

# Ecologia oral

ECOLOGIA ORAL

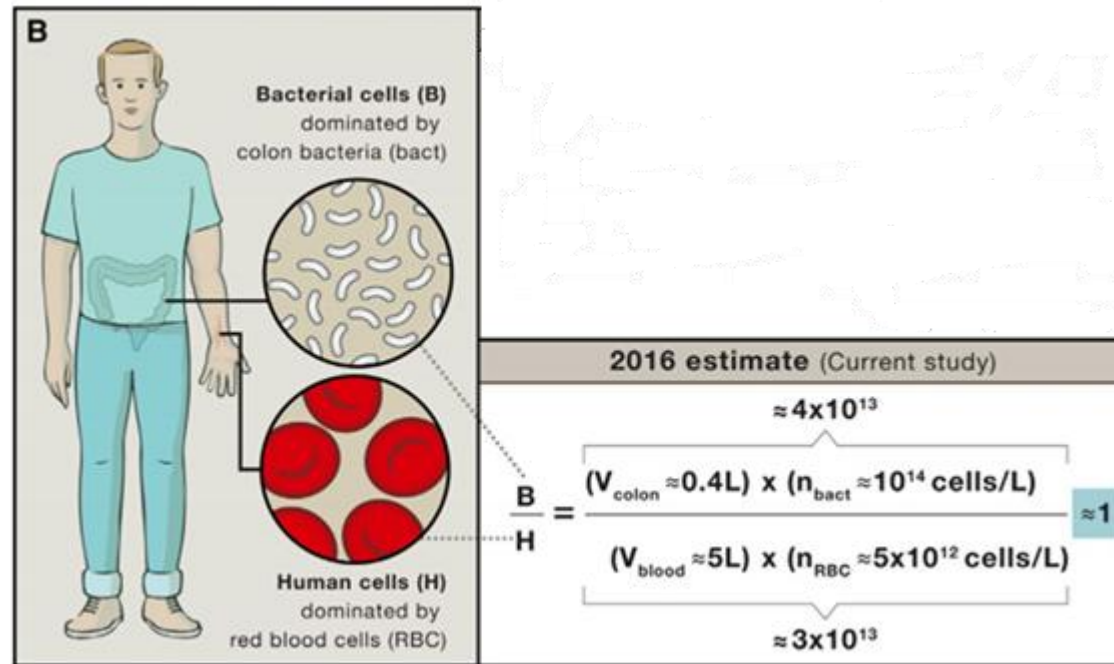
Objetivos da aula:

- A cavidade oral e sua microbiota
- Diversidade da microbiota oral
- Adquirindo a microbiota oral
- Fatores que interferem e controlam a microbiota oral

- **Profa. Dra. Maria Regina Simionato**
- **Depto. de Microbiologia ICB/USP**

# Microbiota residente (MR) ou indígena

## Comunidade microbiana que habita o homem



Sender 2016

FATO

Células Microbiota Residente : Células humanas ~1:1

CONSEQUÊNCIA

Relação estrutural e funcional entre o corpo humano e sua microbiota



# SUPERORGANISMO

Simon et al. 2019

Comunidade microbiana co-evoluiu  
milhares de anos com o hospedeiro  
e com os outros membros

Guo et al 2014



Consequências para a relação  
microbiota oral / cavidade oral

1. Equilíbrio e estabilidade entre microbiota e hospedeiro
2. Estabelecimento de relações cooperativas e relações competitivas entre os membros da microbiota oral
3. Grande rede de comunicação entre os membros da microbiota oral

# Relações entre a microbiota oral e o hospedeiro

Predominam relações simbióticas e de vantagens mútuas a nível estrutural, metabólico, nutricional e de proteção, favorecendo uma **coexistência harmoniosa**

**Benefícios que o hospedeiro oferece à microbiota:** nutrientes, temperatura, pH, habitat, etc

**Prejuízos que o hospedeiro pode causar à microbiota:** defesa do sistema imunológico, substâncias antimicrobianas, etc

**Benefícios que a microbiota oferece ao hospedeiro:**

1. Contribui para a defesa local; previne a invasão por patógenos;
2. Facilita a aquisição de nutrientes e a obtenção de energia dos alimentos;
3. Produz vitaminas e alguns fatores de crescimento;
4. Degrada compostos químicos e toxinas ingeridas;
5. Ajuda a maturação do sistema imune: mantém a integridade do epitélio e “educa” as defesas imunes inatas.

**Prejuízos que a microbiota pode causar ao hospedeiro:**

1. Causa doenças infecciosas **endógenas**: cárie dental, doenças periodontais, doenças de polpa e periápice, candidíase, actinomicose.

**Cavidade oral:** um dos sítios mais densamente colonizados do nosso organismo

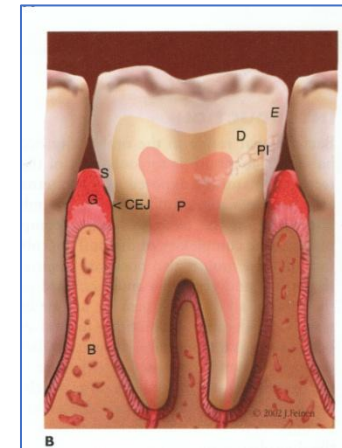
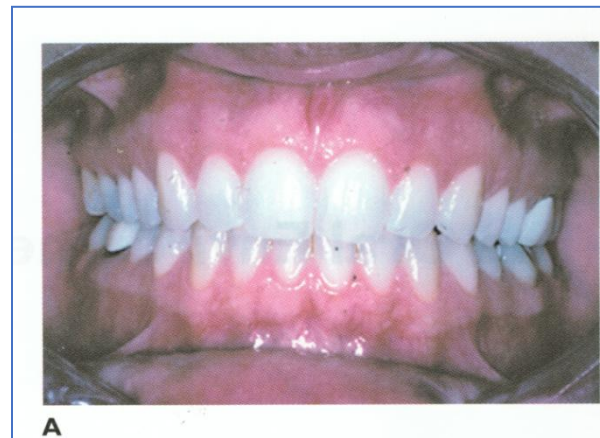
**GRANDE DIVERSIDADE AMBIENTAL**



**∴ resulta em comunidades microbianas distintas em cada sítio**

**Sítios intraorais com  
microbiota  
característica**

- Mucosas lisas bucais
- Palato duro
- Dorso lingual
- Gengiva queratinizada
- Saliva
- Placa supragengival
- Placa subgengival



# Diversidade da microbiota oral

Microbiota oral normal = microbiota residente

## Microbiota:

Cultura e identificação de microrganismos

## Microbioma:

Sequenciamento de DNA

Genes conservados de importância taxonômica (16S e 18S rRNA)

