



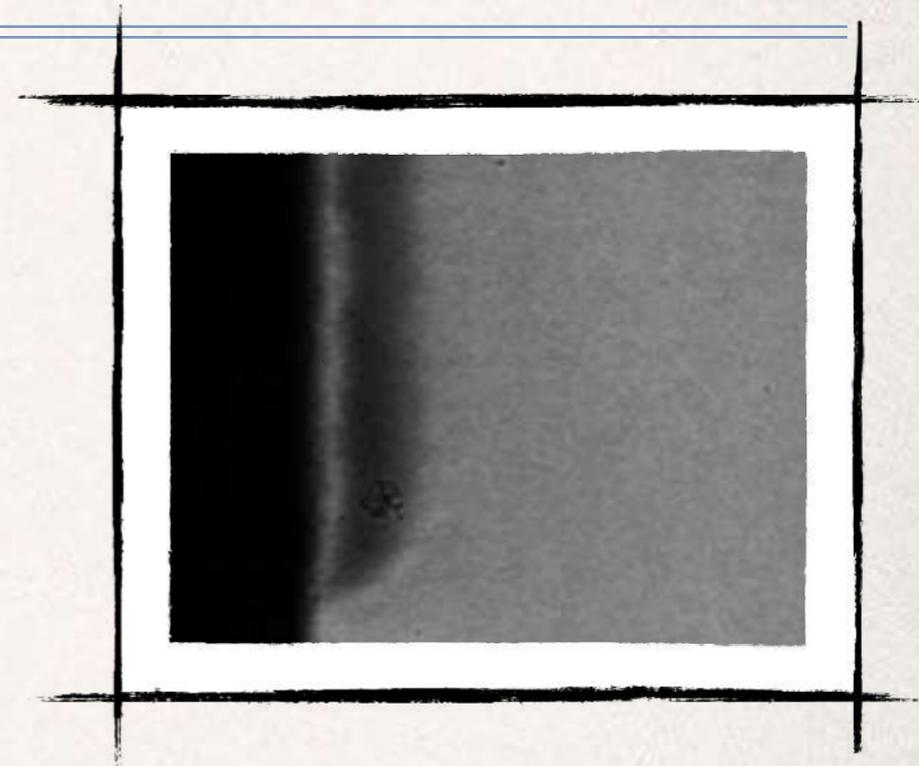
Mecanismo de ação do Fluoreto

Profa. Dra. Ana Carolina Magalhães



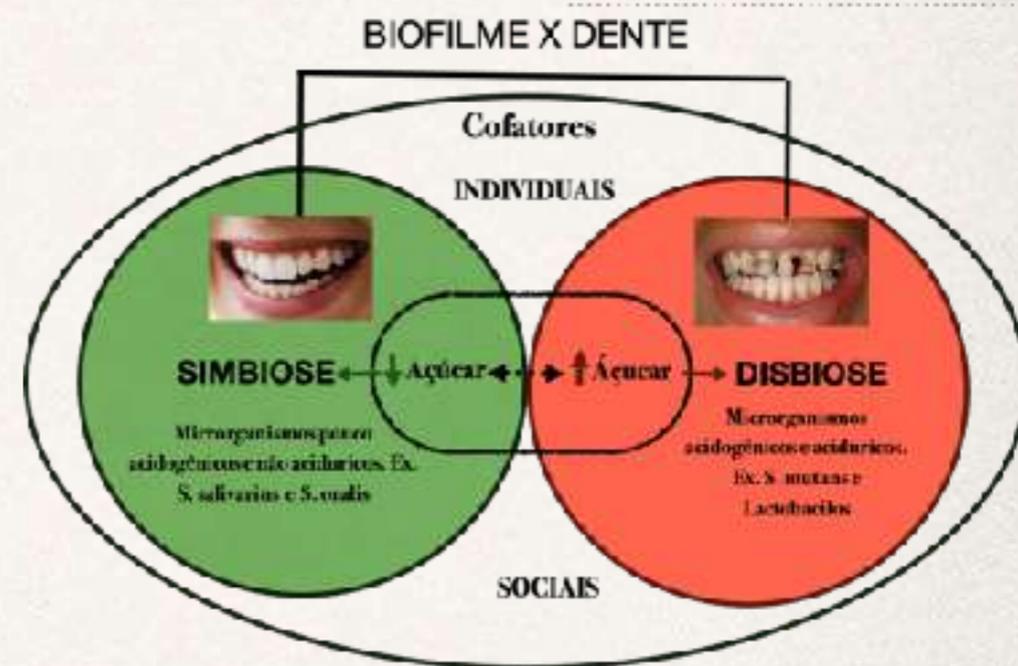
FOB-USP
• 1962 - 2022 •

Cárie Dentária



O fluoreto previne a cárie dentária?

● Flúor reduz a progressão da lesão cariosa!



Fontes de Fluoreto



Mecanismo de ação

SISTÊMICO

Água
Sal
Leite
Suplementos

INGESTÃO

TÓPICO

Dentifrícios
Enxaguatórios
Géis
Vernizes
Materiais restauradores - CIV

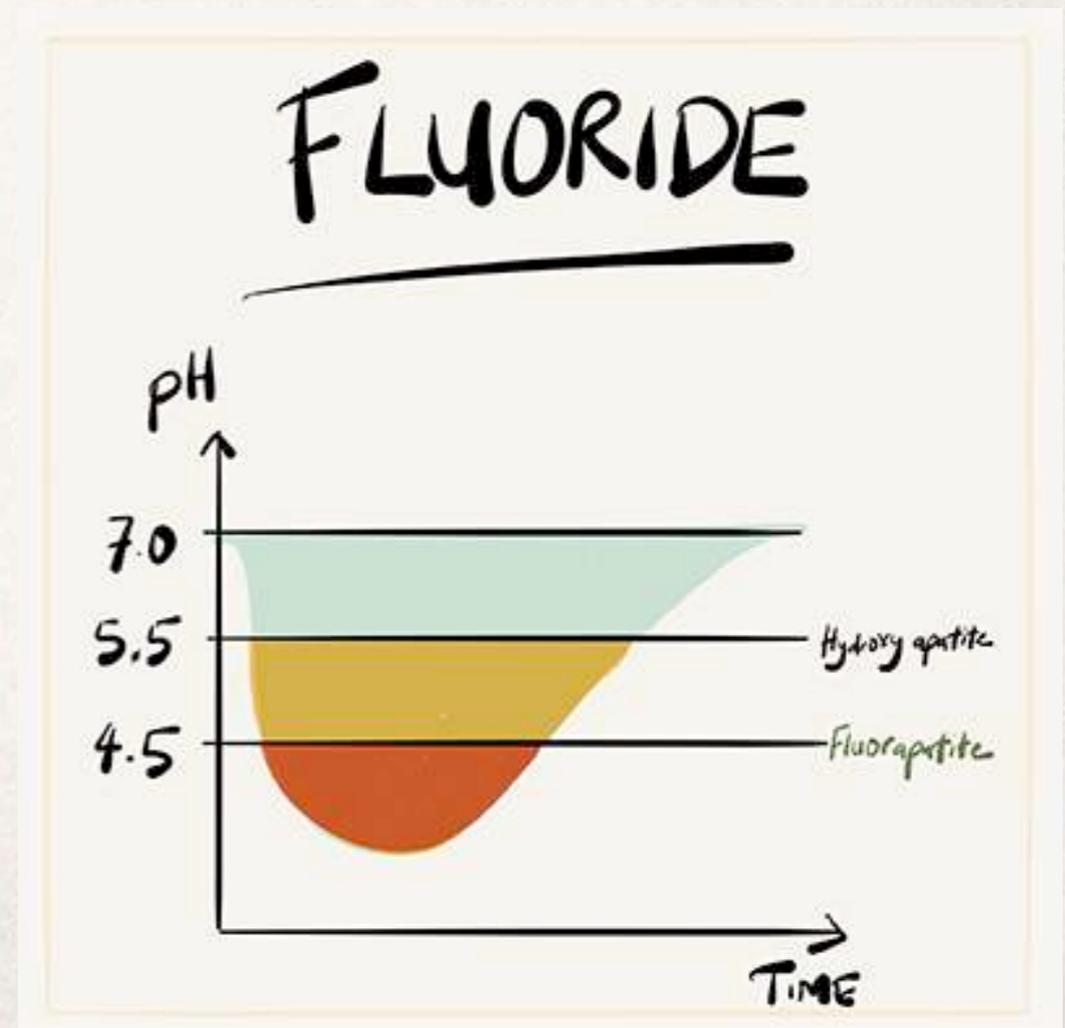
LOCAL

Fluoreto Sistêmico

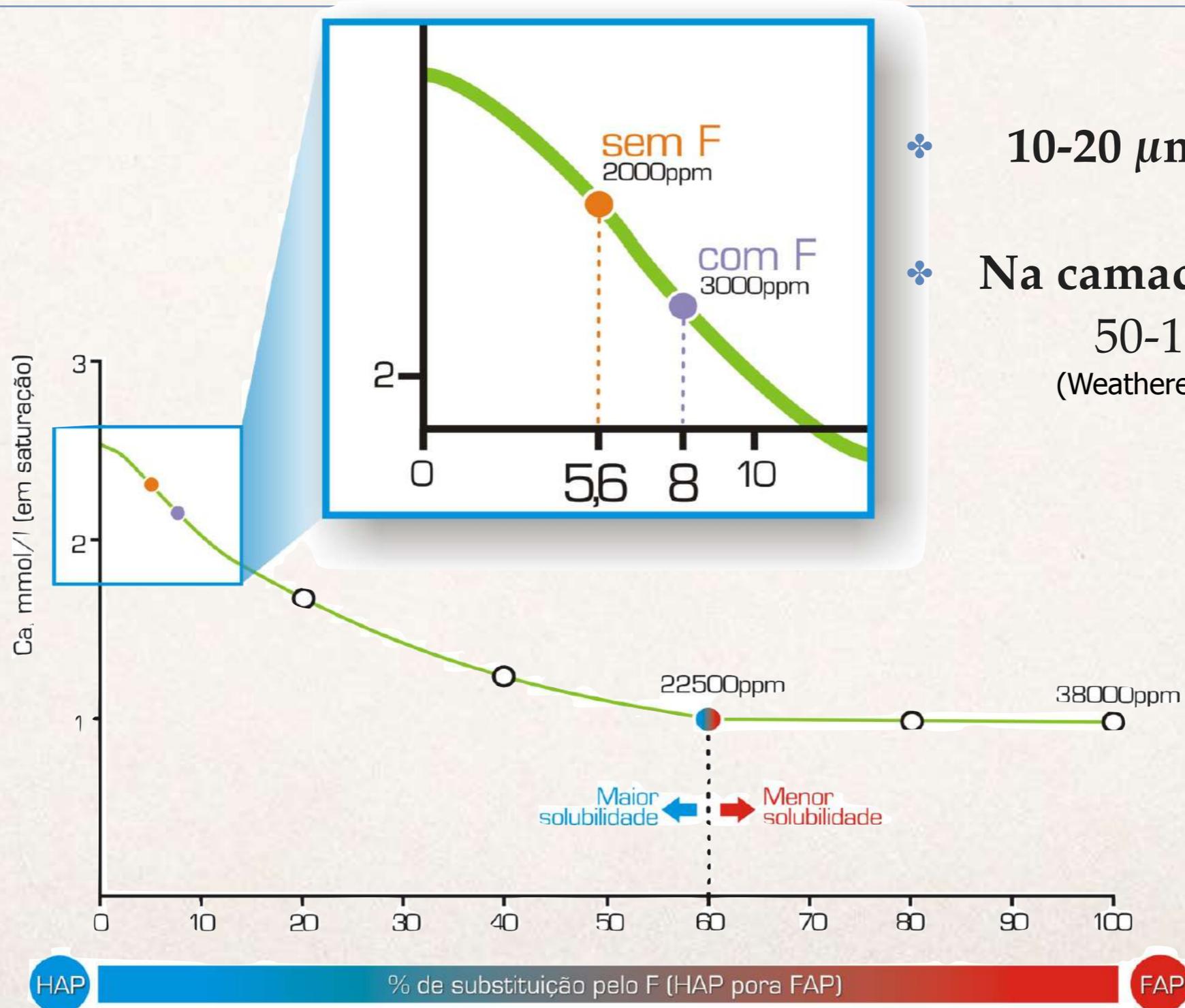
❖ Ingestão

- ❖ Circula pelo organismo (0.4-0.5 μM F no sangue)
- ❖ Atinge o dente em formação - Efeito preventivo x Fluorose dentária

❖ Substituição da HA por FA



Fluoreto Sistêmico

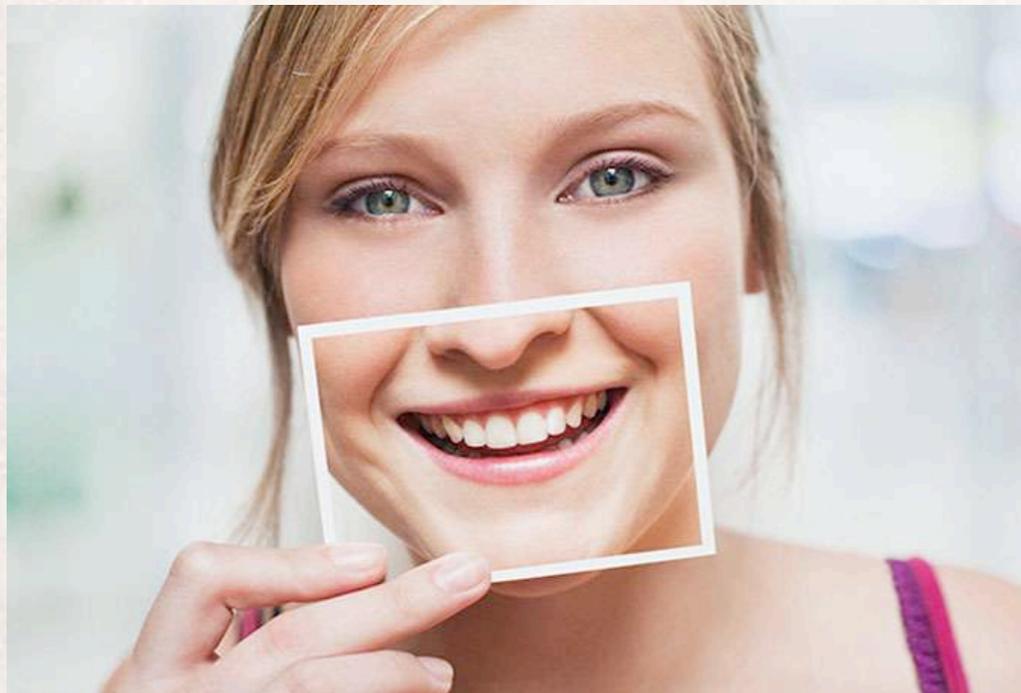


❖ 10-20 μm superficiais

❖ Na camadas profundas:

