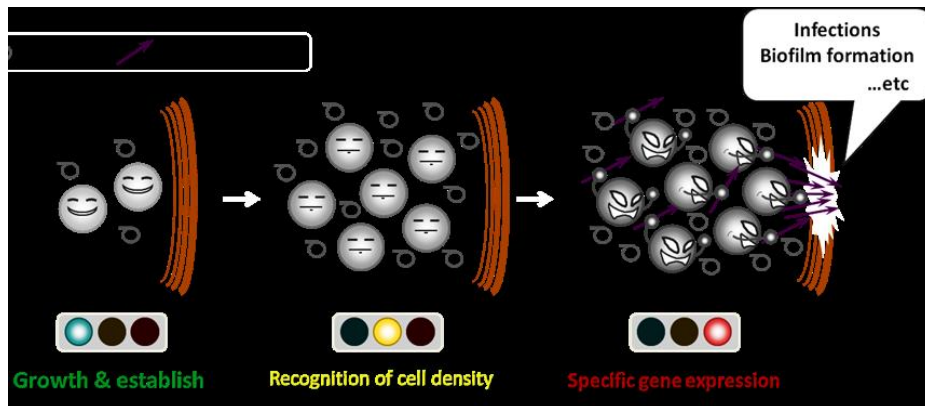
Mecanismo pelo qual as bactérias controlam coletivamente a expressão gênica

Ocorre apenas em densidades celulares elevadas;

Vários tipos de moléculas (autoindutores) são liberados no meio extracelular

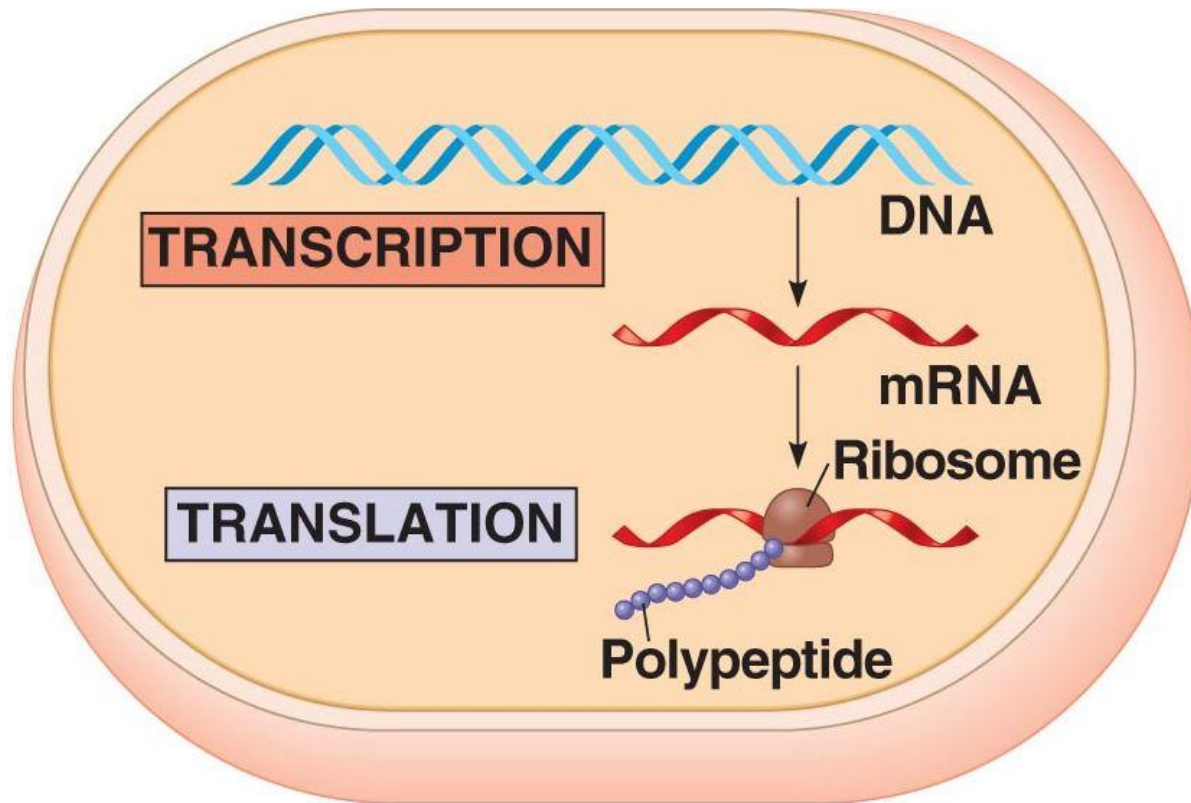


Quando a concentração do autoindutor excede um limite, ocorre internalização, ativando um conjunto específico de genes em todas as células da população