NIH Human Microbiome Project ; Li et al. 2013

Domínios da vida na microbiota oral humana

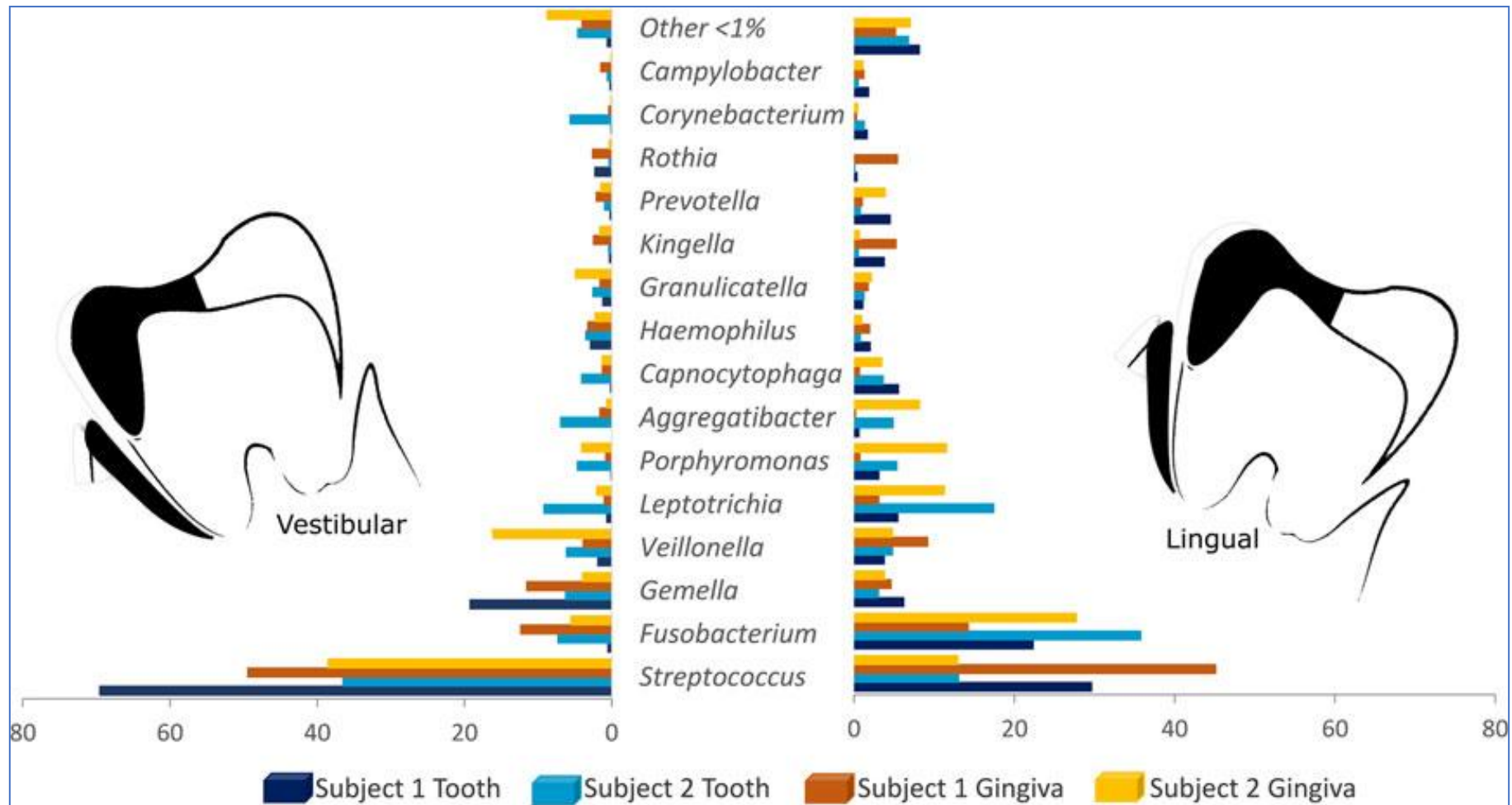
**Bactérias**, Fungos, Archaea, Virus e Protozoários

## Microbiota oral residente:

- **Estabilidade:** presença/detecção de um grupo de gêneros e espécies ao longo de tempo na maioria dos indivíduos em condição de saúde bucal
- **Flexibilidade:** a proporção desses gêneros e espécies pode variar de indivíduo/indivíduo e de sítio/sítio dentro do mesmo indivíduo em condição de saúde bucal

# Diversidade da microbiota oral

## Estabilidade e Flexibilidade



Variabilidade intra- e inter-individual

# Adquirindo as comunidades microbianas orais

## A aquisição da microbiota oral é pós-nascimento\*



cantinhodamamae.com.br



bebemamae.com

### 1. Transmissão

✓ A principal via de transmissão é vertical, através do contato íntimo entre mãe e bebê

✓ Pai e pessoas que cuidam do bebê

✓ Transmissão horizontal entre irmãos

Mira et al. 2017

\*existem evidências clínicas da presença de micro-organismos de origem oral na placenta, sangue do cordão umbilical, fluido amniótico e mecônio  
∴ pré-nascimento



br.guiainfantil.com



br.pinterest.com

O microbioma da placenta é semelhante ao microbioma oral

Zaura et al. 2014



# Adquirindo as comunidades microbianas orais

Nem tudo o que é transmitido é adquirido

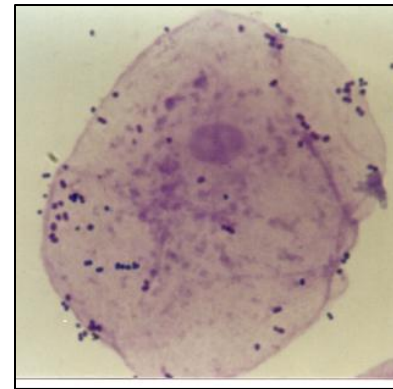
## 2. Aquisição

- Estabelecimento de **espécies pioneiras**

Células epiteliais bucais : *Streptococcus salivarius*



priidonto



Simionato 2003

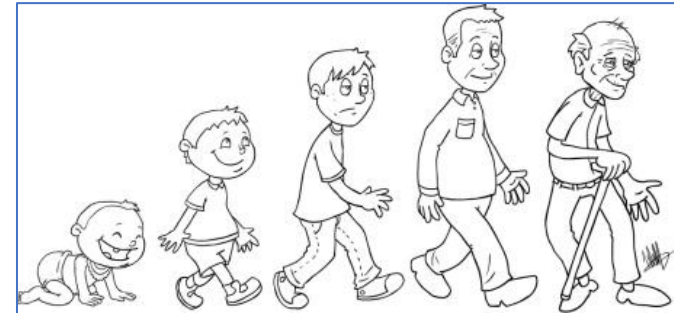
Produtor de potente bacteriocina contra *Streptococcus pyogenes*

Condições anatômicas e ecológicas favorecem microbiota anaeróbia facultativa e com mecanismos de adesão às mucosas orais (células epiteliais)

# Colonização da cavidade oral

## 3. Sucessão

- Aumento da diversidade microbiana  
*Alterações dramáticas ocorrem na **anatomia** da cavidade oral (erupção de dentes), na **resposta imune** e na **dieta** durante a infância e durante a vida*



priodontto



educacional.cpb.com.br



dentição decidua.blogspot.com



saude.abril.com.br



studiogorga.com.br

Uma vez estabelecido o microbioma, existem mecanismos de manutenção tanto derivados do hospedeiro como do próprio microbioma (resistência de colonização) que lhe conferem **estabilidade**.

Fatores que interferem e controlam  
a microbiota oral:

Fatores físico-químicos

Fatores do hospedeiro

Fatores microbianos

Fatores que interferem e controlam  
a microbiota oral:

## **Fatores físico-químicos**

Fatores do hospedeiro

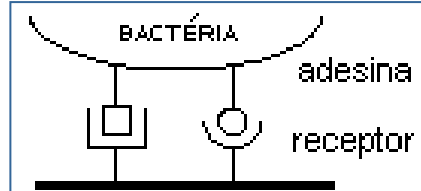
Fatores microbianos

# Aderência ou adesão microbiana

Alto grau de especificidade

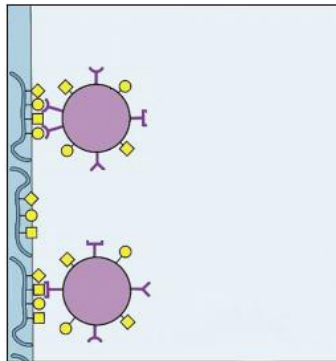


Complexo sistema de reconhecimento

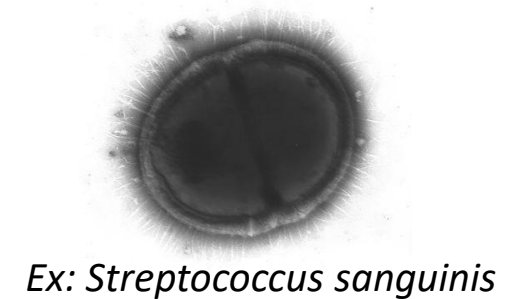
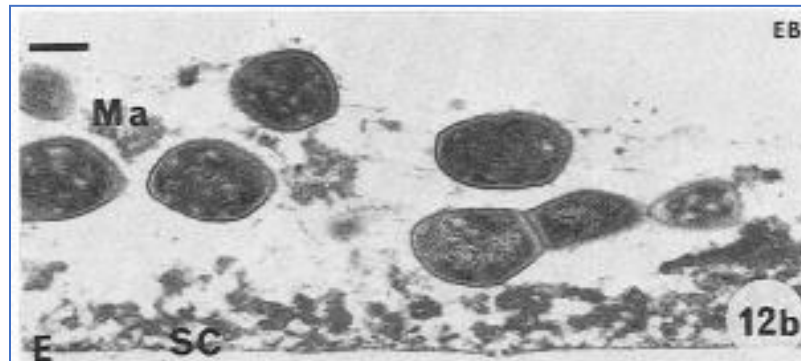