50-100 ppm F
(Weatherell et al., 1977)

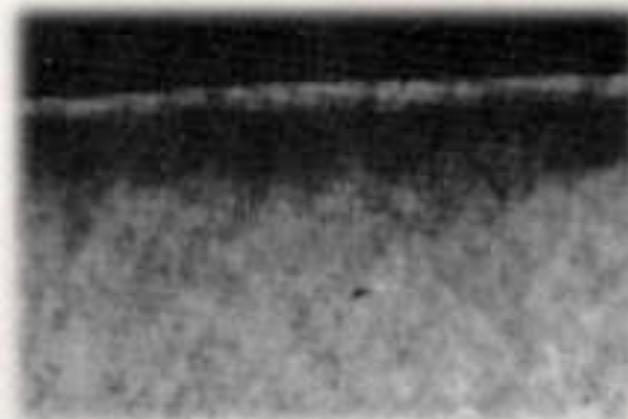
Fluoreto Sistêmico x Tópico



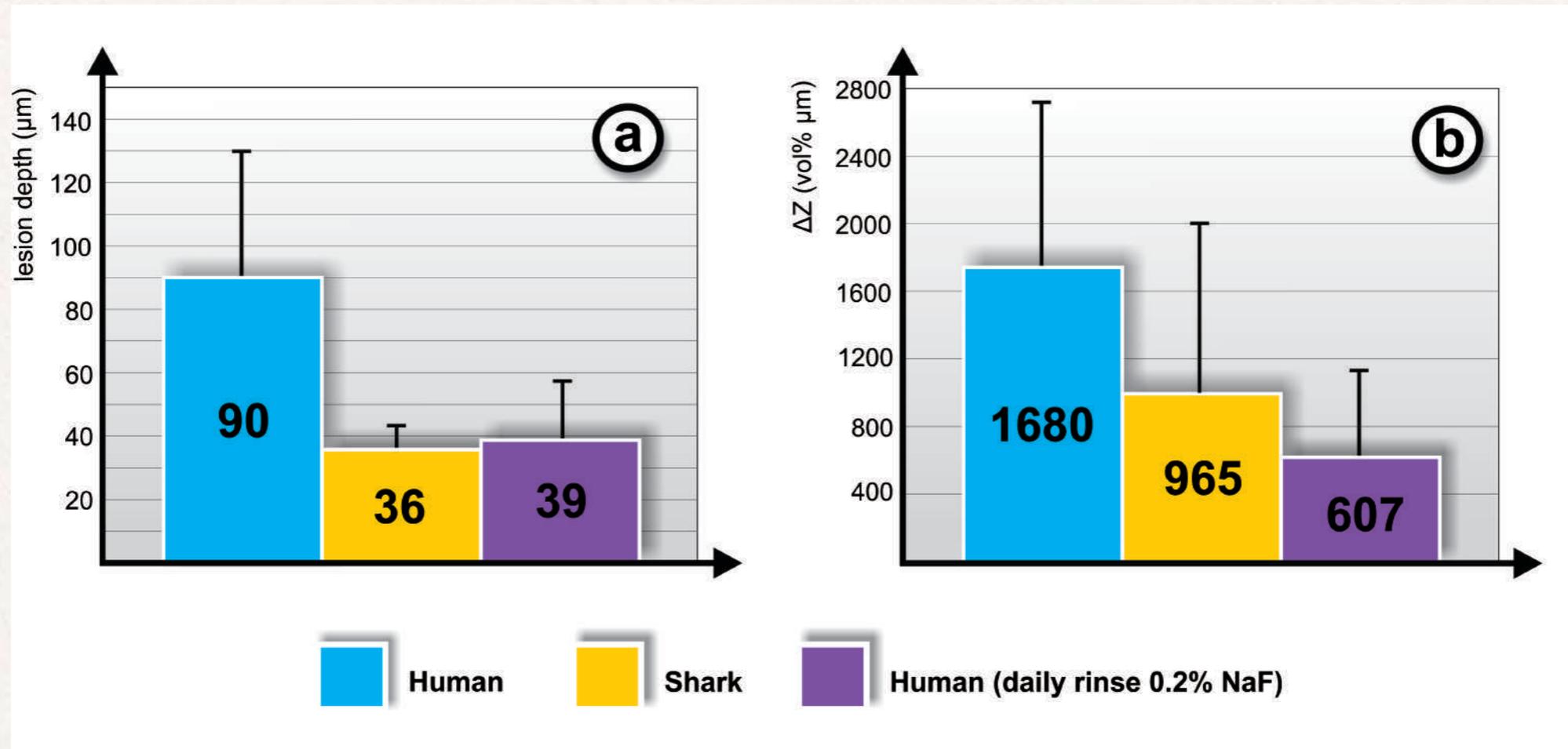
- ❖ com e sem aplicação tópica de F (NaF 0,2%)



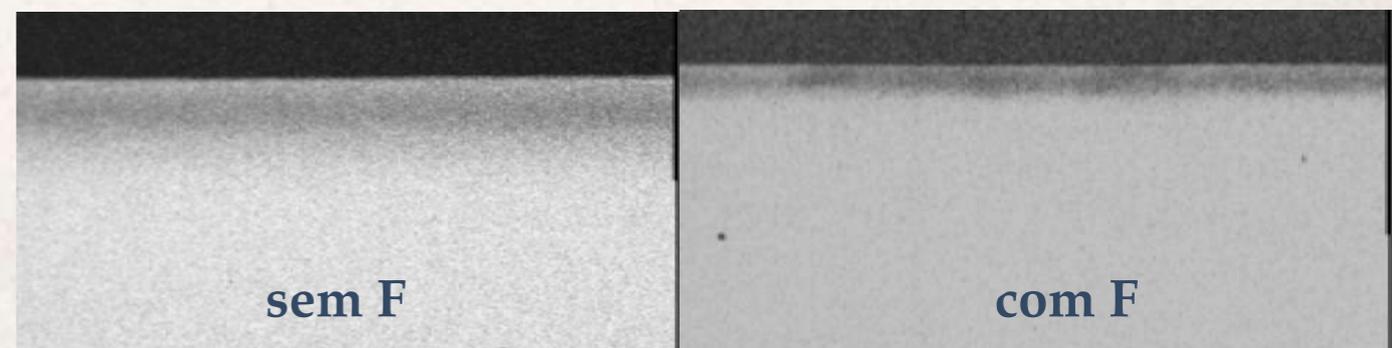
- ❖ dente rico em F



Fluoreto Sistêmico x Tópico



O F disponível no ambiente é mais efetivo que o F incorporado



Fluoreto Sistêmico x Tópico

O Fluoreto presente nos fluídos bucais ($F_l < 1$ ppm) é altamente efetivo na redução da dissolução da HA, enquanto são necessários milhões de ppm de fluoreto incorporados na fase sólida (F_s) para produzir efeito similar.

Fluoreto Tópico

- ❖ Inibição da desmineralização
- ❖ Promoção da remineralização
- ❖ Efeito antimicrobiano
- ❖ **Efeito pré-eruptivo**