Genes controlados podem estar envolvidos com: virulência, competência, fase estacionária, biofilme, colonização do hospedeiro, conjugação

Expressão de genes em procariotos



Operons

Operons são grupos de genes que são expressos para fornecer proteínas que a célula necessita.

Gene estrutural: codificam genes para proteínas necessárias para as funções normais da célula. Por exemplo proteínas par ao metabolismo de açúcares. Estes genes estruturais são agrupados em uma única molécula de mRNA.

Genes reguladores: codificam proteínas que regulam outros genes.

Regiões reguladoras: promotor e operador

Transcrição em bactérias

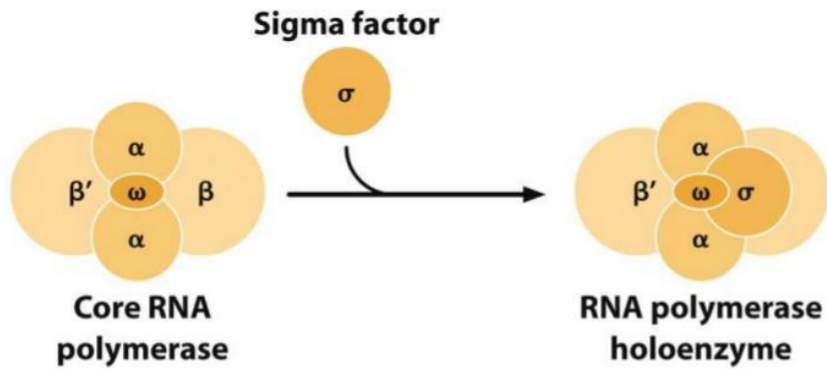


Figure 13.9a
Genetics: A Conceptual Approach, Fourth Edition
© 2012 W. H. Freeman and Company

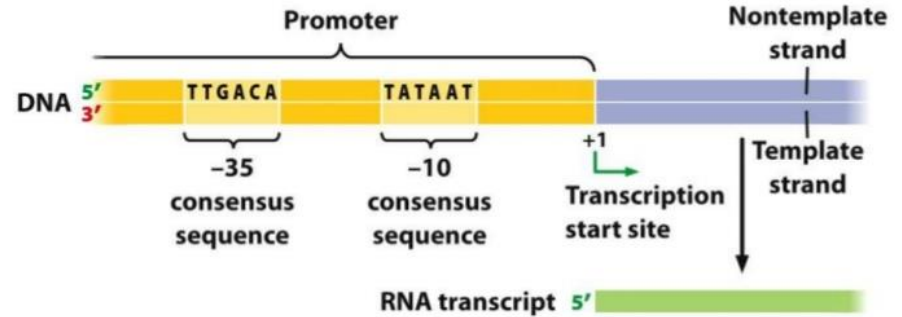
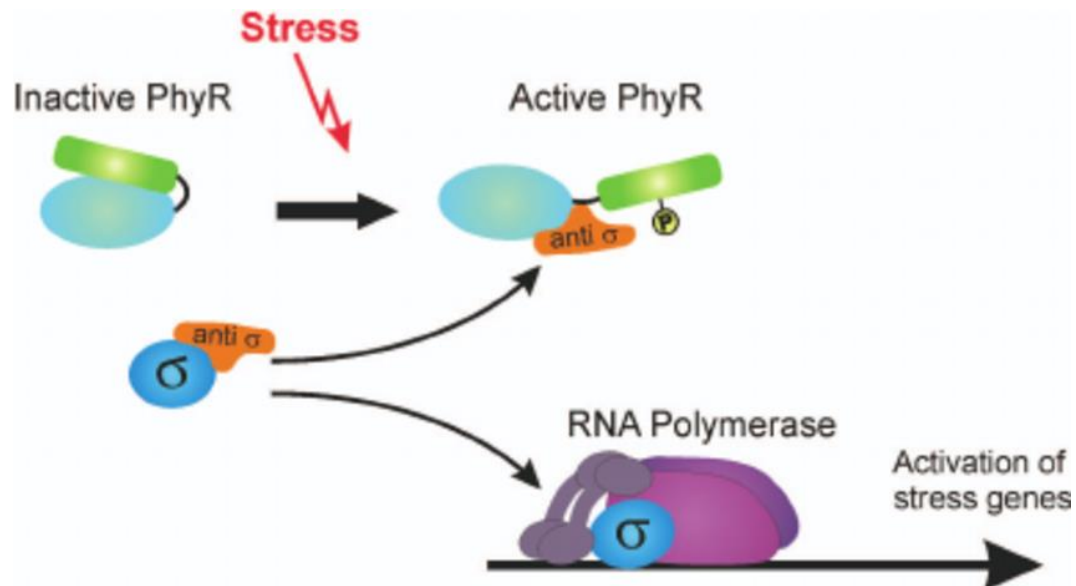