## 1. Adesão às superfícies orais (dentes e mucosas)

Superfície dental

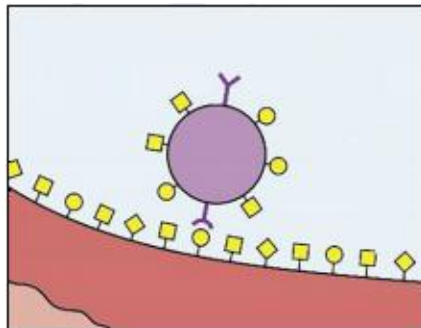


Adaptado de Cross e Ruhl 2018

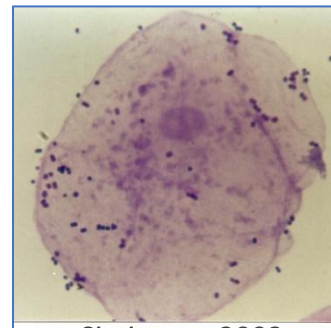


Ex: *Streptococcus sanguinis*

Mucosas



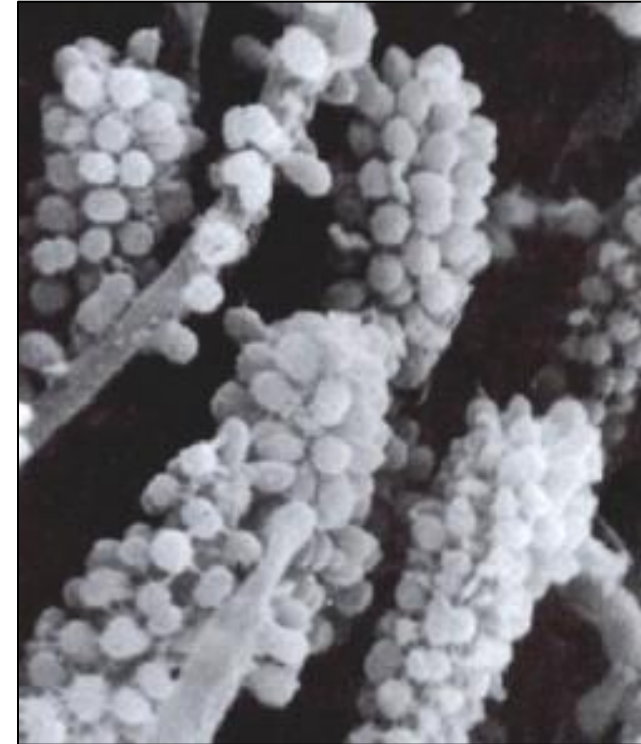
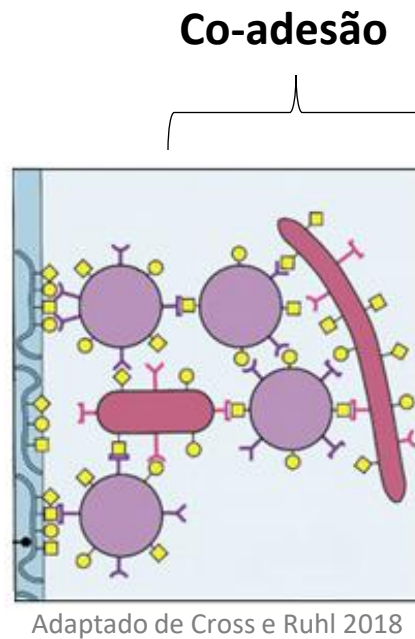
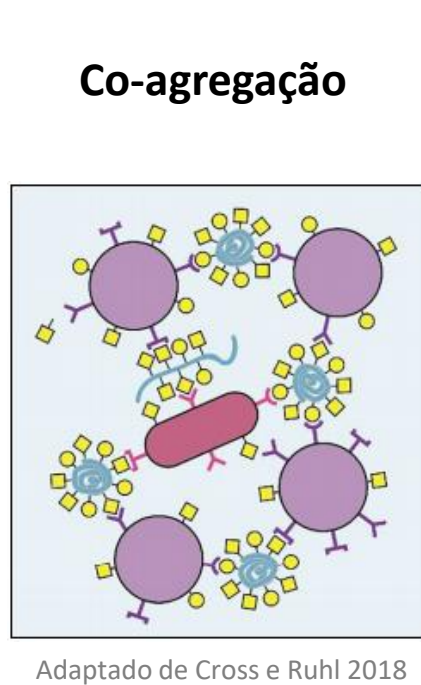
Adaptado de Cross e Ruhl 2018



Simionato 2003

Ex: *Streptococcus salivarius*

## 2. Adesão intermicrobiana: coagregação e coadesão



### Retenção mecânica

Sulcos, fóssulas, fissuras ou cavidade de cárie (Ex: Lactobacilos)

Sulco gengival ou bolsa periodontal (Ex: bactérias móveis)

# Nutrientes

## 1. Primários (endógenos)

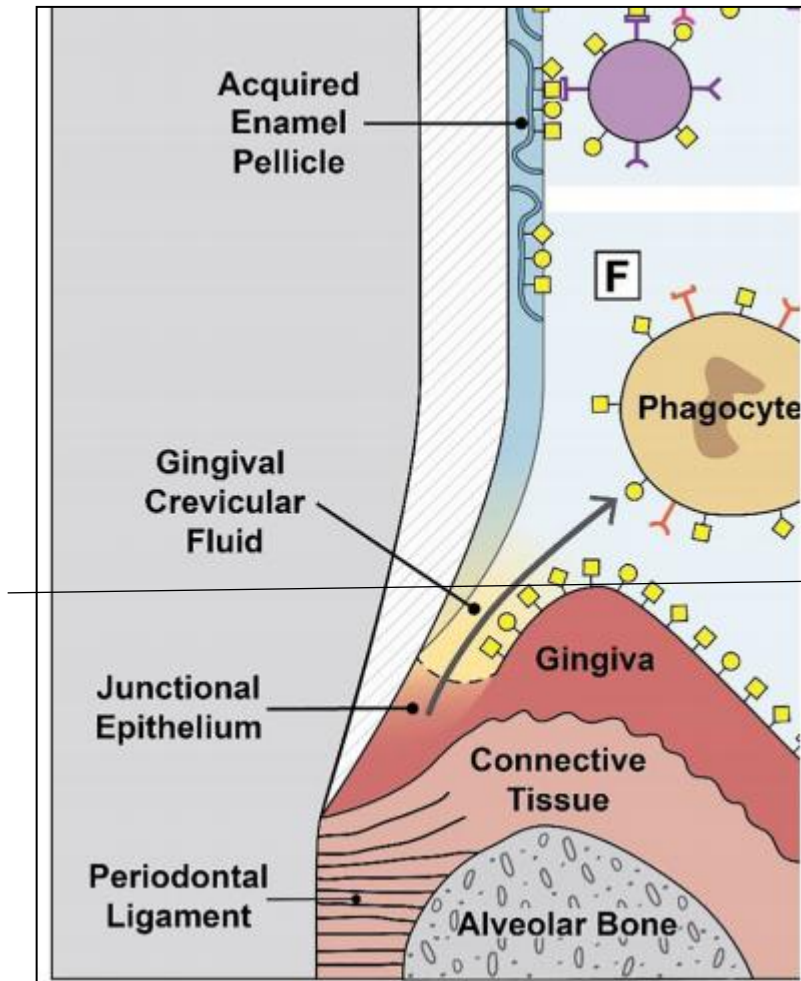
Quem são???