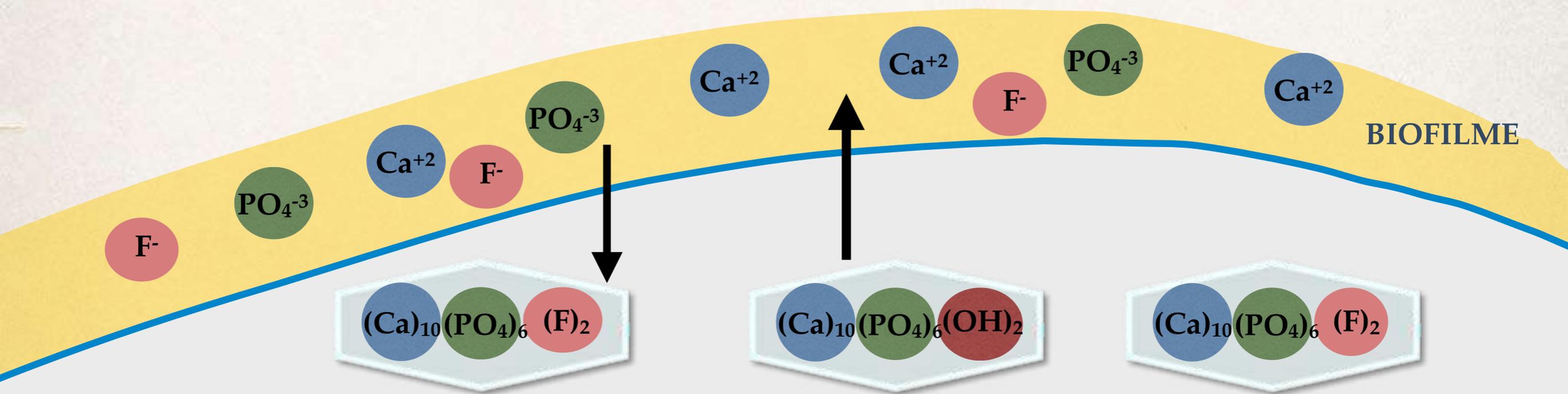
Inibição da desmineralização

* mais resistente a quedas de pH

* pH crítico para FA = 4,5

SALIVA

$4,5 < \text{pH} < 5,5$



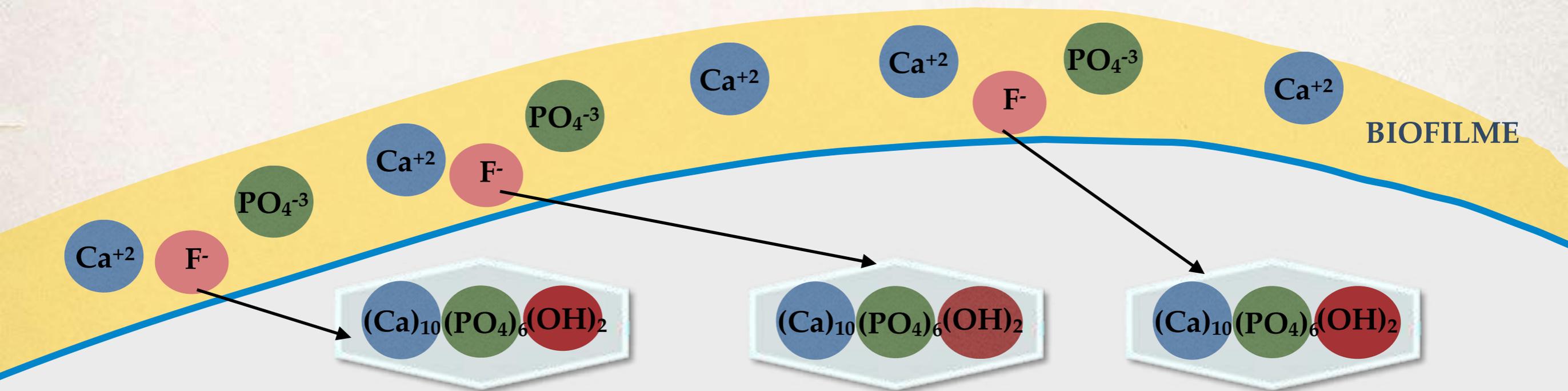
BIOFILME

DENTE

Fluoreto tópico



SALIVA



DENTE

Reservatórios de F

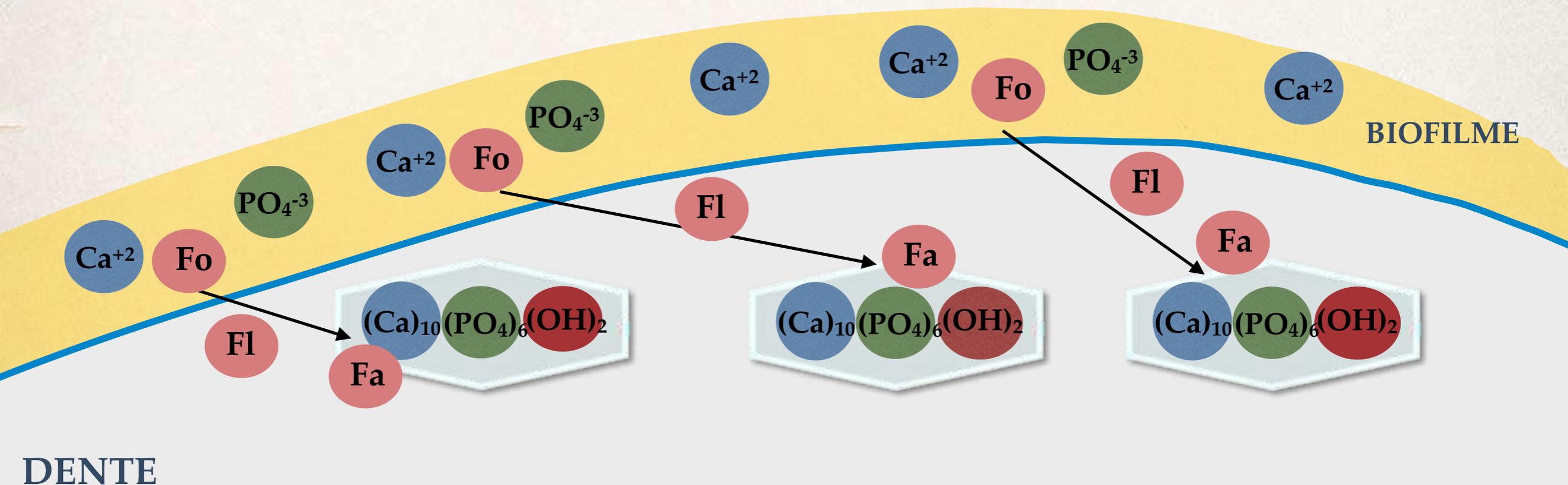


Fo - fluoreto externo/ CaF_2

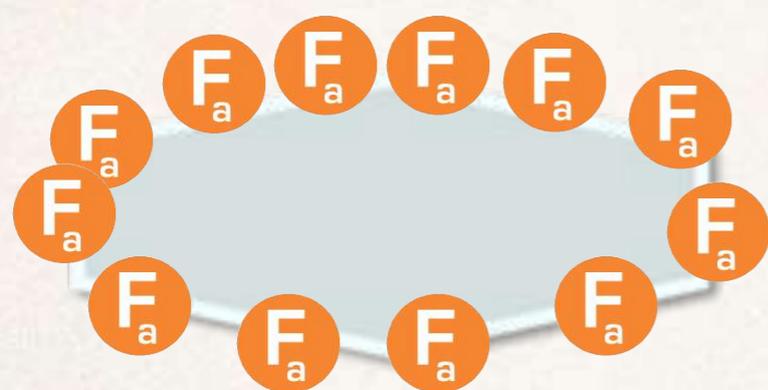
Fl - fluoreto líquido

Fa - fluoreto adsorvido

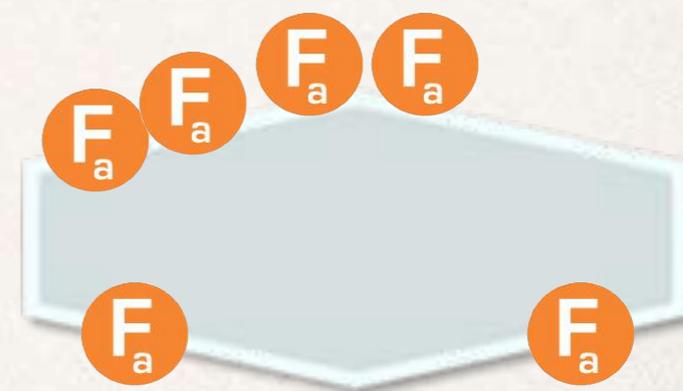
Fs - fluoreto sólido (FA)



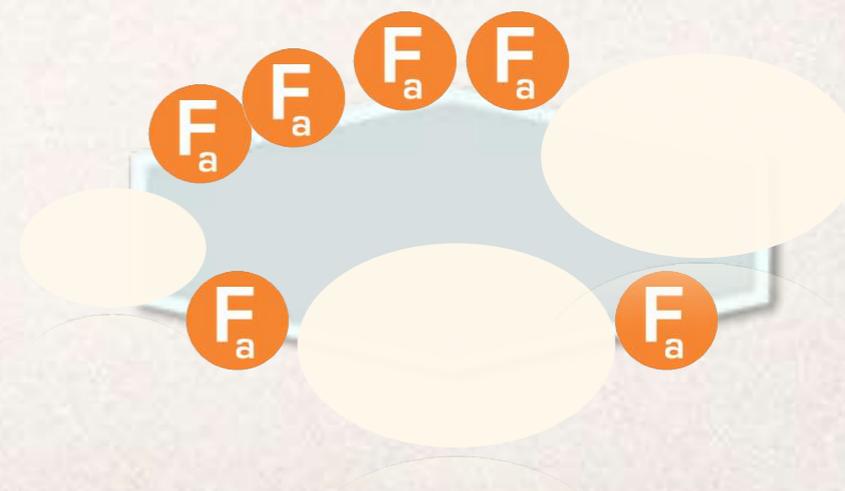
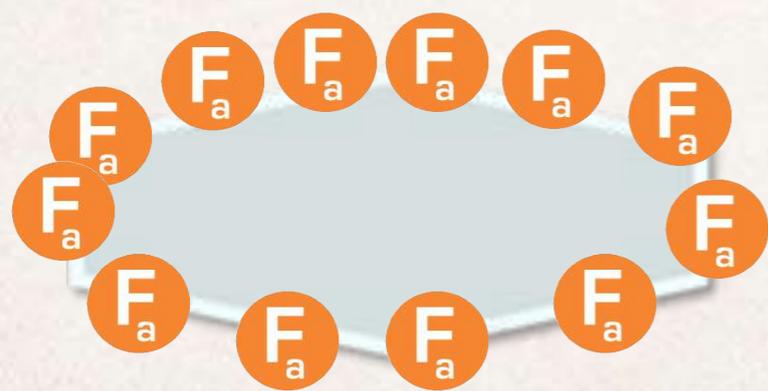
Fluoreto tópico



pH 4,5-5,5



↓
DES



Reservatório de F

Como aumentar Fa?

❖ Aumentando Fl:

❖ Relação com [F] na saliva

❖ Aplicações tópicas aumentam reservatório:

❖ Fo (biofilme, mucosa, língua) e CaF_2 /FA.

Reservatório externo

Fo (biofilme)



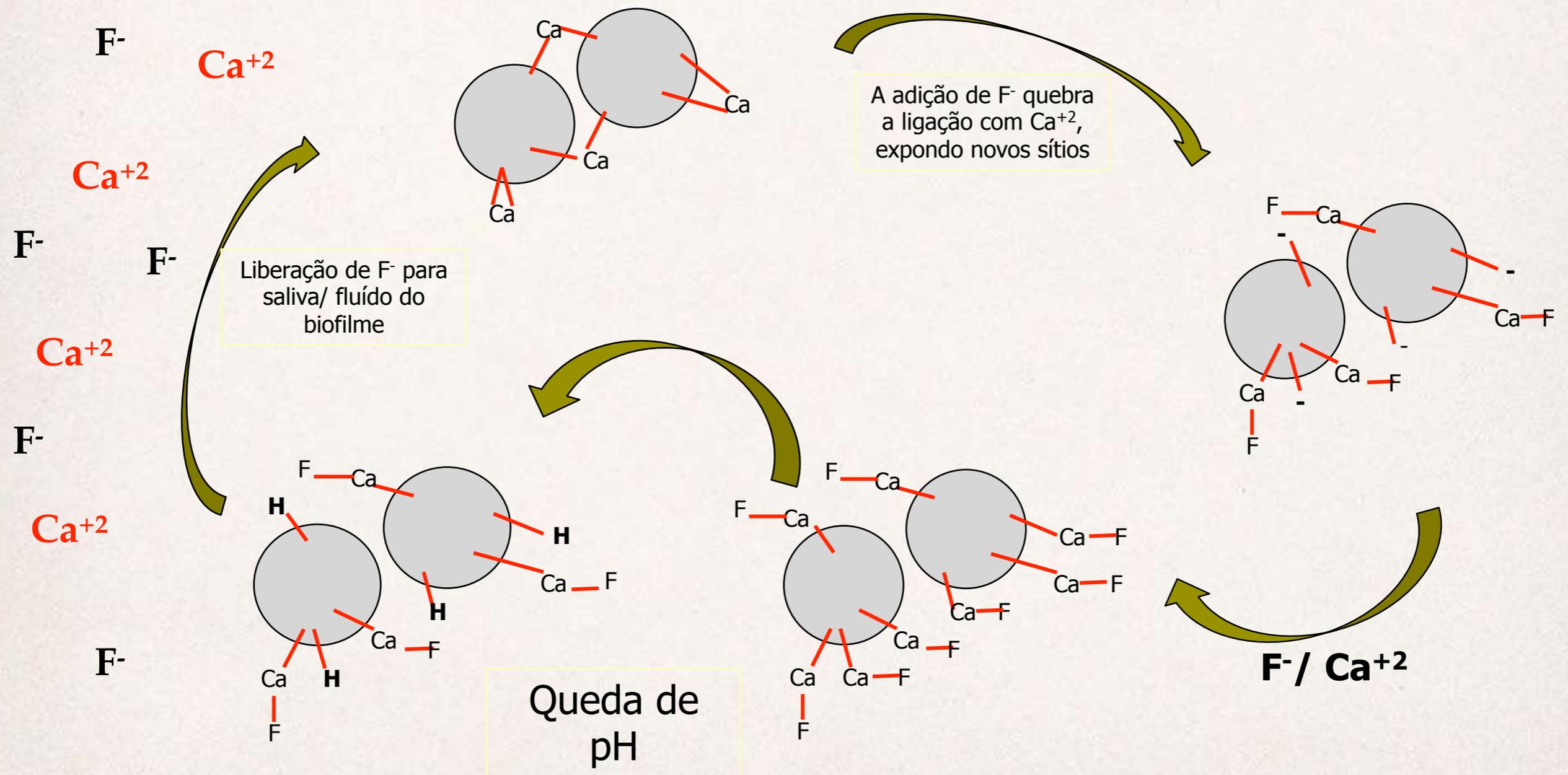
Mais importante que o CaF_2

- ❖ Ligação a bactérias e à matrix extracelular
- ❖ 43,7 a 172,14 ppm F (1h após escovação com 1.100 ppm F)

**0,17 a 0,85 ppm F (no fluido do biofilme - F1)

Reservatório externo

Fo (biofilme)



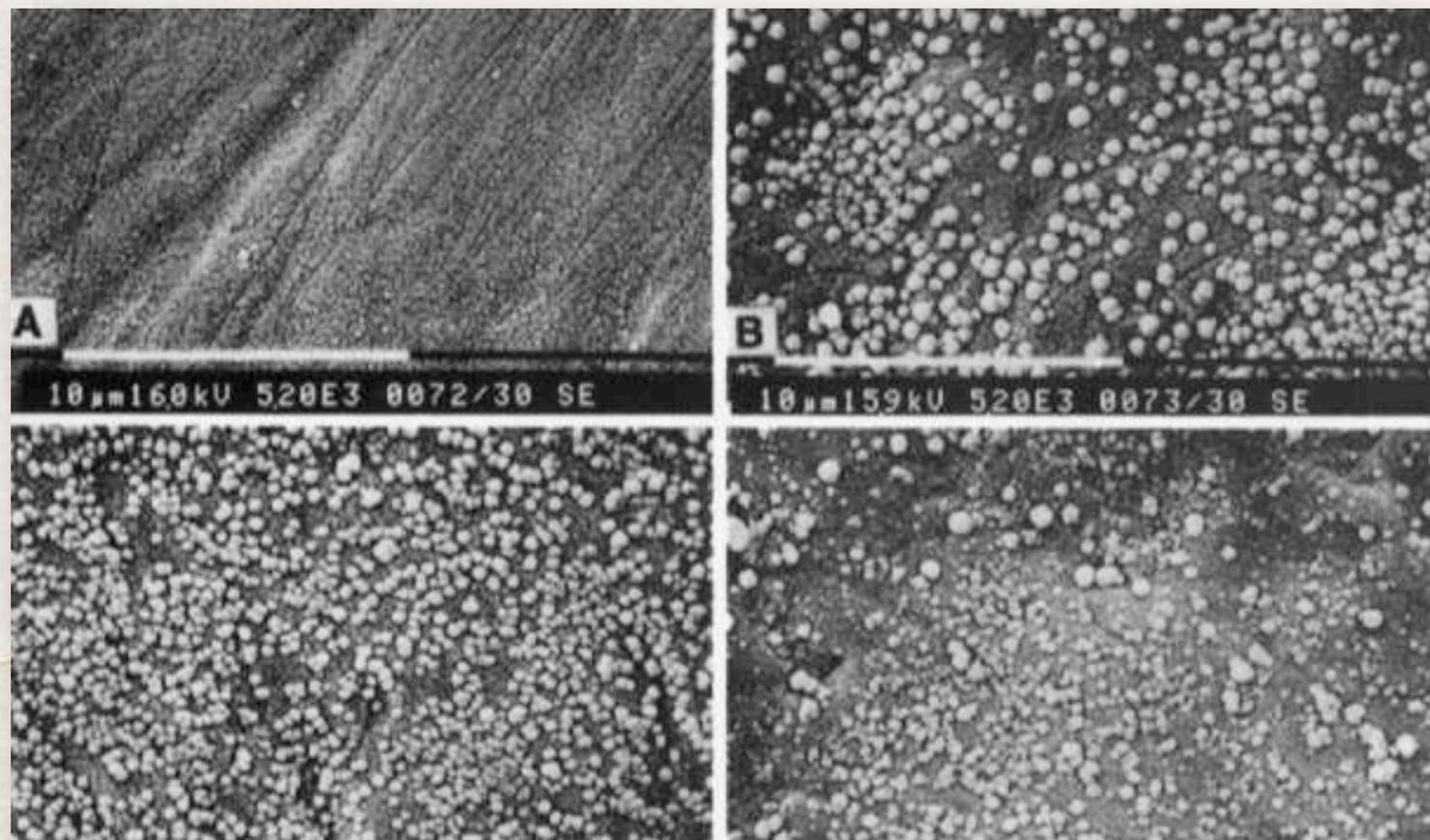
O F é liberado quando mais se precisa dele!!!