Figure 13.11
Genetics: A Conceptual Approach, Fourth Edition
© 2012 W. H. Freeman and Company



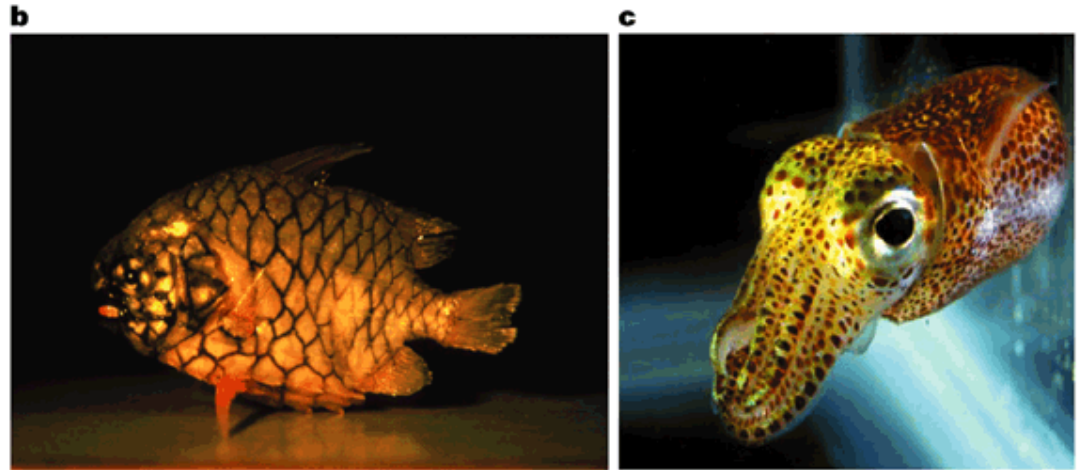
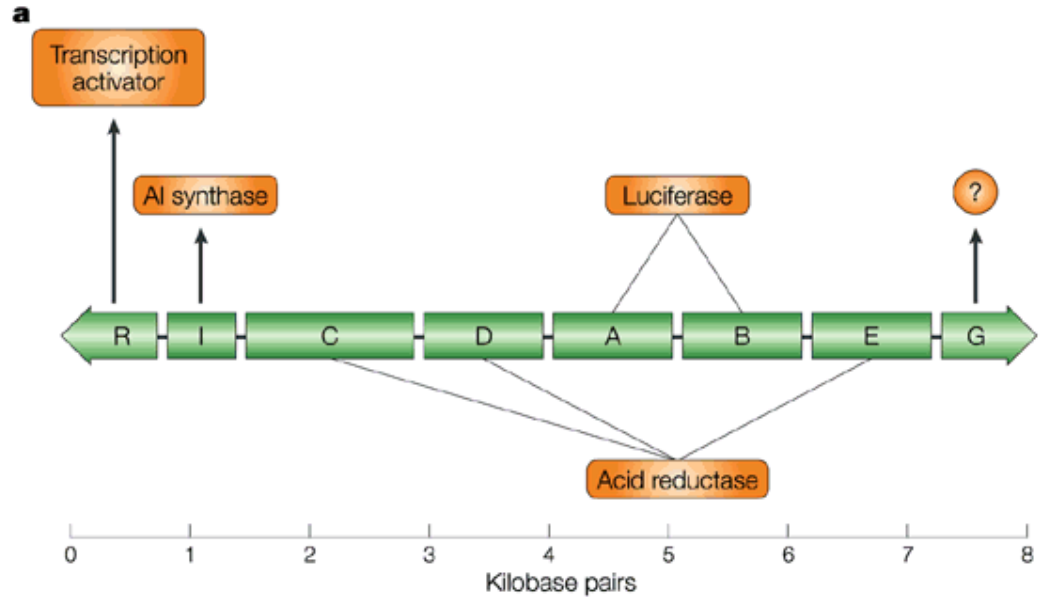
Quorum sensing em *Vibrio fischeri*