- **Glicoproteínas, carboidratos:** Presentes principalmente na saliva
- **Proteínas:** Presentes tanto na saliva como no fluido gengival
- **Produtos microbianos:** Presentes tanto na saliva como no fluido gengival

Onde estão???

## 2. Dieta do hospedeiro (exógeno)

# FATORES NUTRICIONAIS



Adaptado de Cross e Ruhl 2018

Nutre

**SALIVA**

Região supra-gengival

Região sub-gengival

**FLUIDO GENGIVAL**

Nutre



## Nutrientes primários (endógenos)

### SALIVA

Principal nutriente da **microbiota supragengival**

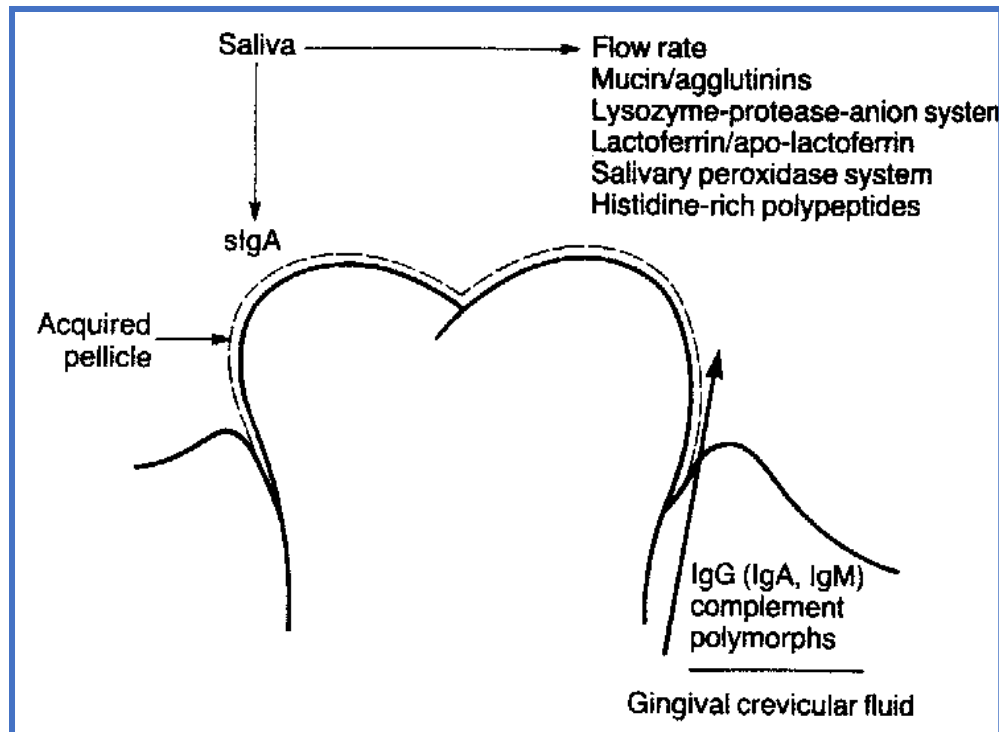
#### Nutrientes:

- > 99% de água
- 0,5% compostos orgânicos : **proteínas (glicoproteínas)**, carboidratos, lipídios, aminoácidos, uréia, amônia, vitaminas
- 0,25 % compostos inorgânicos: cálcio, flúor, fosfato

# Nutrientes primários (endógenos)

## FLUIDO GENGIVAL

- Principal nutriente da **microbiota subgengival**



### Nutrientes:

- Proteínas
- Lipoproteínas
- Hemina

## Nutrientes primários (endógenos)

### PRODUTOS MICROBIANOS

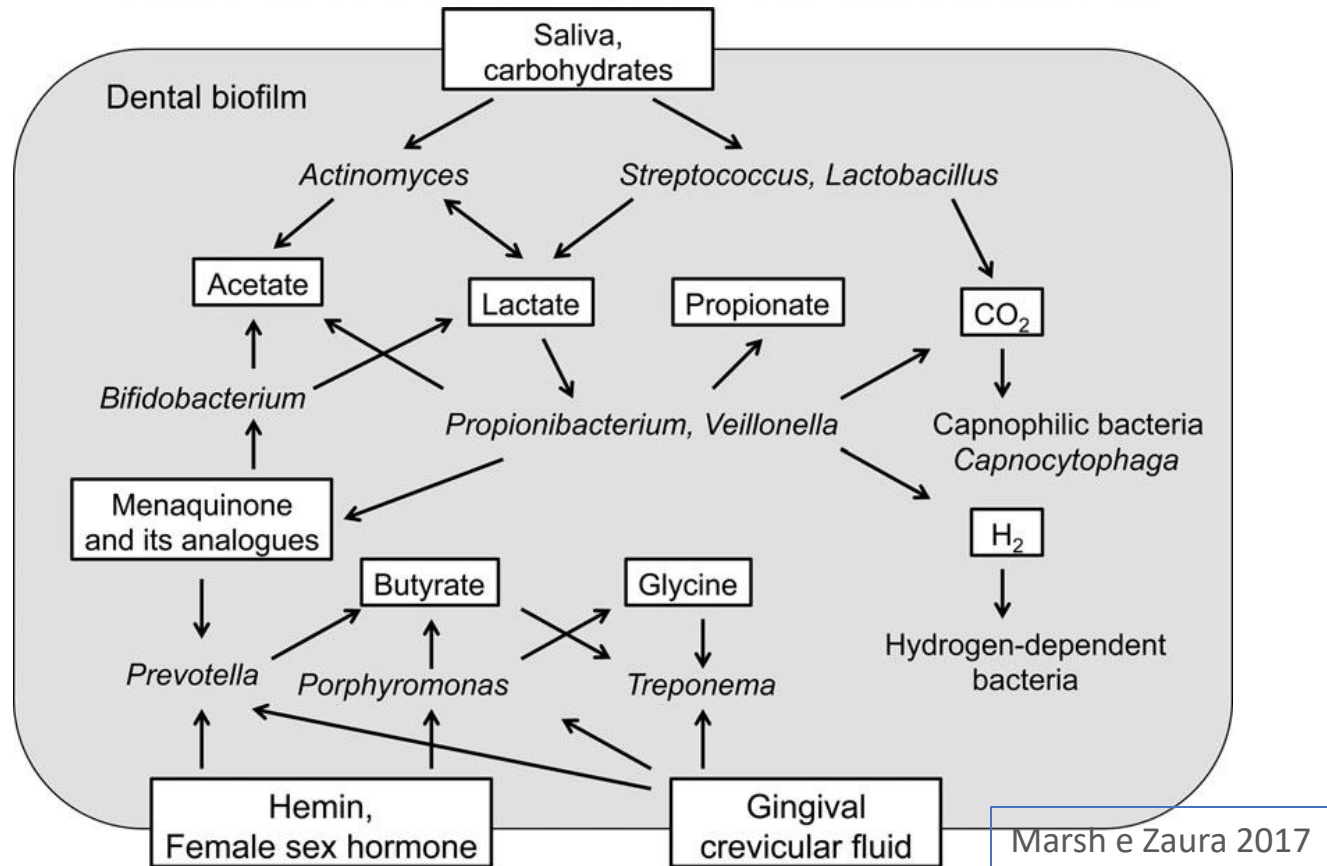
## Nutrientes da **microbiota supra e subgingival**

Interações nutricionais complexas se desenvolvem nas comunidades microbianas quando o **produto do metabolismo de um micro-organismo (primário) se torna fonte de nutrientes para outro (secundário)**



**Cadeias ou redes alimentares**

# PRODUTOS MICROBIANOS



As inter-dependências nutricionais contribuem para a **estabilidade** temporal e **resiliência** das comunidades microbianas orais

# Nutrientes primários (endógenos)



# Nutrientes

## 1. Primários (endógenos)

- **Glicoproteínas, carboidratos:** Presentes principalmente na saliva
- **Proteínas:** Presentes tanto na saliva como no fluido gengival
- **Produtos microbianos:** Presentes tanto na saliva como no fluido gengival

## 2. Dieta do hospedeiro (exógeno)

- Interfere qualitativa e quantitativamente na microbiota do biofilme supragengival na dependência da frequência da ingestão e da sua composição.