Reservatório mineral



Produtos com > 100 ppm F

Reservatório mineral

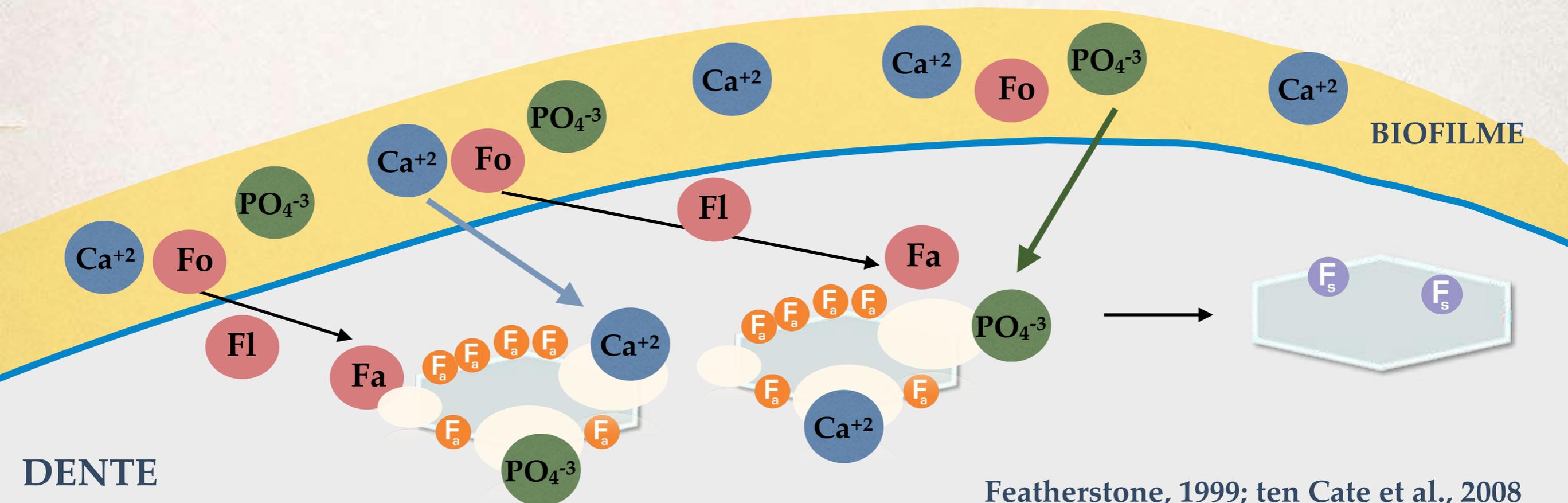


- ❖ Maior concentração de F e menor pH do agente;
- ❖ Maior tempo de contato.

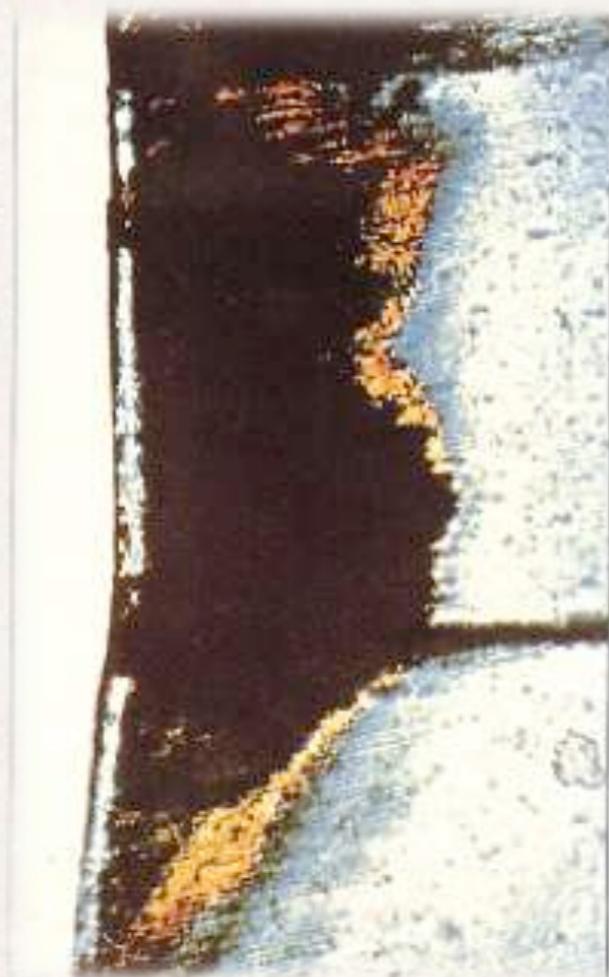
- ❖ Fornece F para Fo e Fl;
- ❖ Limitantes (disponibilidade de Ca);
- ❖ Liberação controlada pelo pH.

Promoção da remineralização

- * $\text{pH} > 5,5$
- * O F^- atrai o Ca^{2+} acelerando o processo de remineralização pela saliva.
- * Reconstrução dos cristais parcialmente dissolvidos.
- * Troca de HA por FA (cristal mais resistente).



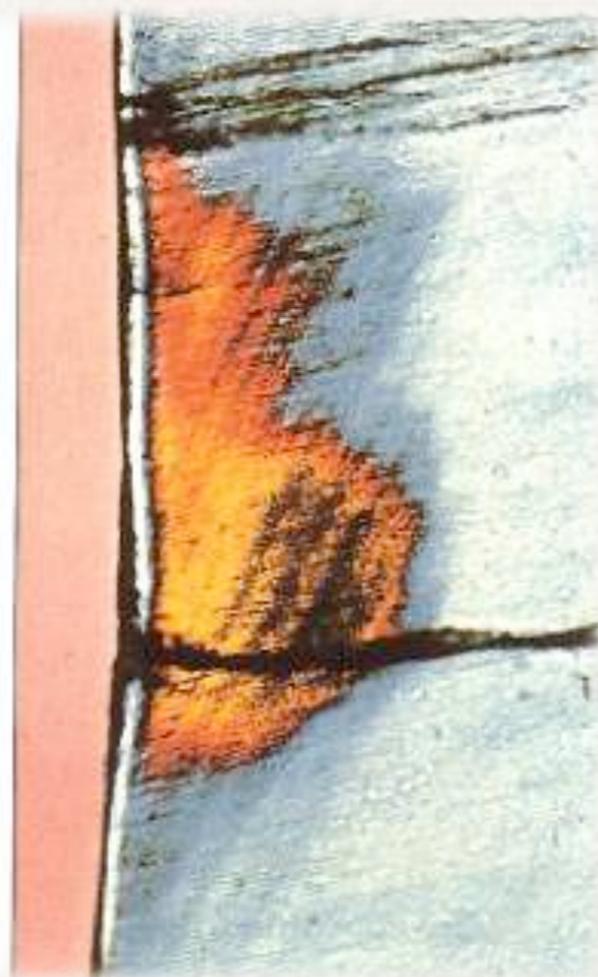
Promoção da remineralização



Esmalte cariado



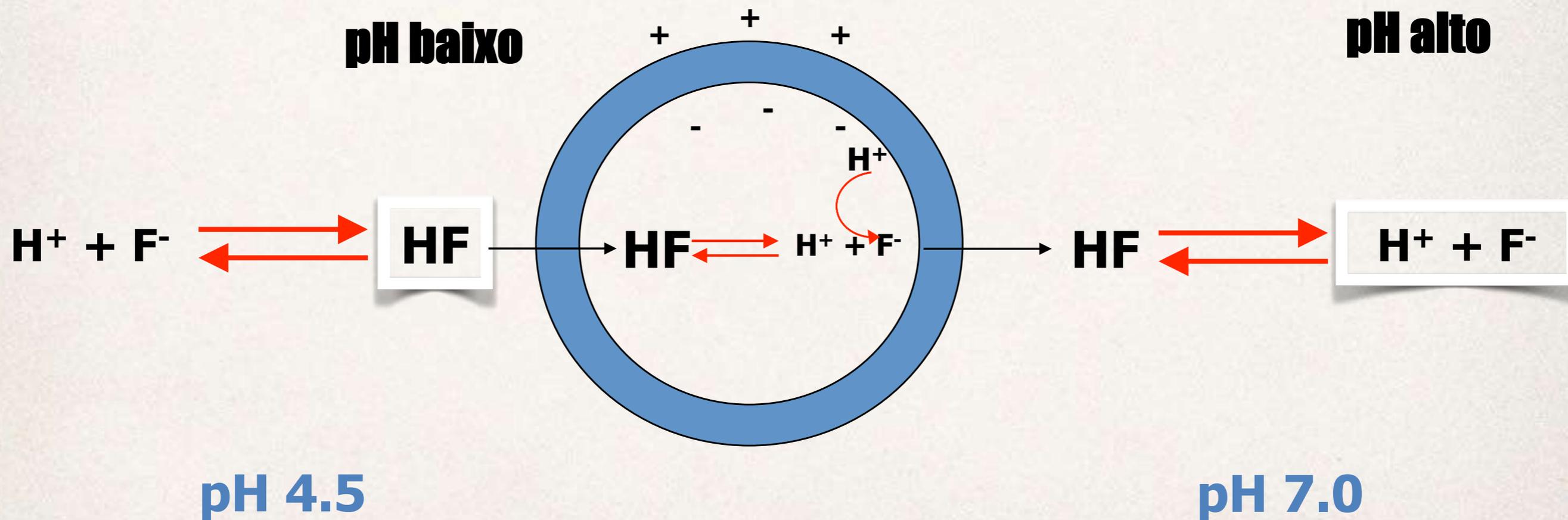
Remineralização
com baixa [F]



Remineralização
Com alta [F]

Efeito antimicrobiano

Acúmulo, distribuição e saída do F de células bacterianas



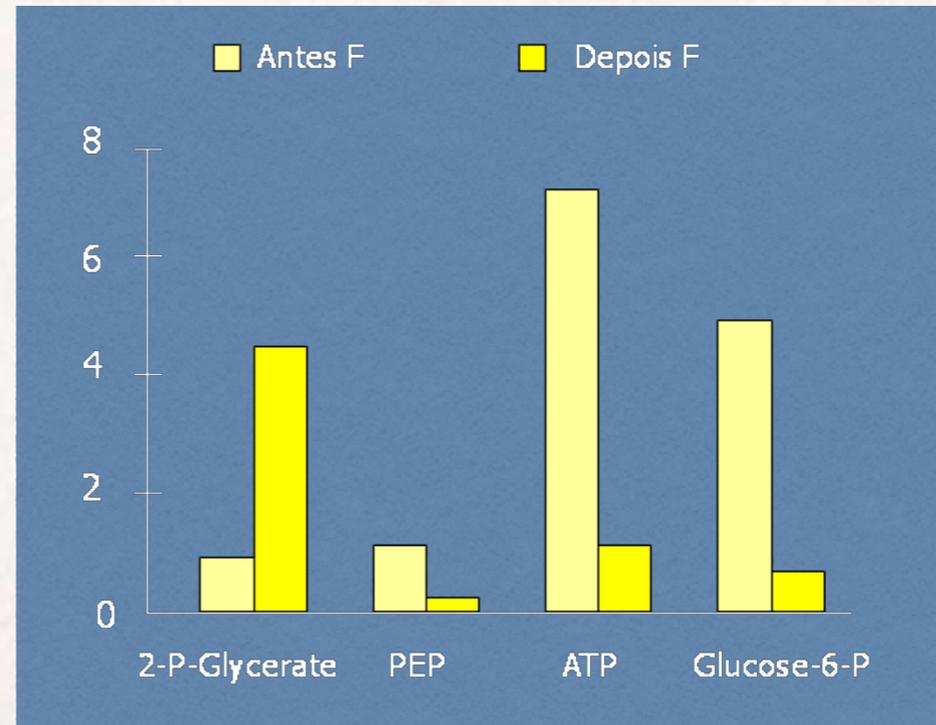
Efeito antimicrobiano

- ❖ **Aumento do gradiente de pH**
 - ❖ $pH_i > pH_e$ (entrada de F como HF)
- ❖ **Bactérias resistentes ao F**
 - ❖ *Lactobacilos casei* (mantém pH interno mais baixo)
- ❖ **Bactérias susceptíveis ao F**
 - ❖ *S. mutans* (aumentam o pH interno em resposta à redução de pH)

Efeito antimicrobiano

❖ Inibição da glicólise

- ❖ Inibe enolase, reduzindo formação de fosfoenolpiruvato.
- ❖ Inibe o sistema PTS (sistema fosfotransferase), diminuindo o transporte de glicose.



Efeito da adição de 2,4 mM NaF em cultura de *S. salivarius*



Efeito antimicrobiano

- ❖ **Inibição da extrusão de prótons (Força proton-motora)**
 - ❖ Capacidade da bactéria extrair os prótons
 - ❖ Produtos metabólicos como ácido lático (Michels et al., 1979)
 - ❖ H^+ /ATPase (Harold, 1977) importante para manutenção da polaridade e homeostasia celular



ACIDIFICAÇÃO



Efeito antimicrobiano

❖ Em resumo

- ❖ Reduz produção de energia;
- ❖ Promove acidificação reduzindo o metabolismo;
- ❖ Efeitos vistos em estudos laboratoriais, porém não há comprovação clínica.



Efeito antimicrobiano

❖ Em resumo

- ❖ Na prática clínica, o mecanismo de ação responsável pelo efeito protetor é: DES-RE (mesmo em baixas concentrações)
- ❖ A concentração de fluoreto e a presença de outros agentes podem modular o efeito antimicrobiano.