Bactéria Gram-negativa que emite fluorescência – Sistema Lux

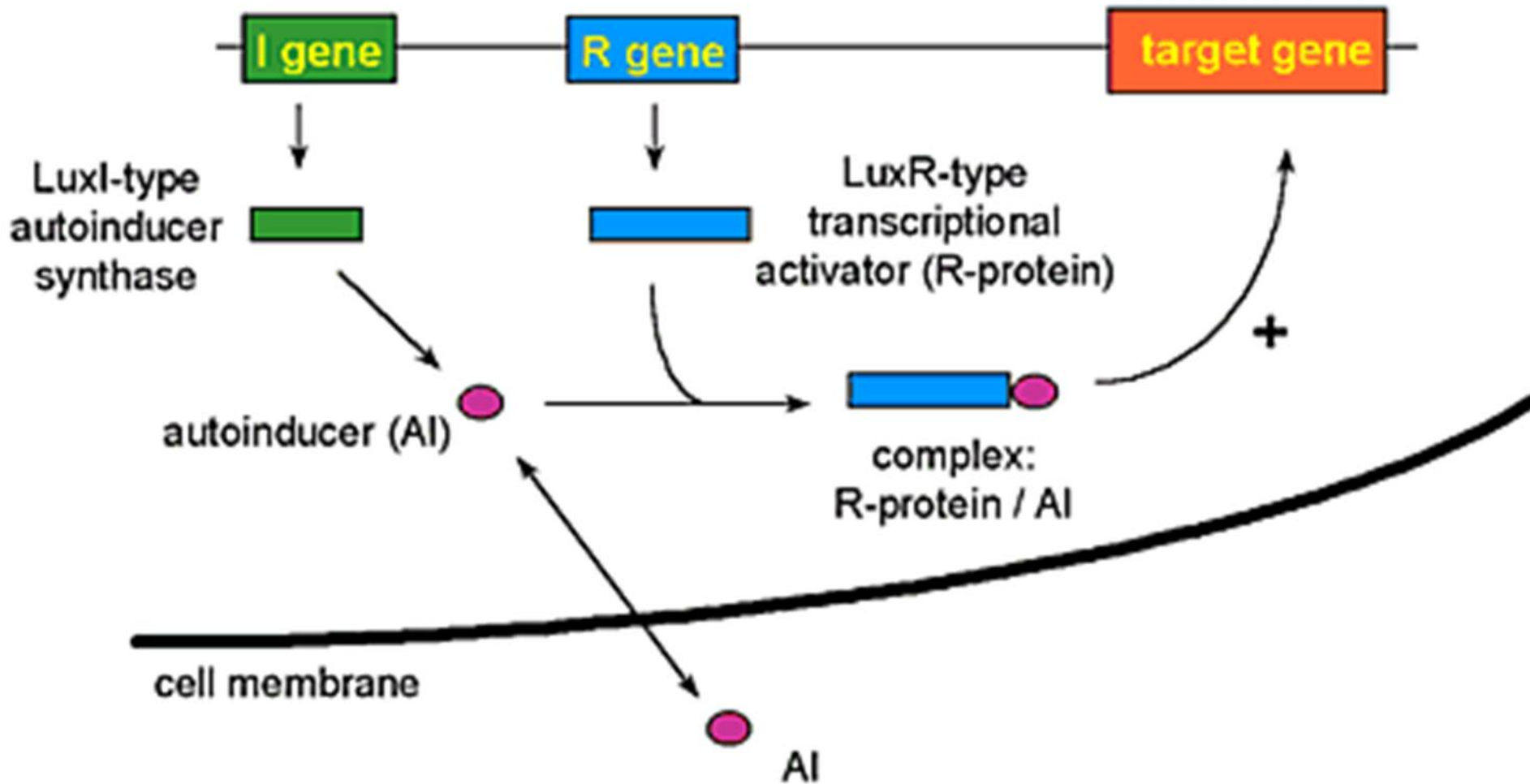
Expressão regulada por QS com a população entre 10^{10} e 10^{11}