Quem são???

Onde estão???

# Dieta do hospedeiro (exógeno)

## COMPLEXA E ALTAMENTE VARIADA

- **Composição do alimento:** proteína, carboidrato, lipídio
- **Tipo de carboidrato**
  - Sacarose, glicose, frutose
  - Amido, amido processado
  - Sacarose + amido
- **Consistência:** sólido, líquido ou pastoso
- **Uso de substitutos da sacarose:** Sucralose, Aspartame, Sorbitol, Eritritol, Xilitol
- **Frequência de ingestão:** Às refeições ou no intervalo entre as refeições



- Interfere qualitativa e quantitativamente na microbiota do biofilme supragengival na dependência da frequência da ingestão e da sua composição.



MUITO IMPORTANTE NO RISCO E DESENVOLVIMENTO DE CÁRIE DENTAL

# Potencial de óxido-redução (Eh)

Fator determinante do estabelecimento da microbiota em qualquer ambiente

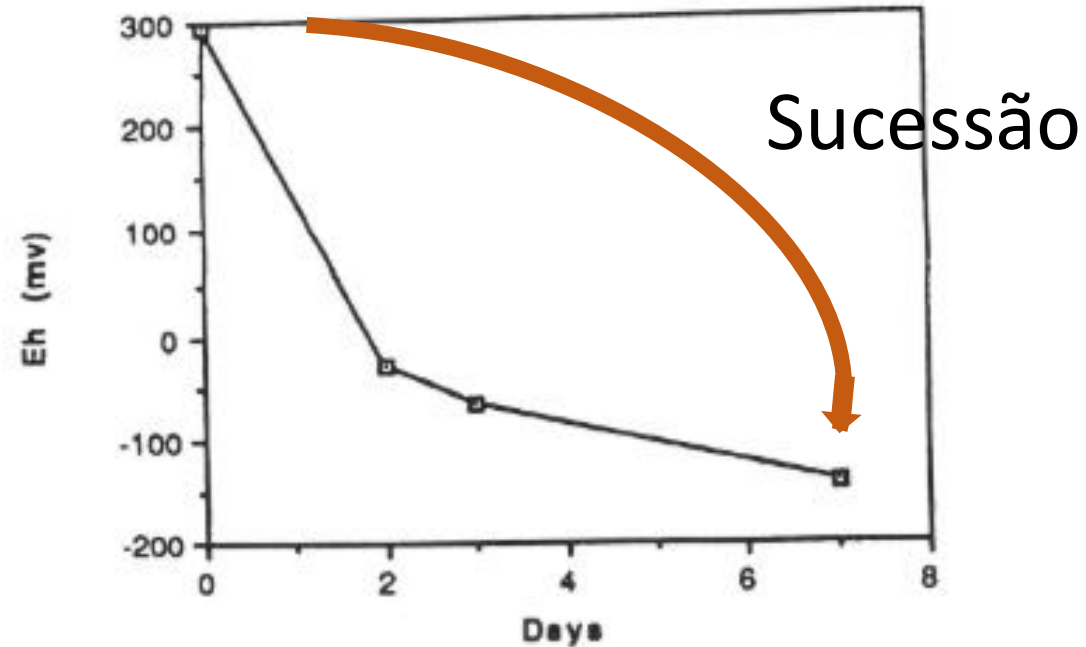
- Anaeróbios
- Facultativos
- Capnofílicos
- Microaeróbios
- Aeróbios

Maioria



# Potencial de óxido-redução (Eh)

## Biofilme dental



**Colonizadores iniciais:** usam  $O_2$  liberam  $CO_2$

**Colonizadores tardios:** liberam  $H_2$  e produtos sulfurados

↓ Eh

## **pH**

Valor médio do **pH da saliva = 6,75 a 7,25** (capacidade tampão)

## **Temperatura**

**Temperatura média: 36 a 36,8°C**

(condições compatíveis com a maioria da microbiota oral)

Fatores que interferem e controlam  
a microbiota oral:

Fatores físico-químicos

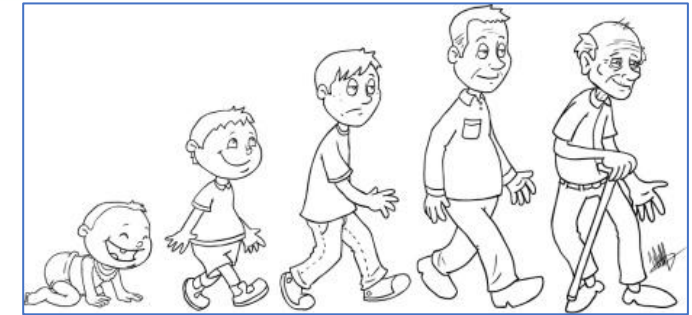
**Fatores do hospedeiro**

Fatores microbianos

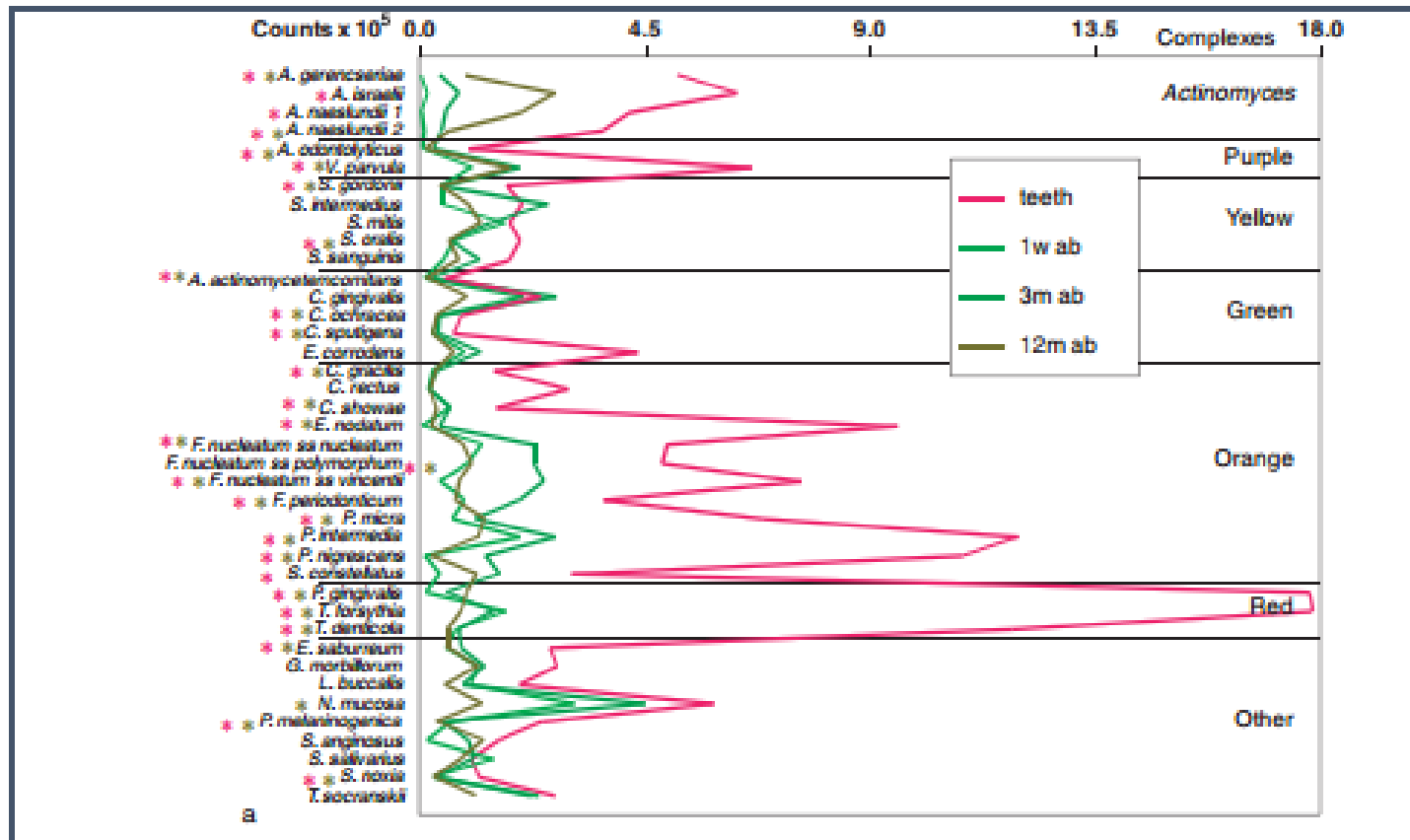
# Presença ou ausência de dentes



priiodonto



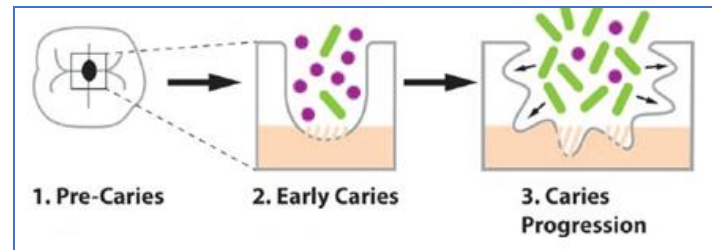
Mudanças nas contagens de DNA bacteriano por checkerboard



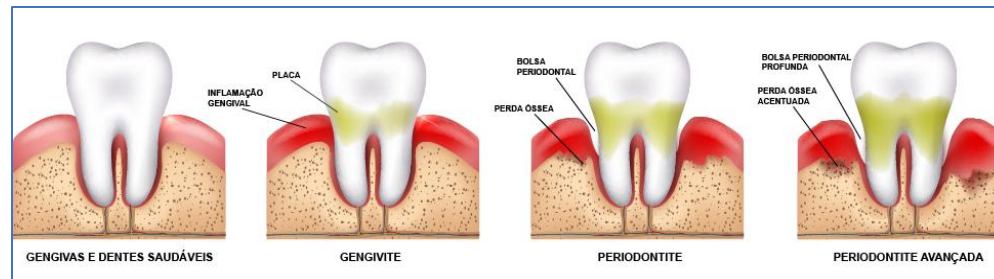
Quiryren e Van Assche, 2011

# Integridade dos dentes ou de seus tecidos de sustentação

Lesão de  
cárie



Bolsa  
periodontal



**Alterações na microbiota:**

1. > número de microrganismos
2. diferentes microrganismos

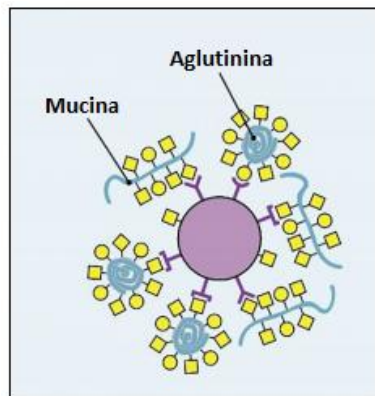
- Sulcos e fissuras do esmalte, lesões de cárie, áreas retentivas interproximais, sulco gengival, bolsa periodontal, próteses  
    ➔ retenção mecânica de microrganismos
- *Lactobacillus*, bactérias móveis, leveduras

# Saliva: funções

- Fonte de nutrientes **endógenos**

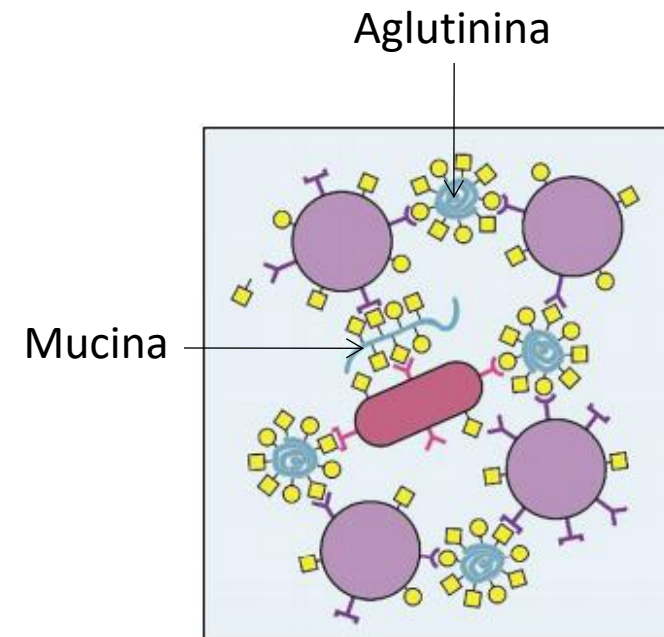
Proteínas (glicoproteínas), carboidratos, etc  
Calcio, flúor e fosfato

- Fluxo de lavagem { variação dia/noite  
estimulada/não estimulada



Adaptado de Cross e Ruhl 2018

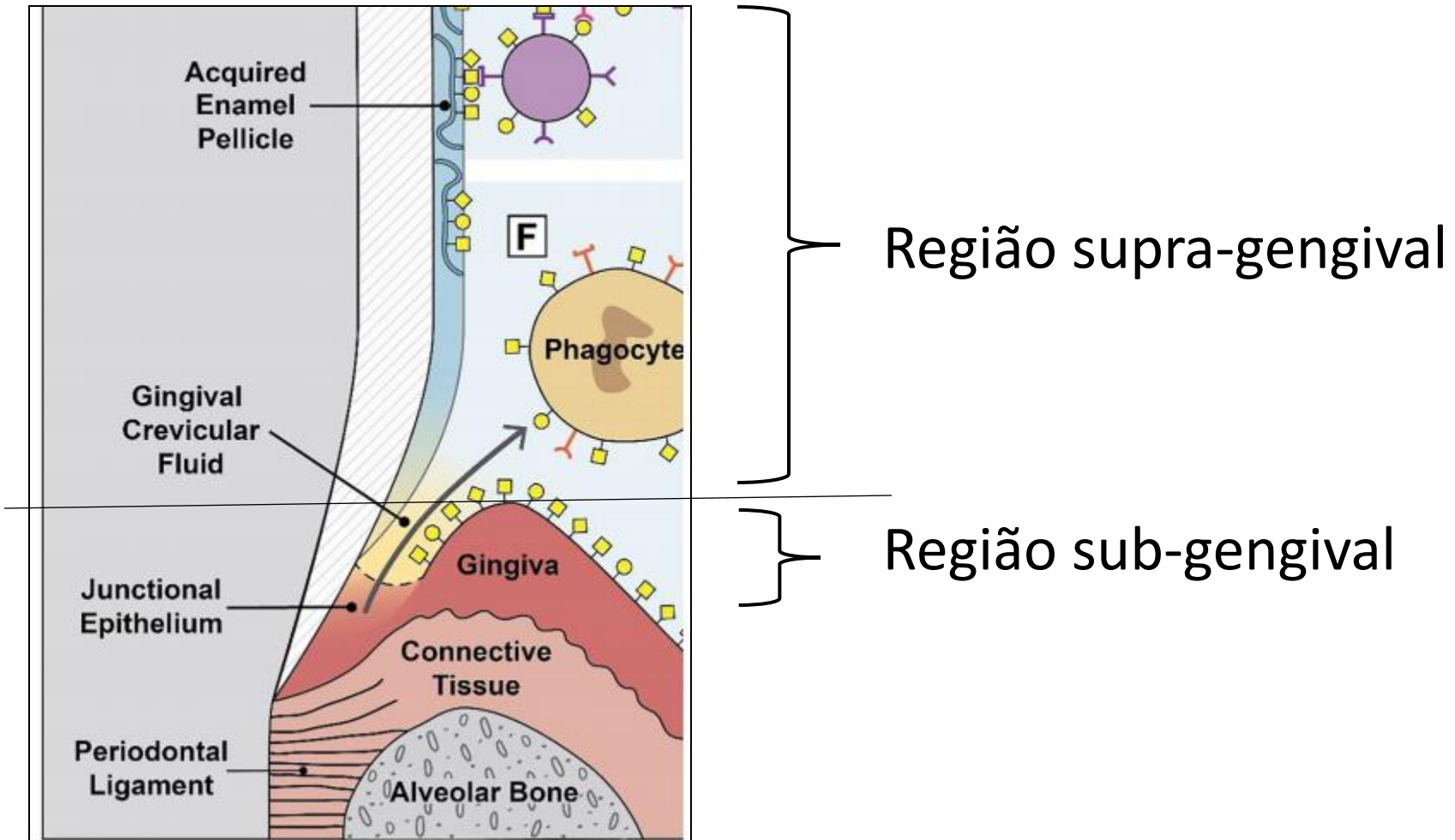
Possui mucinas/aglutininas que agregam microrganismos, facilitando a sua remoção