Efeito pré-eruptivo

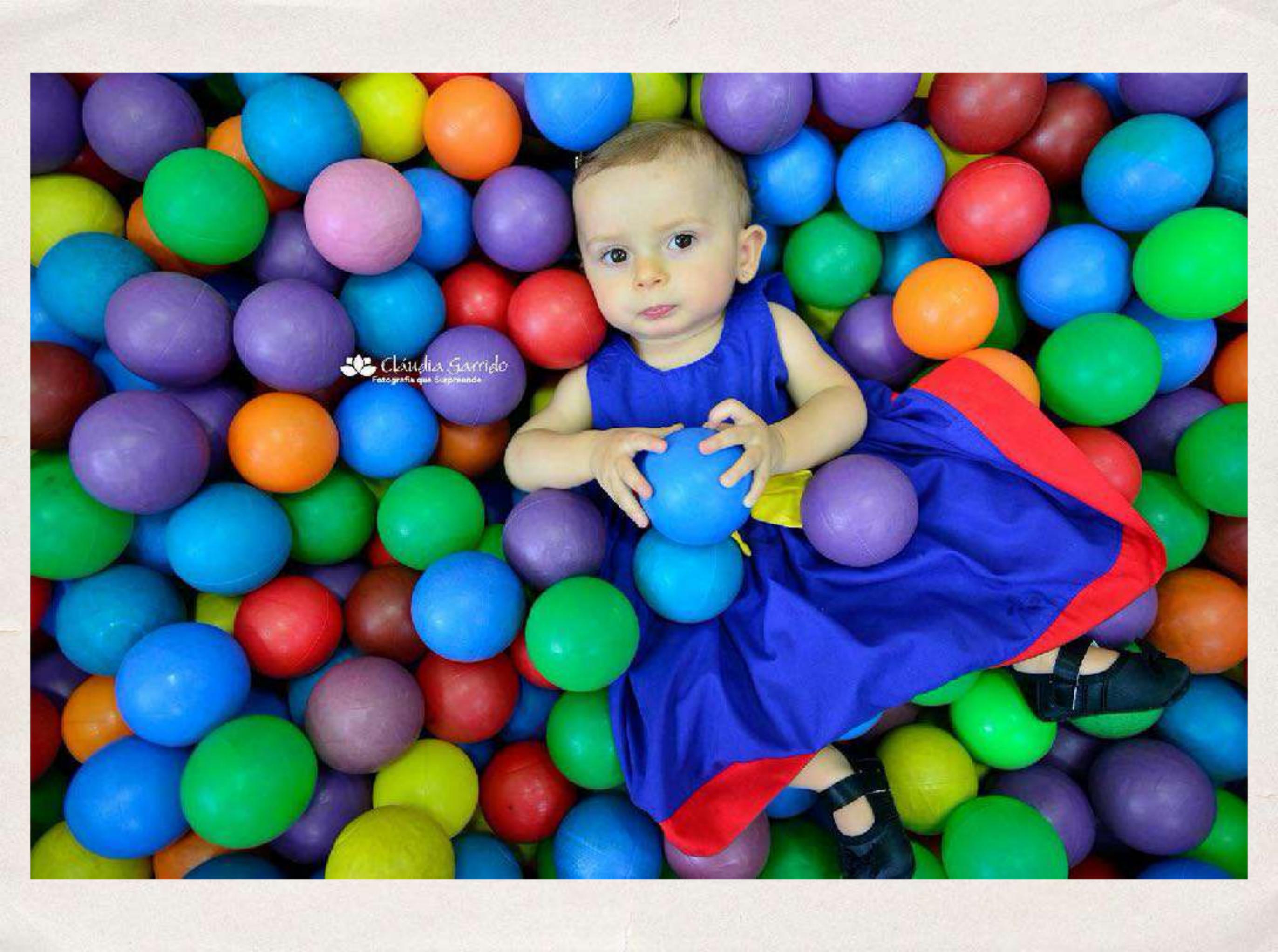
- ❖ Dois estudos clínicos do tipo coorte mostrou que a exposição pré-irruptiva ao fluoreto durante a formação da coroa dos primeiros molares permanentes é importante para a prevenção de cárie oclusal.
- ❖ A justificativa para este achado é que a superfície oclusal é de baixa acessibilidade ao fluoreto tópico, devido à presença de cicatrículas e fissuras, dificultando a ação tópica pós-irruptiva.

Conclusão

Suprimento constante de F é a forma mais eficaz de reduzir a progressão das lesões cariosas

Avaliar custo-benefício da indicação de aplicações comunitárias e caseiras / profissionais (24-46% FP em dente permanente)



A photograph of a baby sitting in a ball pit. The baby is wearing a blue sleeveless dress with a red and yellow trim and black sandals. The baby is holding a blue ball. The ball pit is filled with many colorful balls in shades of blue, purple, green, orange, red, and yellow. A watermark is visible on the left side of the image.

 Cláudia Garrido
Fotografia que surpreende

Desgaste dentário erosivo



Efeito do fluoreto



Fo - fluoreto externo (não tem biofilme)

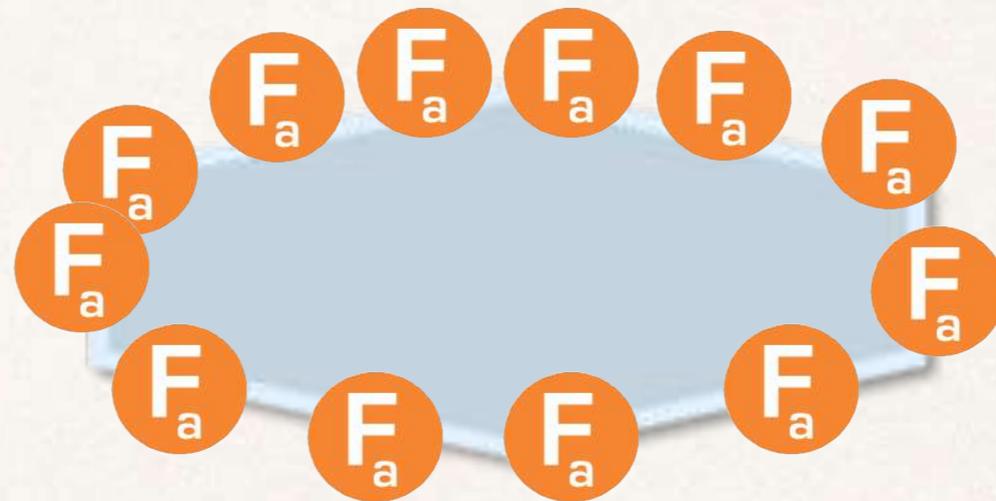
CaF_2

F1 - fluoreto líquido

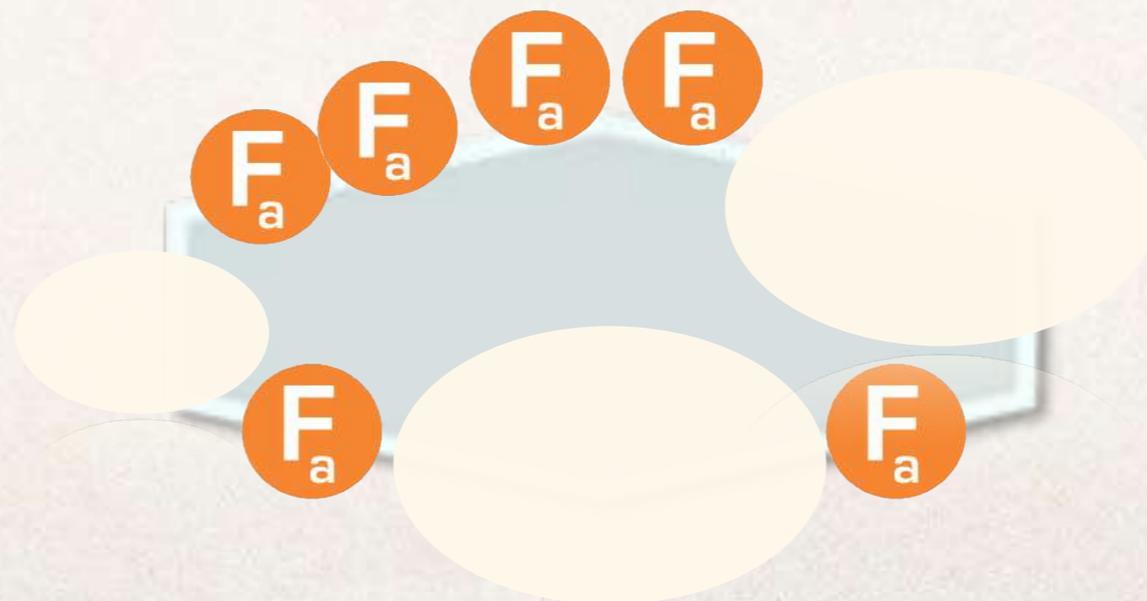
Fa - fluoreto adsorvido

Fs - fluoreto sólido (FA)

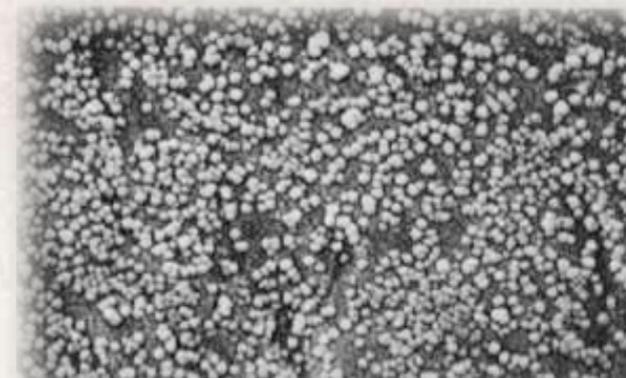
Efeito do fluoreto



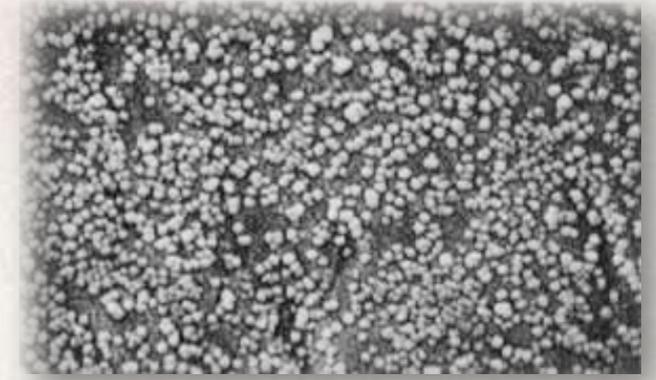
pH < 4,5



Efeito do fluoreto



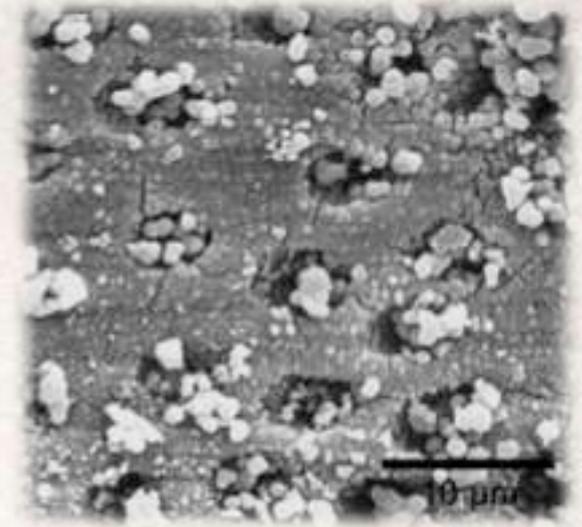
Efeito do Fluoreto



- ❖ **Mecanismo de ação: NaF**
 - ❖ Maior concentração de F
 - ❖ Menor pH do agente
 - ❖ Maior tempo de contato.

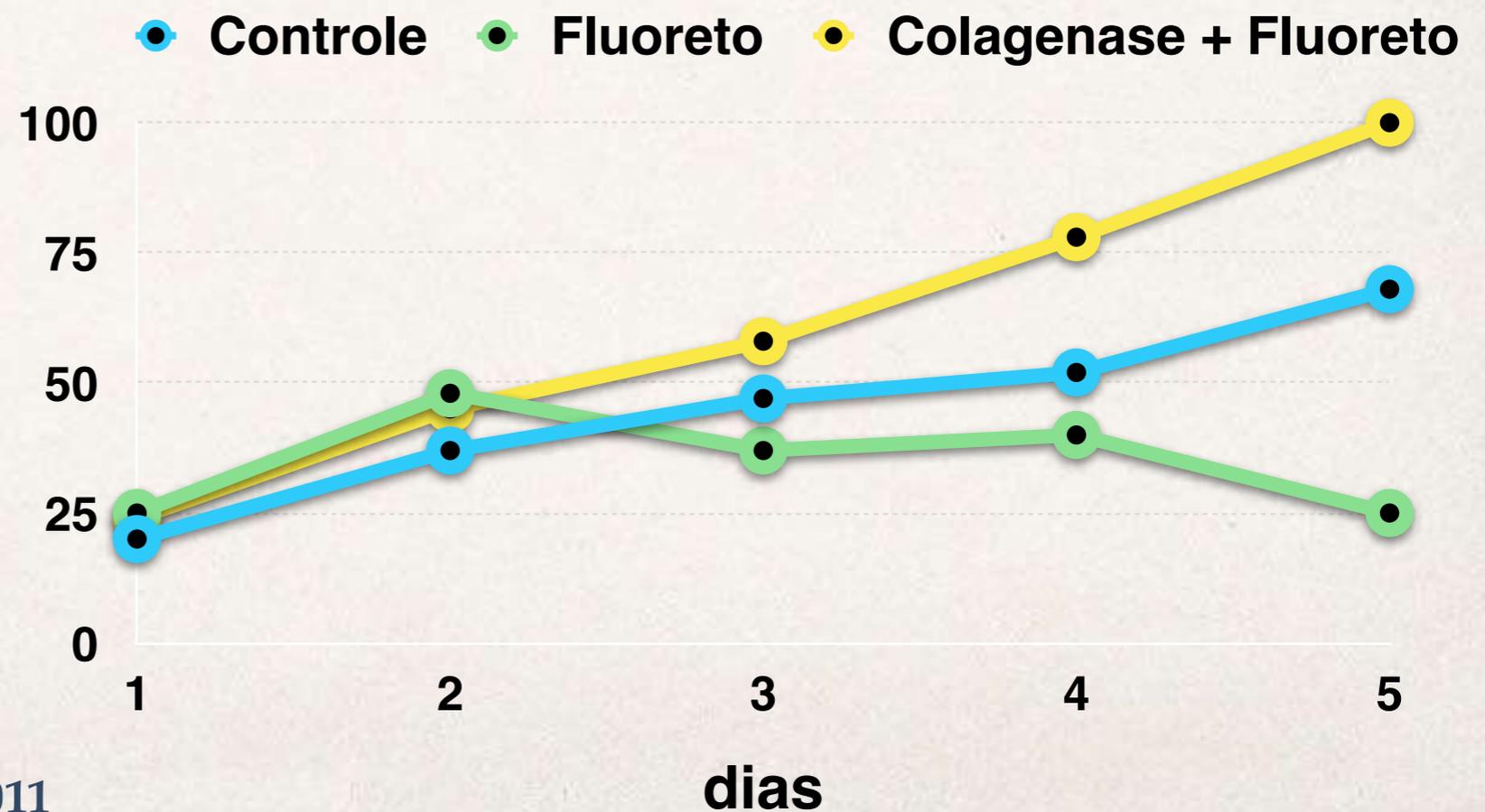


Efeito do Fluoreto



❖ Limitantes:

- ❖ Quantidade de Ca^{2+} disponível
- ❖ Baixa resistência ao ácido
- ❖ Efeito na dentina (dependente do conteúdo de colágeno)



Outros tipos de fluoreto

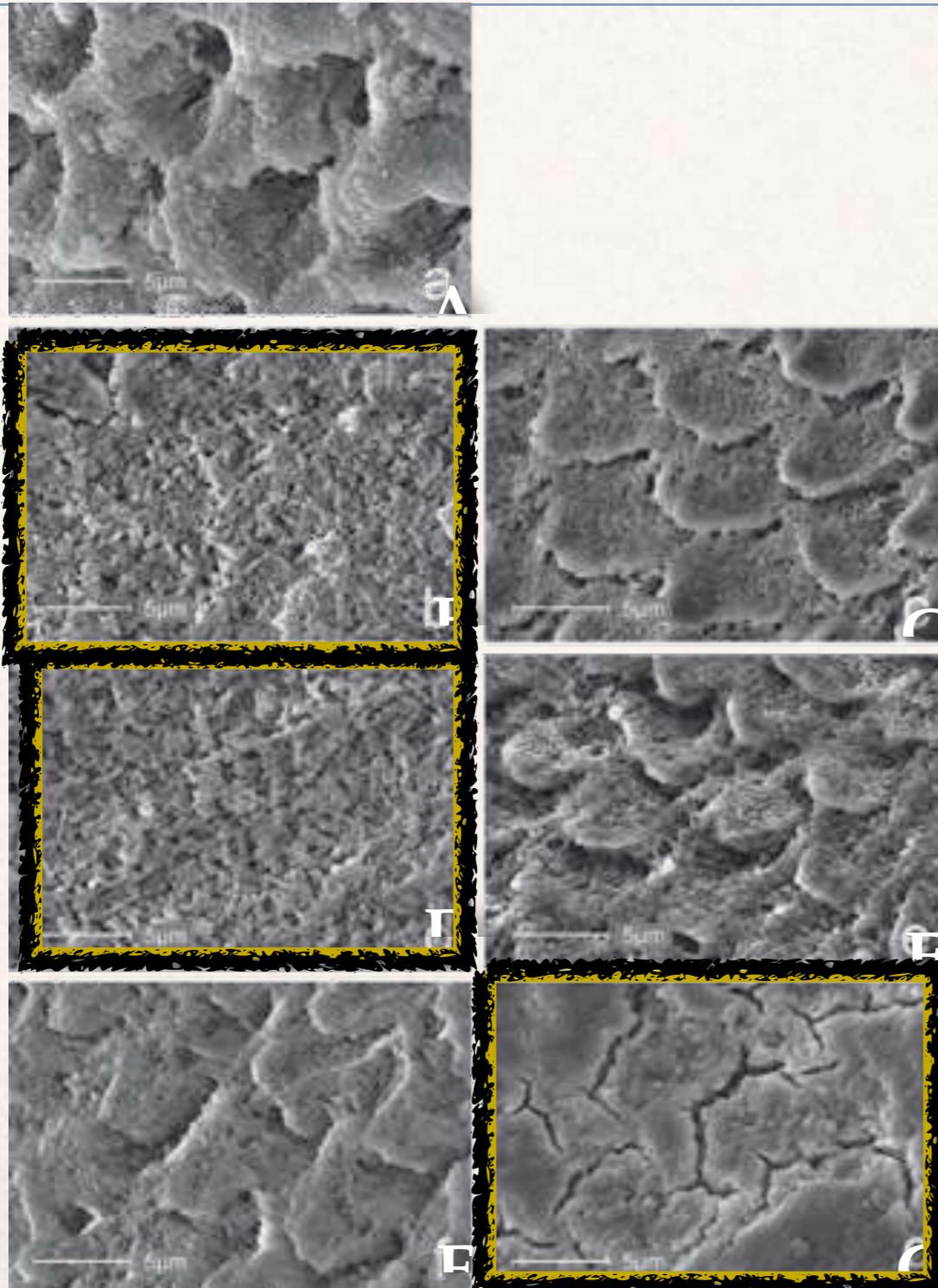
TiF_4 & SnF_2 ($NaF/AmF + SnCl_2$)



Ti
Sn



Outros tipos de fluoreto



A= controle

B=SnCl₂

C=NaF

D=SnF₂

E=AmF

F= AmF/NaF

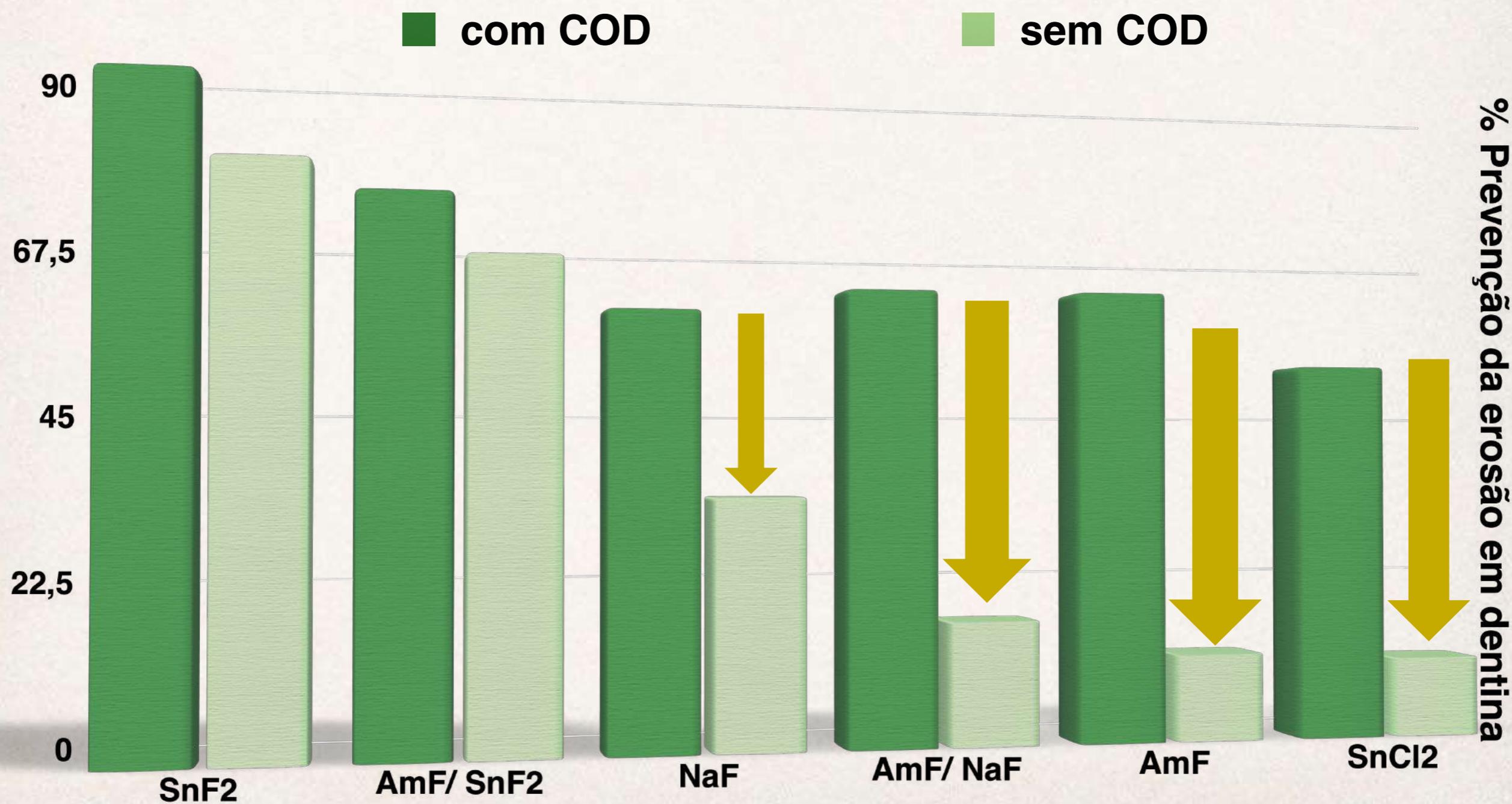
G=AmF/SnF₂*

800 ppm Sn/ 250 ppm F

**390 ppm Sn/ 250 ppm F*

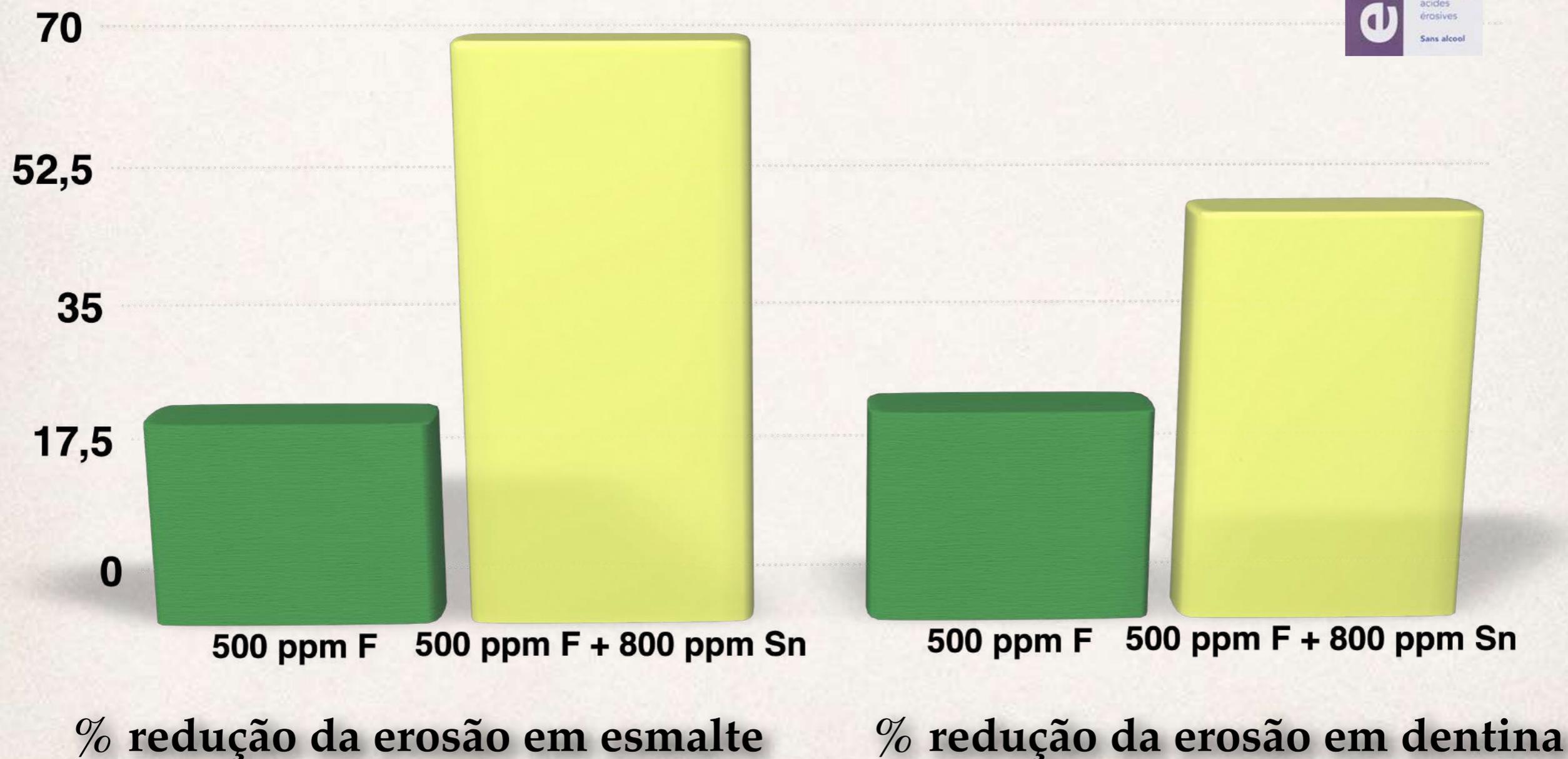
Outros tipos de fluoreto

SnF_2 ($NaF/AmF + SnCl_2$)