Dia: bactéria é expelida para fora - densidade populacional baixa

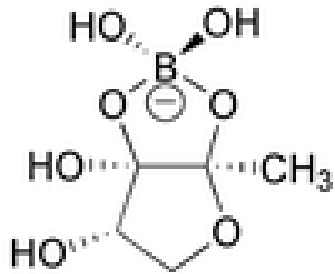
Noite: bactéria mantida no interior do molusco – densidade populacional alta - fluorescência



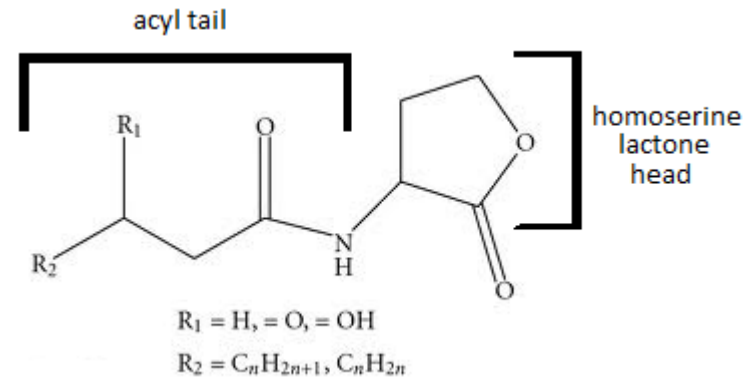
Regulação de genes por *quorum sensing*



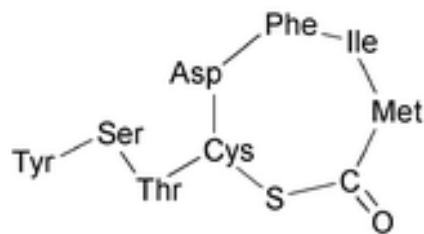
Moléculas envolvidas com *quorum sensing*



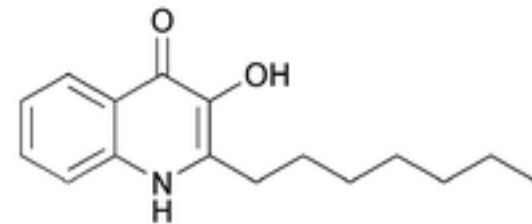
Autoindutor-2 (AI-2)
Ex. *Vibrio harveyi*