Adaptado de Cross e Ruhl 2018

- Capacidade tamponante: manutenção do pH
- Forma a película adquirida na superfície do dente: interfere na colonização da placa dental
- Fatores antimicrobianos: lisozima, lactoferrina, IgA-S

# Fluido gengival



# Fluido gengival: produção/formação

Número de microrganismos no SG

Baixo



Pequena agressão  
Pouca inflamação  
Pouco edema



Volume do FG: pequeno

Sítios saudáveis: 0,3 µl/dente/h

Número de microrganismos no SG

Alto



Grande agressão  
Muita inflamação  
Muito edema



Volume do FG: grande



# Fluido gengival: funções

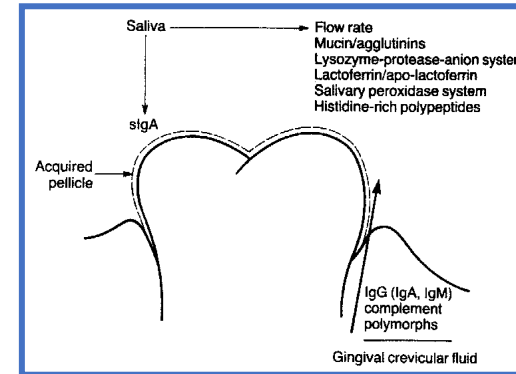
- Fonte de nutrientes  
(endógenos)

Proteínas  
Lipoproteínas  
Hemina

- Fluxo de lavagem

Sítios saudáveis 0,3 µl/dente/h  
Fluxo ↑ na inflamação

- Fatores com atividade antimicrobiana: componentes do sistema imune do hospedeiro tais como células de defesa, imunoglobulinas (IgG e IgM) e sistema complemento



# Higiene oral

Remoção mecânica da placa dental

Controle químico da placa dental



Redução quantitativa da microbiota  
(manutenção da homeostase)

# Fatores sistêmicos

## Redução de fluxo salivar

### Causas:

**Patológicas:** infecção crônica das glândulas salivares, síndrome de Sjögren, diabetes, hipertensão

**Iatrogênicas:** radioterapia de cabeça e pescoço e uso de medicamentos que têm como efeito colateral a redução de fluxo salivar

### Consequências:

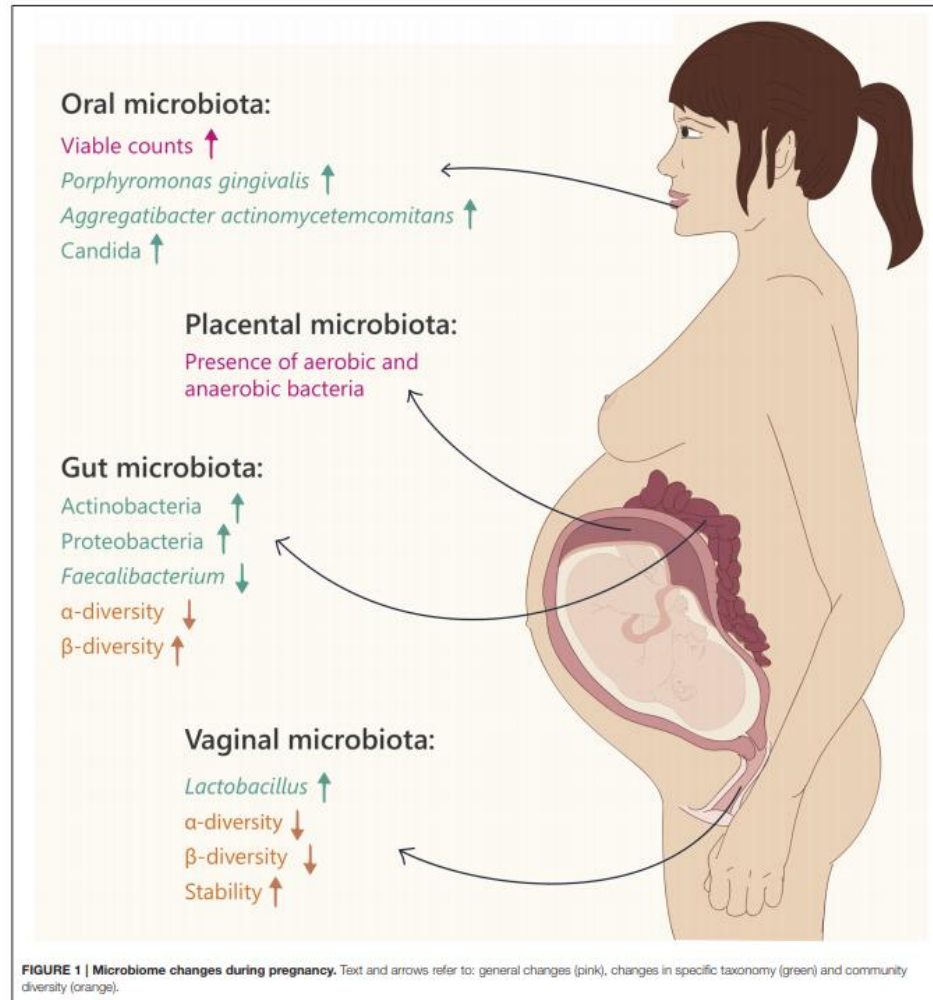


### **Capacidade de limpeza da cavidade bucal prejudicada**

- remoção mecânica de micro-organismos prejudicada
  - liberação oral da dieta prejudicada

# Gestação

## Progesterona e estrógeno: Afetam a microbiota oral durante a gravidez?



Mecanismos de influência sobre a microbiota oral permanecem ainda não totalmente esclarecidos

Nuriel-Ohayon et al. 2016

Fatores que interferem e controlam  
a microbiota oral:

Fatores físico-químicos

Fatores do hospedeiro

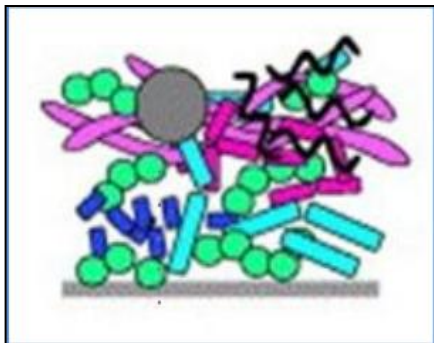
**Fatores microbianos**

# Interações positivas ou cooperativas: mutualismo, comensalismo e sinergismo

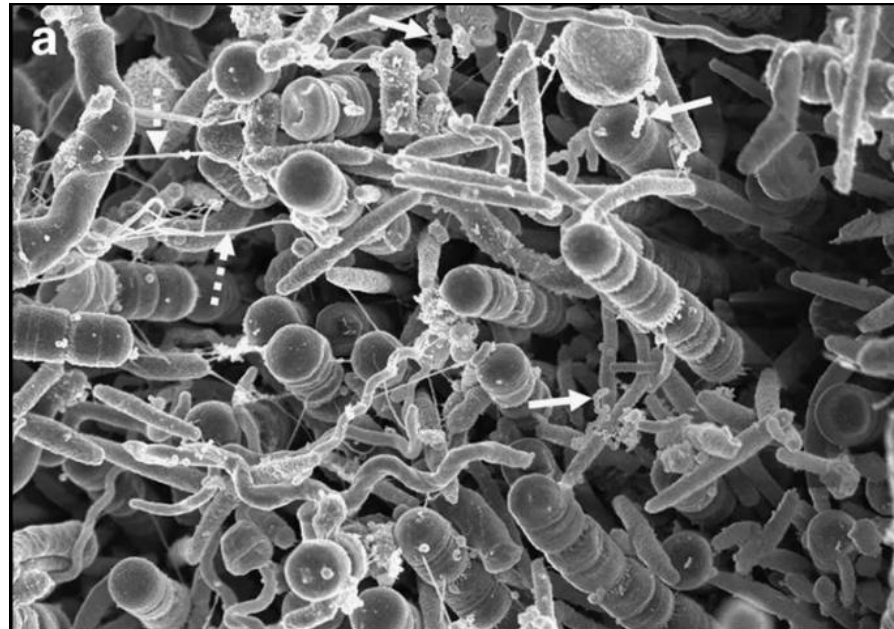
Resultam em benefício de uma **ou** das espécies associadas

- **Co-adesão**
- **Formação de biofilme**

Além da ancoragem, a proximidade facilita as demais interações



Adaptado de Jenkinson e Lamont  
Trends in Microbiology, 2005.