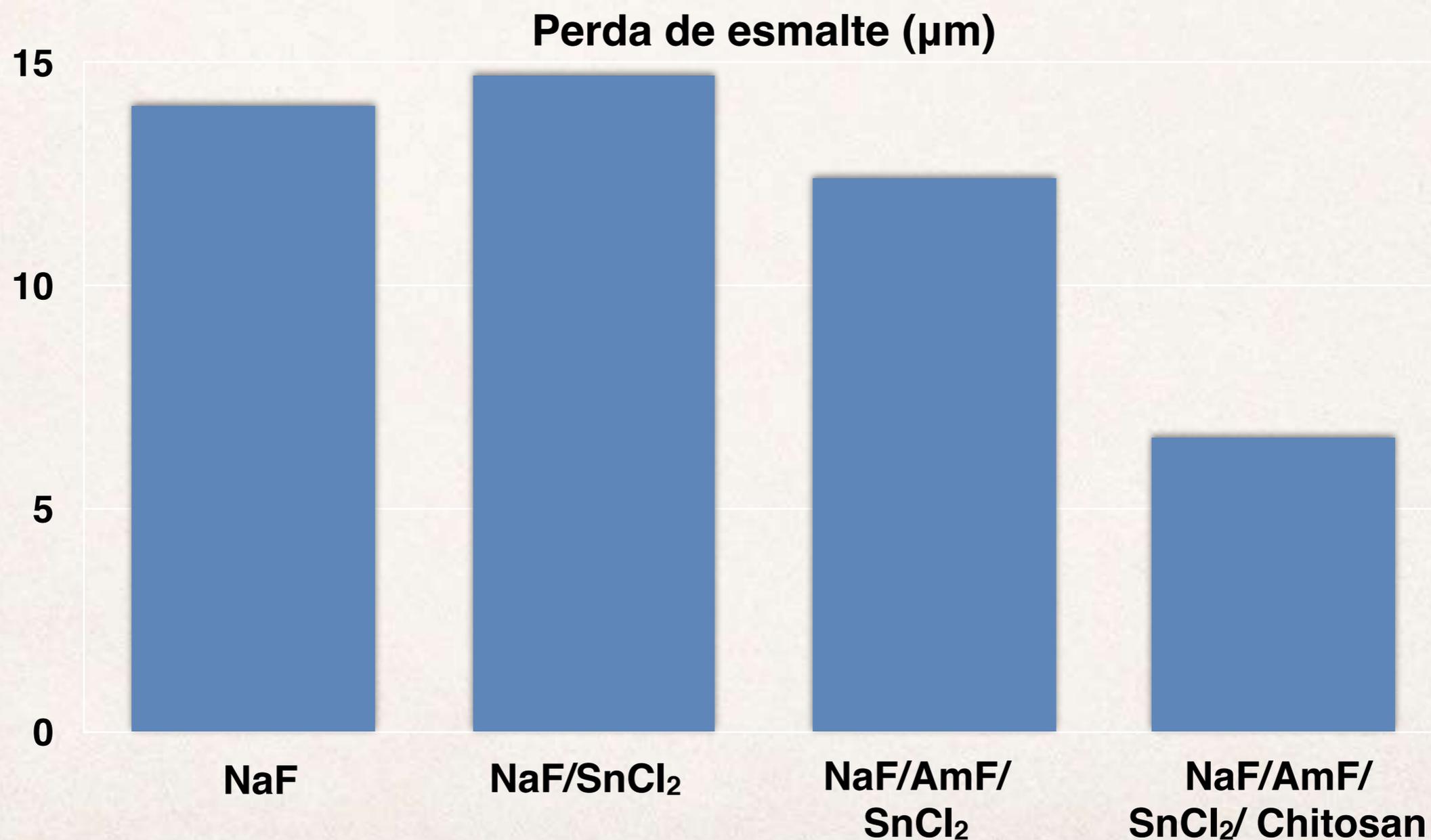
Outros tipos de fluoreto

SnF_2 ($\text{NaF}/\text{AmF} + \text{SnCl}_2$)



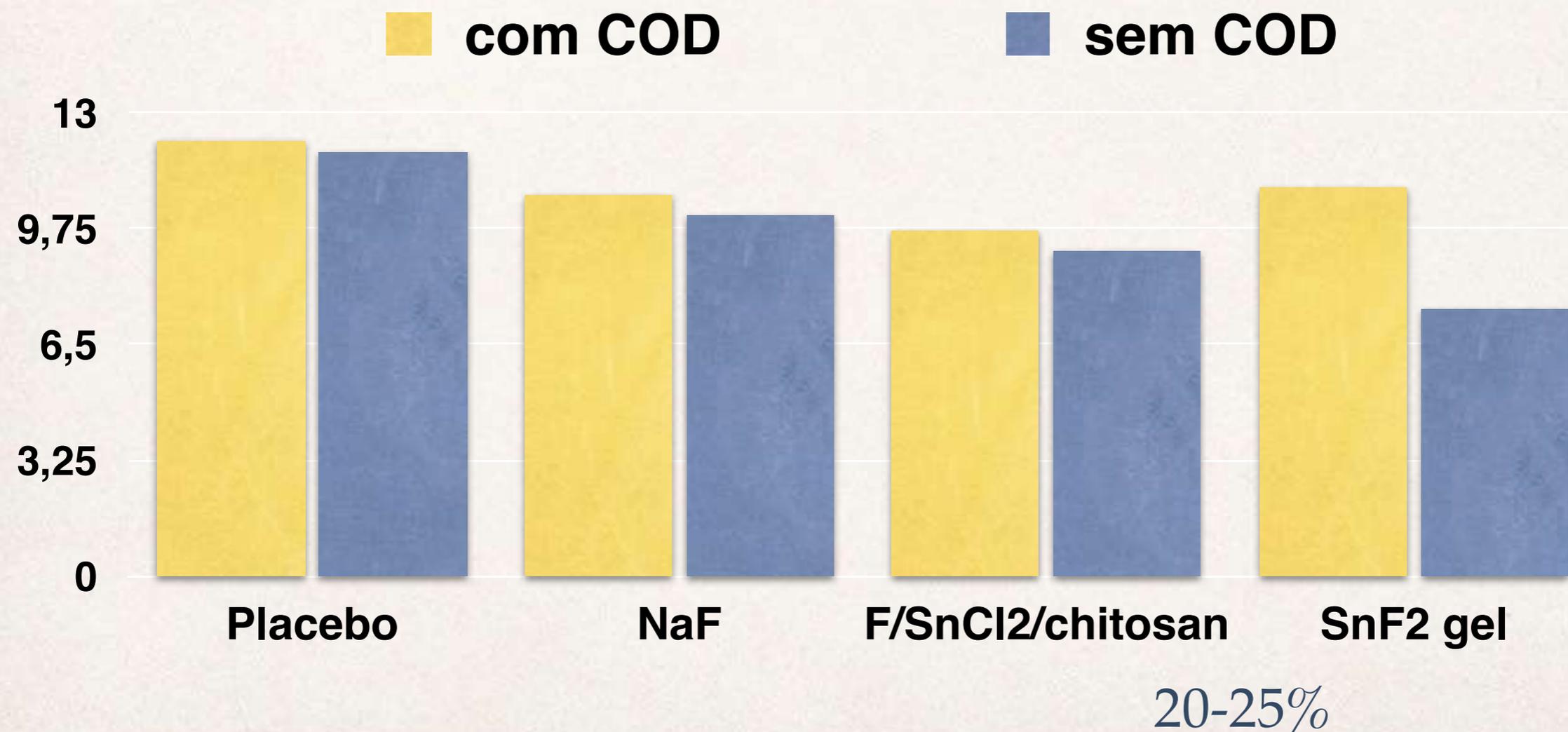
Outros tipos de fluoreto

SnF_2 ($\text{NaF}/\text{AmF} + \text{SnCl}_2$)



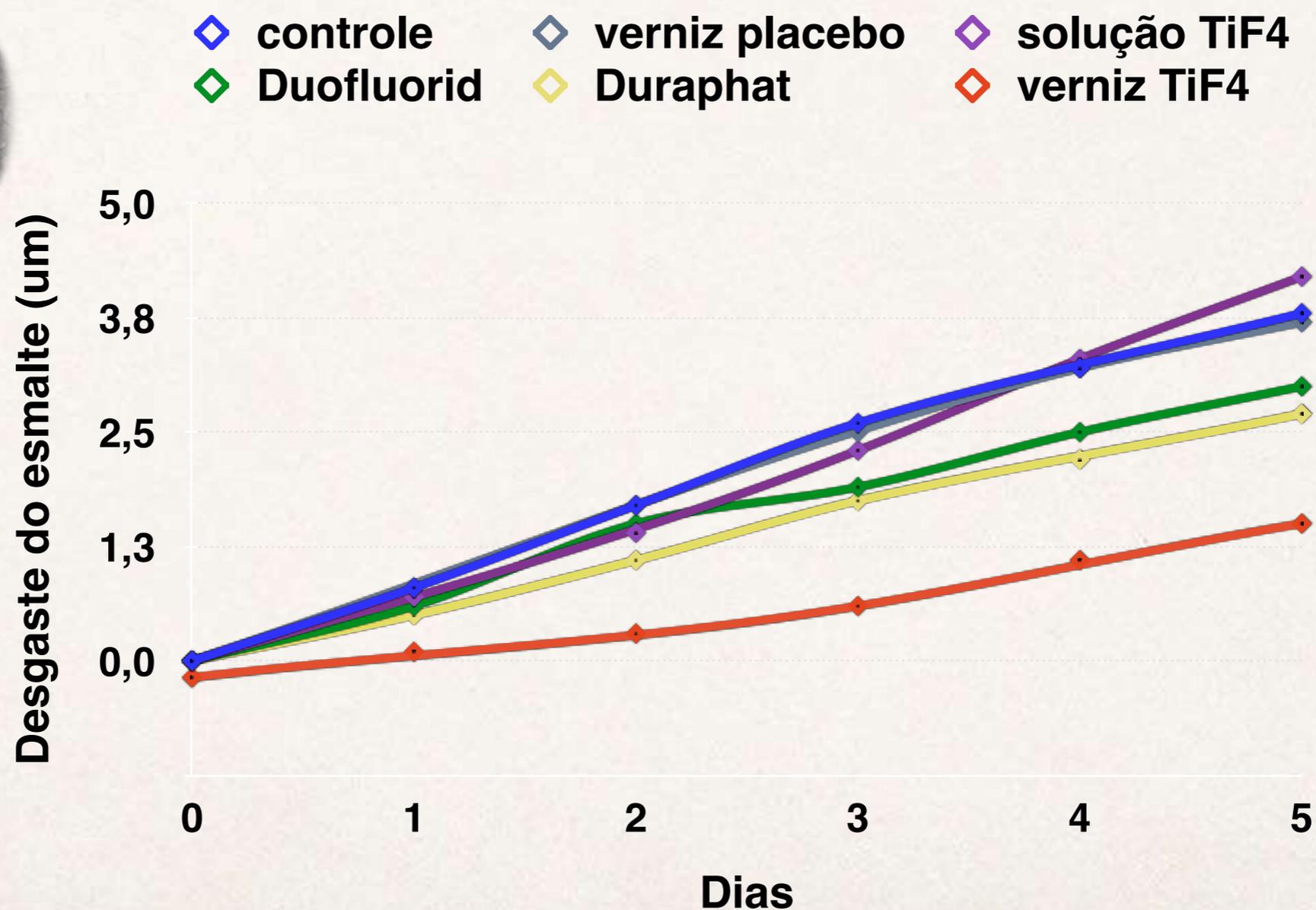
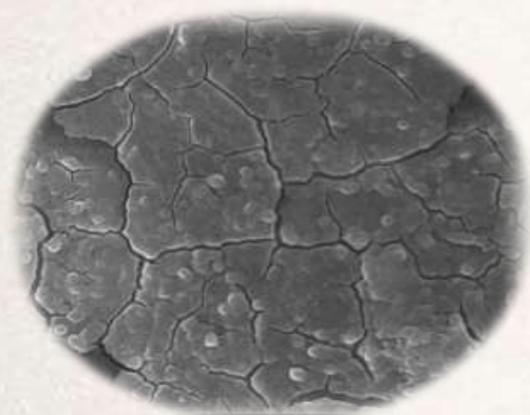
Outros tipos de fluoreto

SnF_2 ($\text{NaF}/\text{AmF} + \text{SnCl}_2$)



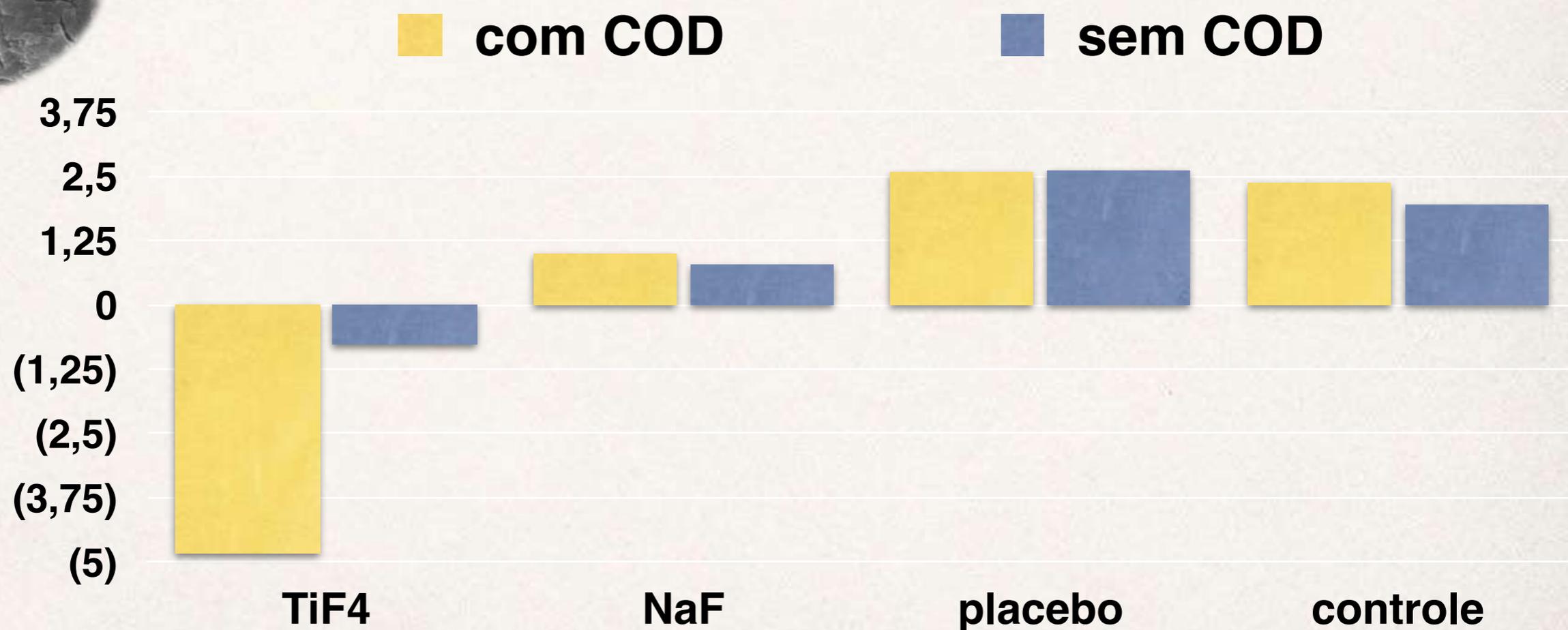
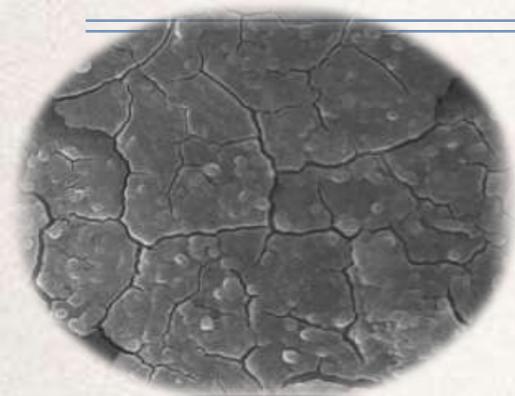
Outros tipos de fluoreto