Acyl-homoserina lactonas (AHLs)
Ex. *Vibrio fischeri*

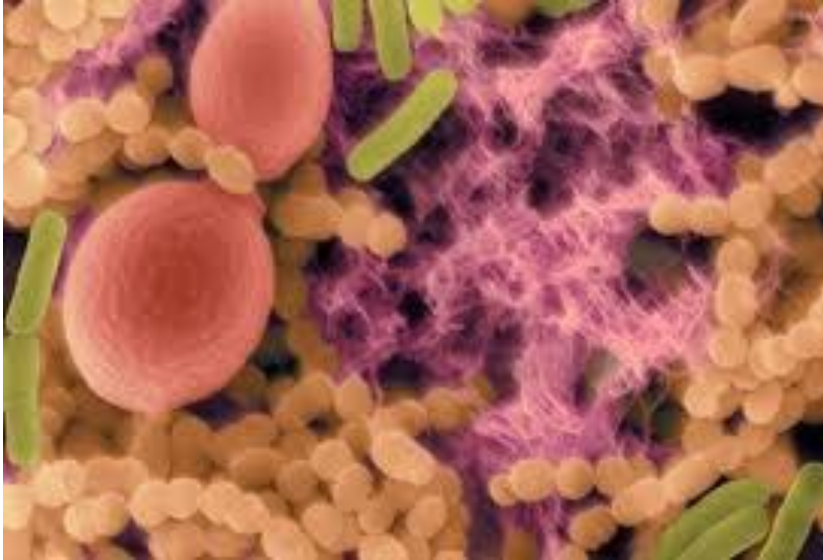


Peptídeo autoindutor (AIPs)
Ex. *S. aureus*



Pseudomonas quinolone signal (PQS)
Ex. *P. aeruginosa*

Biofilme sobre os dentes



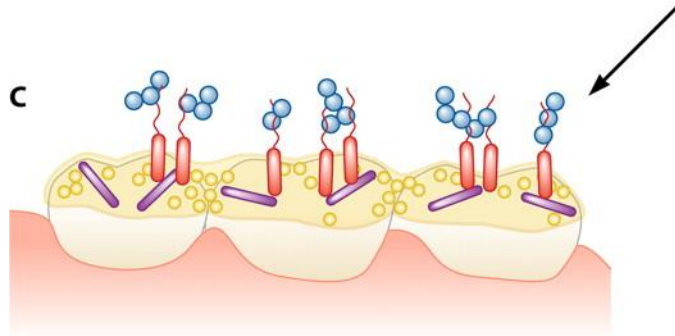
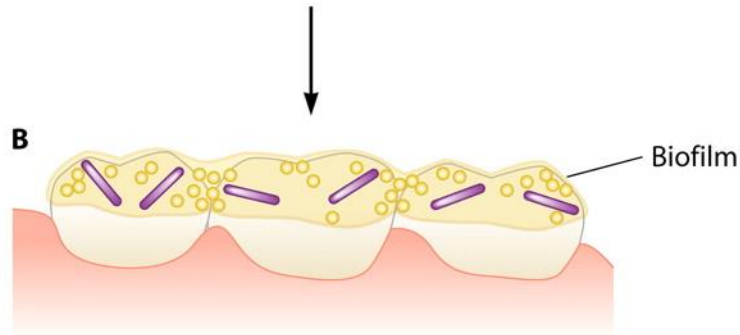
- ❖ Genes de fímbrias são positivamente regulados em *Porphyromonas gingivalis* na presença de placas dentárias;
- ❖ *P. gingivalis* não se adere à placa se *Streptococcus cristatis* estiver presente
- ❖ *P. gingivalis* se adere protamente à placa se *S. gordonii* estiver presente
- ❖ Exsudatos de *S. cristatis* reprime a expressão de genes de fímbrias de *P. gingivalis*.

Formação de biofilme polimicrobiano apresenta fases distintas

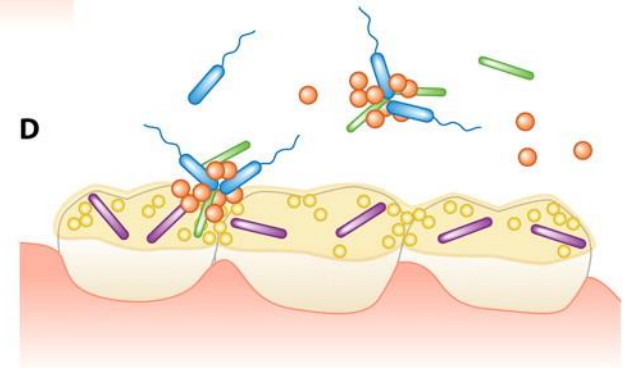
(A) Superfície biótica não colonizada (dentes).



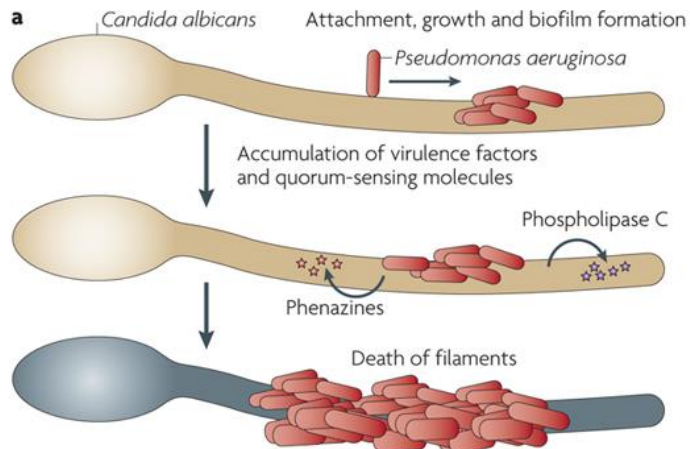
(B) Deposição de uma camada de resíduos promove a aderência de colonizadores primários e inicia o processo de coagregação.