Adaptado de Halliday et al. BDI Open, 2015.

# Interações positivas ou cooperativas: mutualismo, comensalismo e sinergismo

- **Interações nutricionais e**

- **Interações fisiológicas**

- Complementação enzimática → favorece o aproveitamento de nutrientes primários complexos;

- Cadeia alimentar

Ex: *Veillonella* e *Streptococcus*

- **Sinalização**

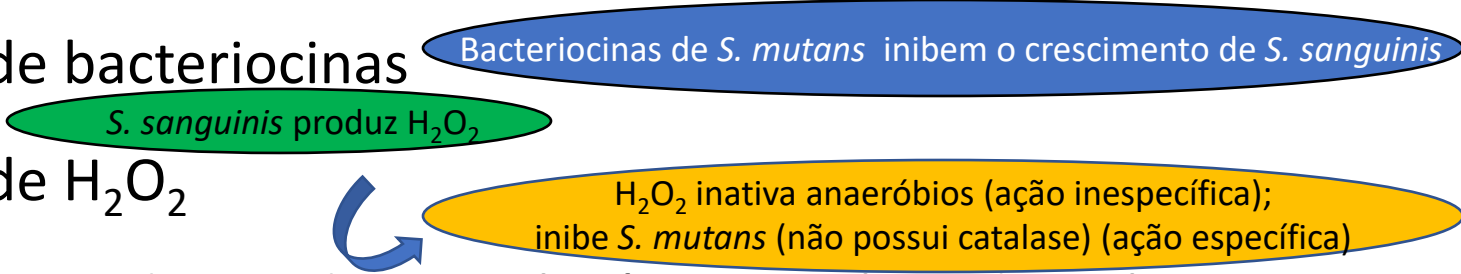
Permite a adaptação a estresses ambientais, desenvolvem competência, regulam a expressão de genes envolvidos na formação de biofilmes e capacidade de patógenos causarem doenças

- **Transferência de genes**

Transferência horizontal de genes  
(Transformação, Conjugação e Transdução)  
Aumentam a capacidade adaptativa a mudanças no ambiente oral

# Interações negativas ou antagonistas: competição e antagonismo

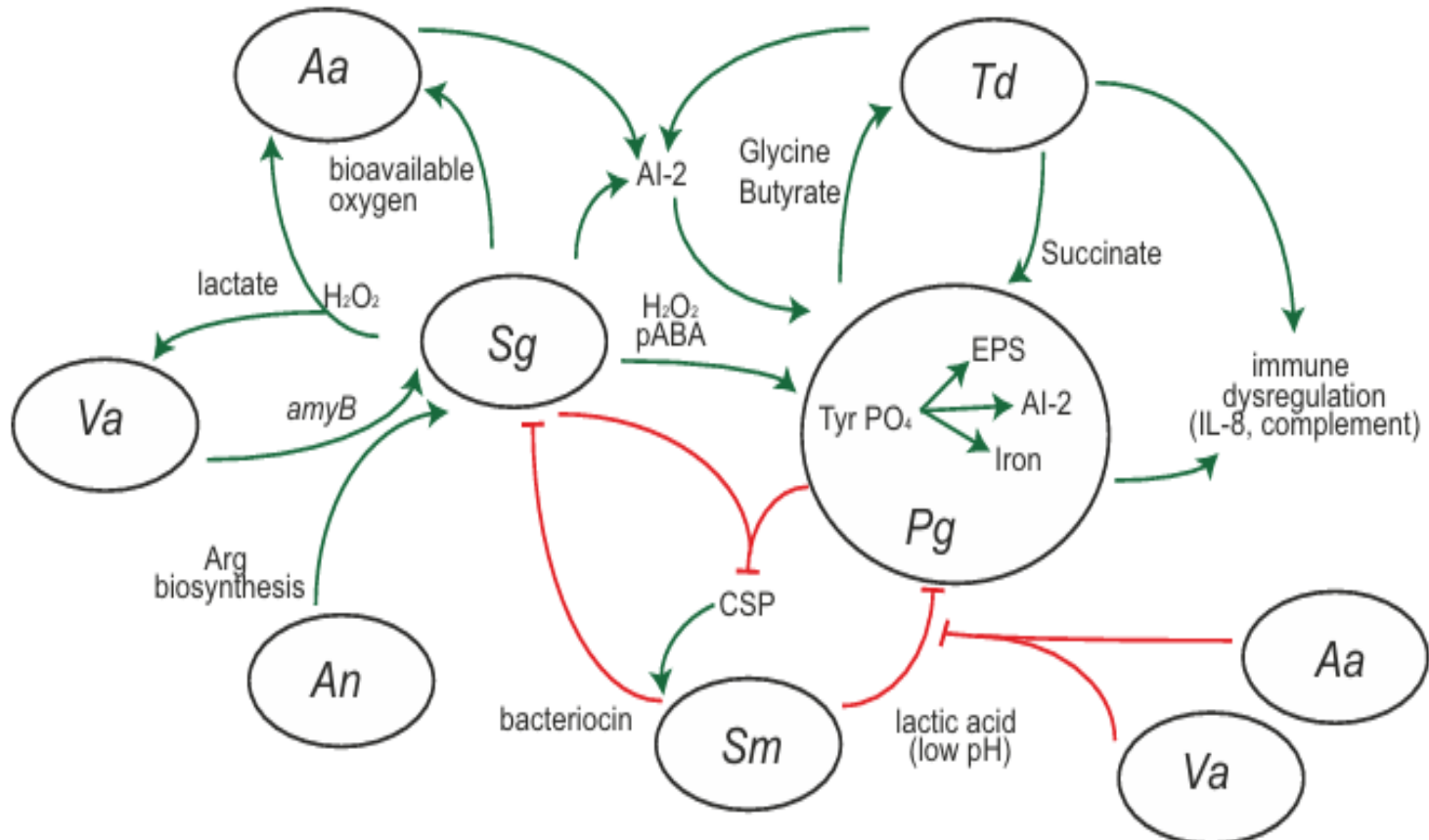
Resultam em prejuízo de uma **ou** das espécies associadas  
Ação específica ou inespecífica

- Competição por nutrientes essenciais
- Produção de bacteriocinas 
- Produção de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
- Geração de condições de pH inibitórias na placa dental
- Bacteriófagos

Além de importantes na manutenção do equilíbrio da microbiota comensal, o antagonismo é também um mecanismo que previne bactérias exógenas de colonizarem a cavidade oral (resistência à colonização)



# Interações microbianas no biofilme oral



*Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (Aa)  
*Veillonella atypica* (Va)  
*Actinomyces naeslundii* (An)  
*Streptococcus gordonii* (Sg)  
*Streptococcus mutans* (Sm)  
*Porphyromonas gingivalis* (Pg)  
*Treponema denticola* (Td).

Miller e Lamont 2020

As interações positivas ou sinérgicas são mostradas com setas em verde e as antagónicas em vermelho