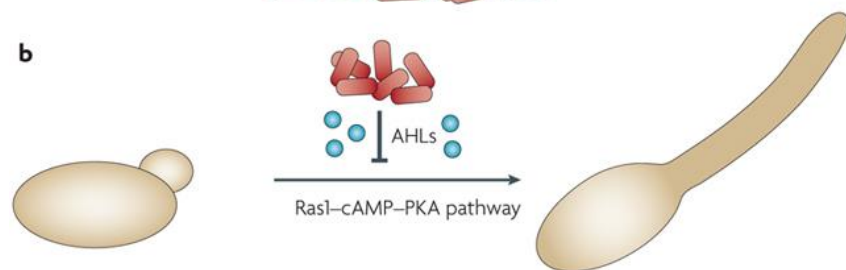
(C) Colonizadores primários permitem a adesão dos colonizadores secundários gerando um processo em cascata que leva à adesão de várias espécies.



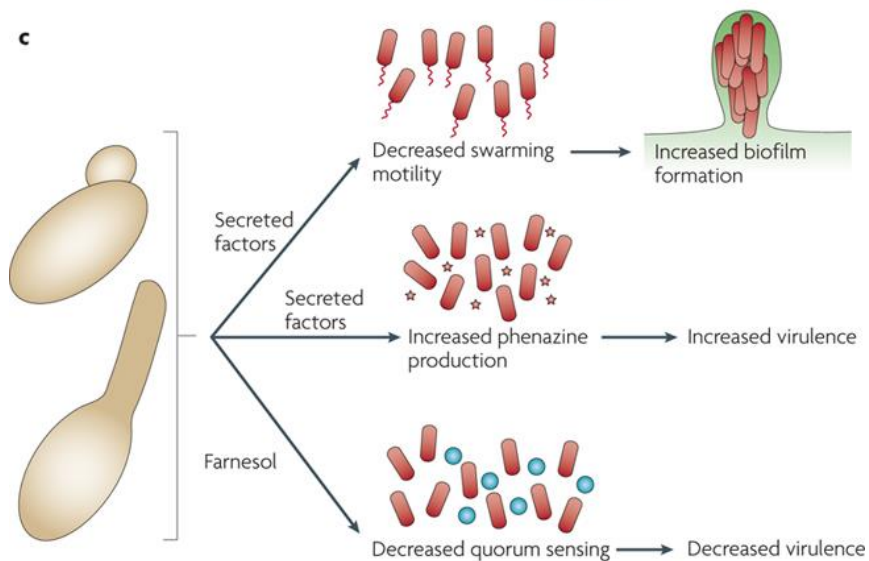
(D) Interações microbianas planctônicas podem alterar o perfil fenotípico e levar a formação de pre-agregados de células que então se prendem à superfície. Células não agregadas não conseguem aderir à superfície.



Pseudomonas aeruginosa can attach to the surface of *Candida albicans* hyphae (but not yeast cells) and form biofilms. Production of phospholipase C and phenazines by *P. aeruginosa* leads to the death of the fungal filament

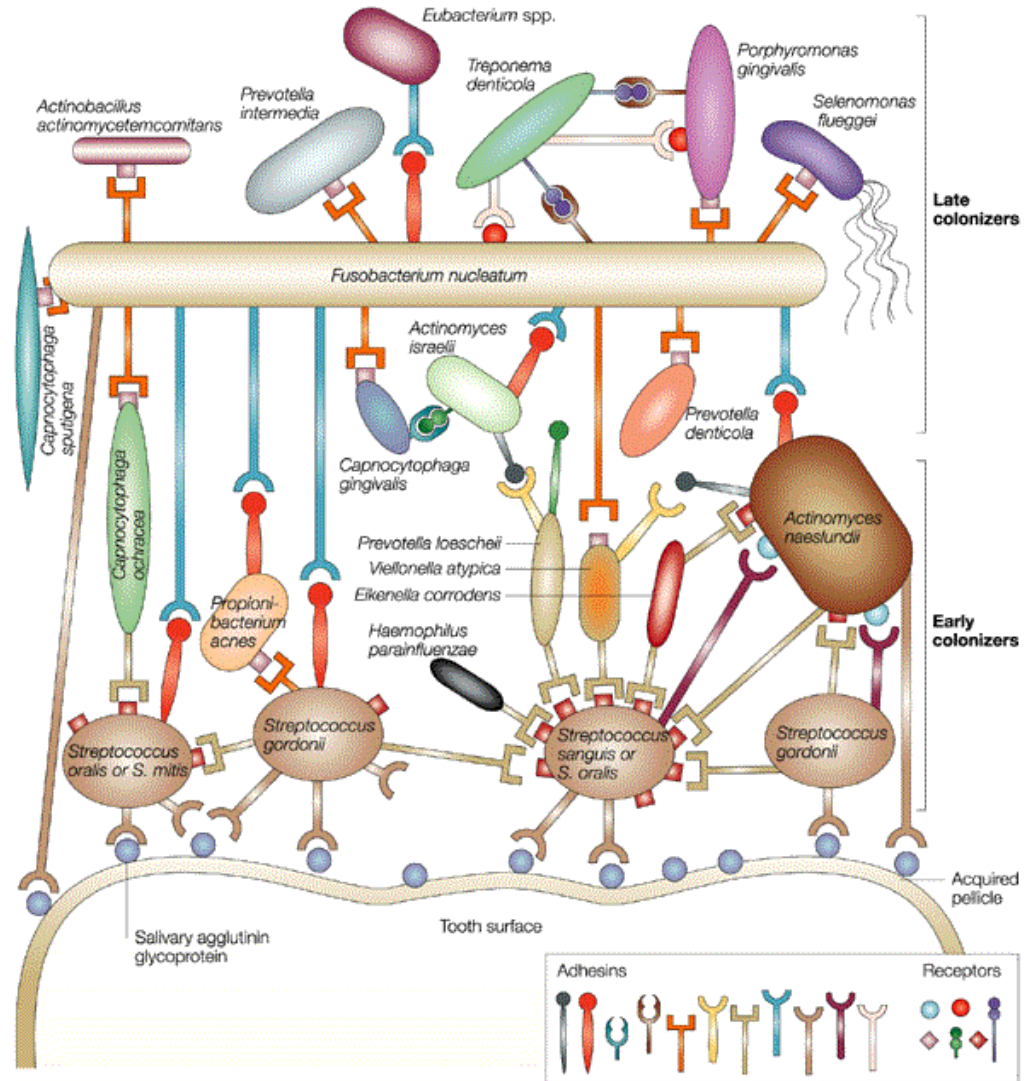


Homoserine lactones produced by *P. aeruginosa* inhibit hyphal growth in *C. albicans* thereby inhibiting filamentation of the fungus. Because yeast cells have increased survival in the presence of *P. aeruginosa*, the switch to growth as yeast may contribute to the coexistence of both species in mixed infections.



C. albicans modulates the behaviour of *P. aeruginosa* through the production of farnesol, which alters quorum-sensing regulation. Other uncharacterized *C. albicans* factors increase the production of virulence factors or alter swarming motility and biofilm formation.

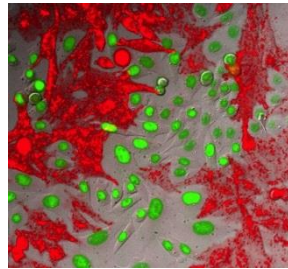
Biofilme sobre os dentes



Processos bacterianos envolvendo *quorum sensing*



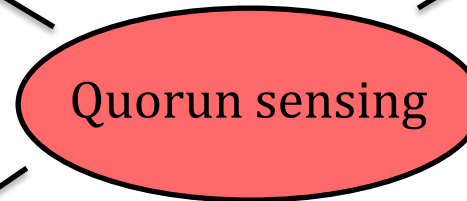
Interação com plantas



Interação com células de mamíferos



Biodegradação



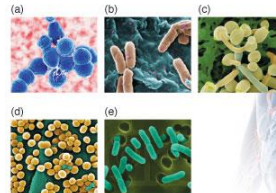
Fitopatogenicidade



Esporulação



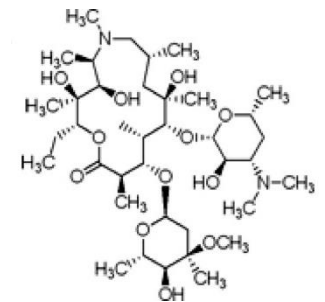
Fermentação



Patogenicidade



Biofilme



Biossíntese de antibióticos

Boa tarde...