TiF_4



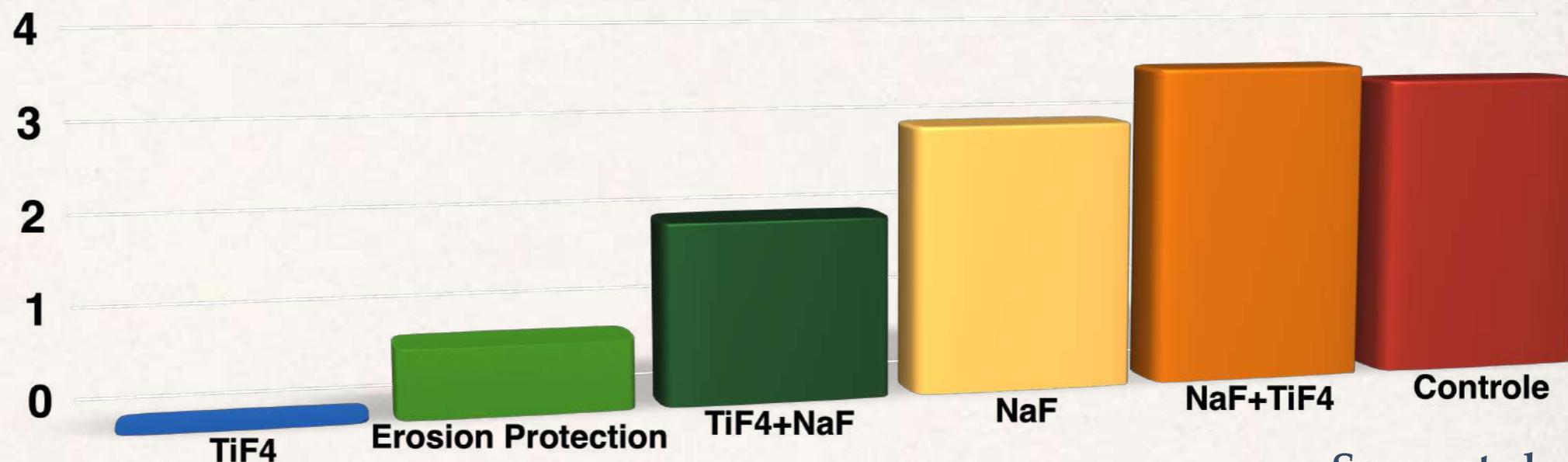
Outros tipos de fluoreto

TiF_4

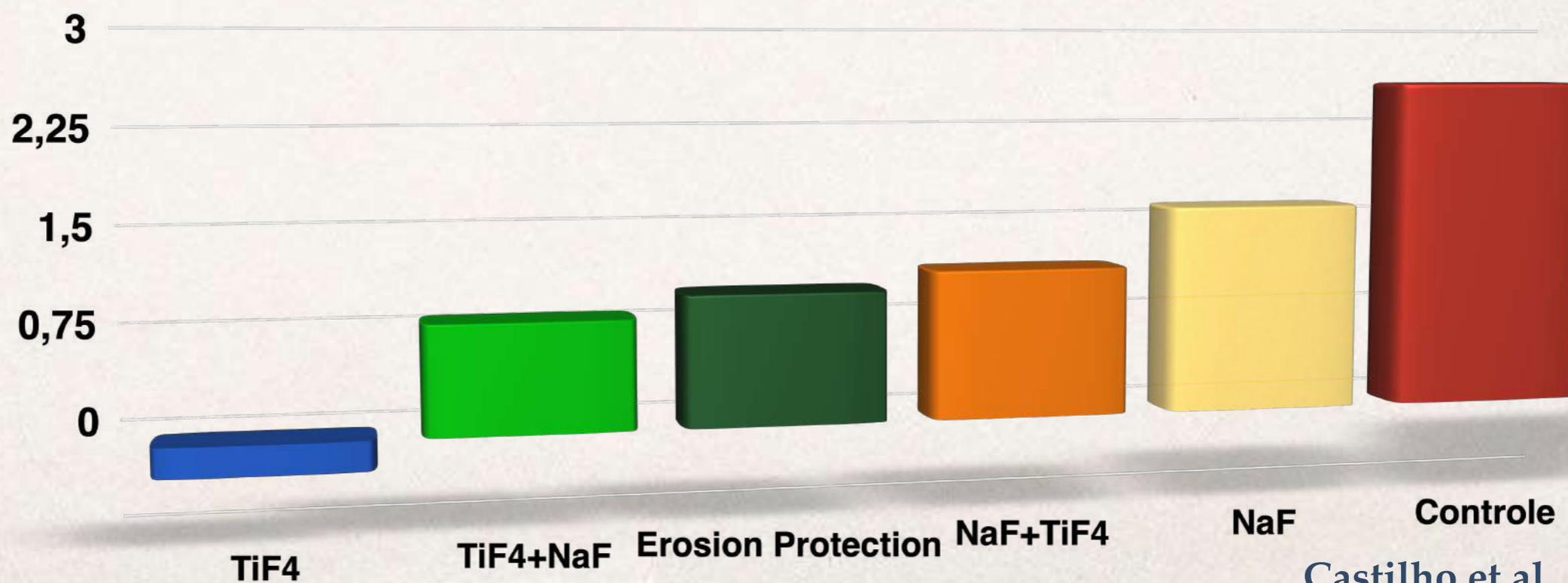


Outros tipos de fluoreto

TiF₄



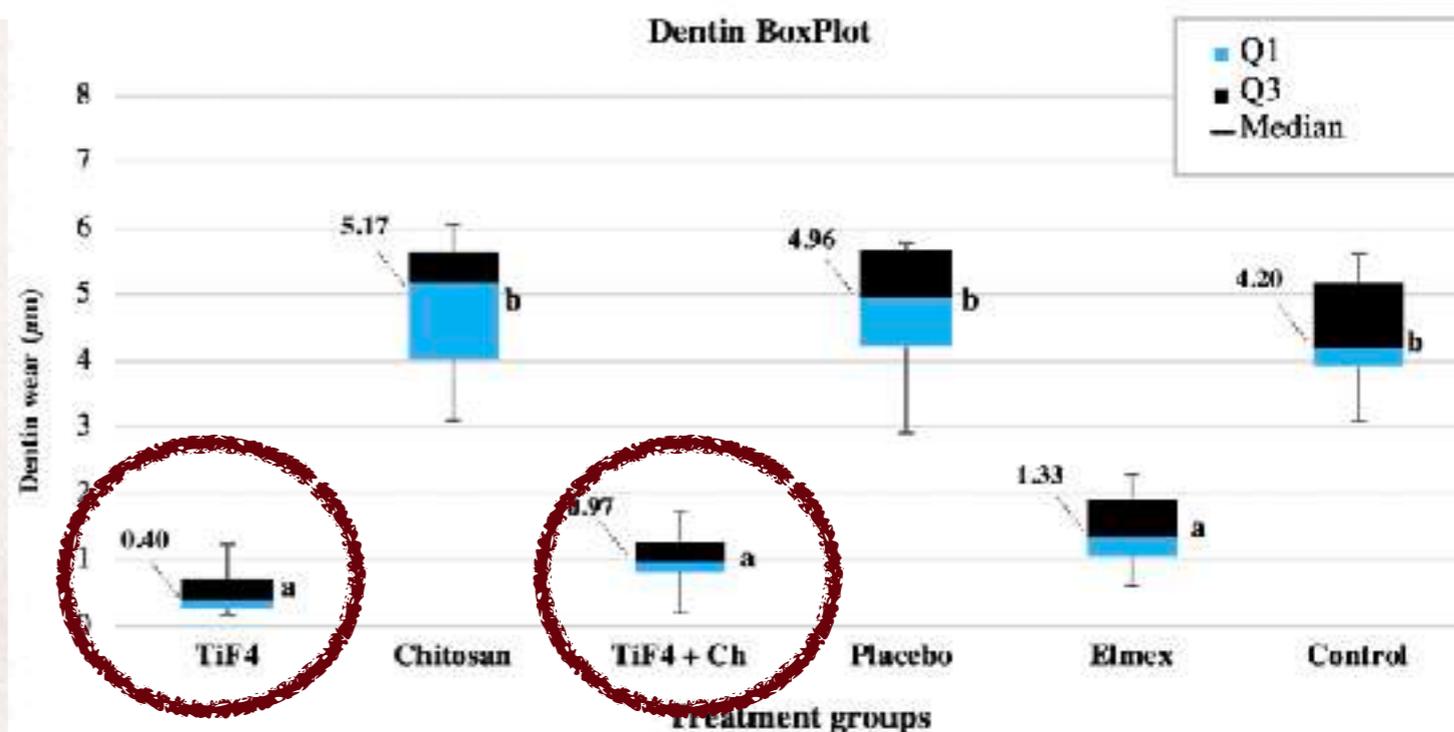
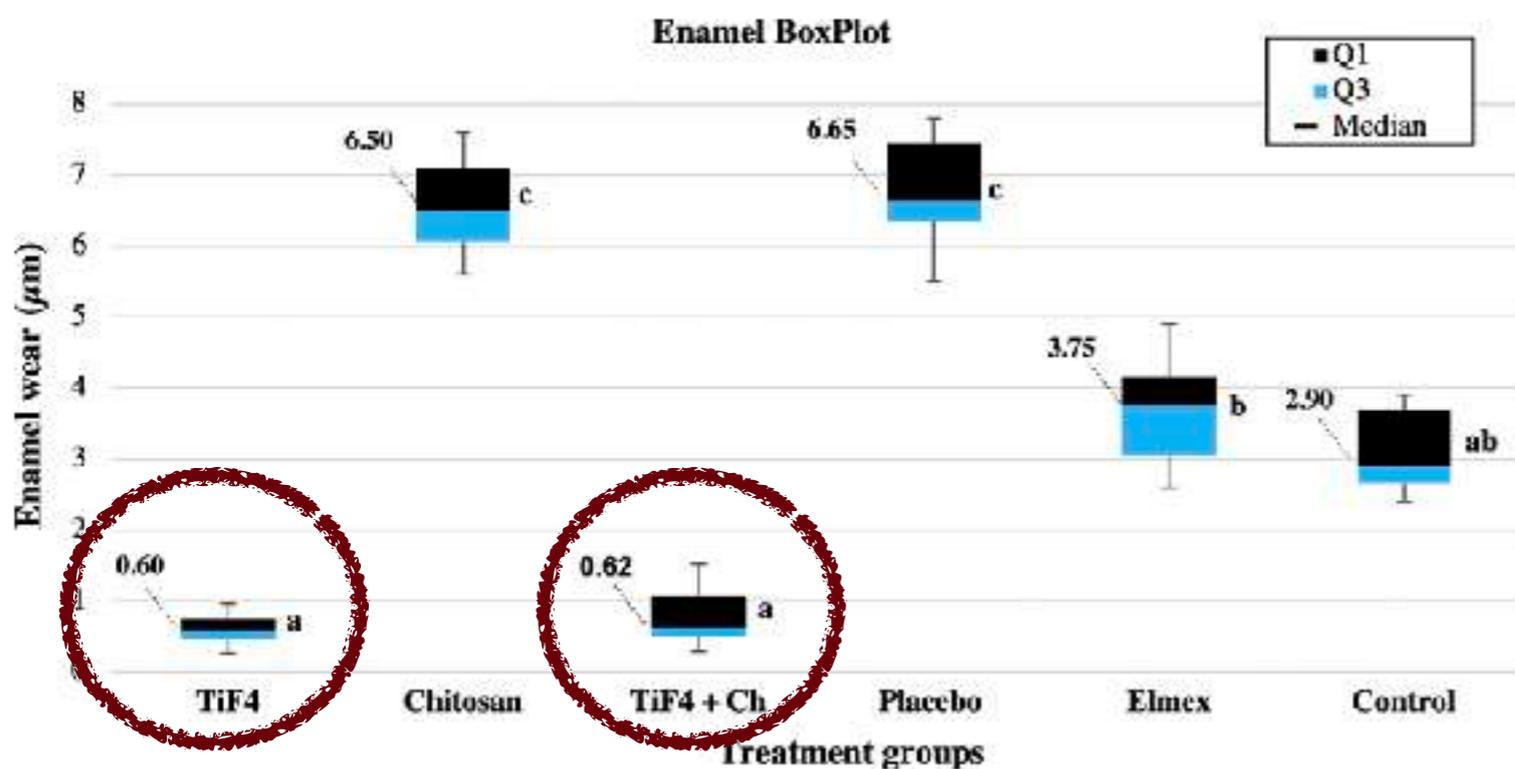
Souza et al., 2014



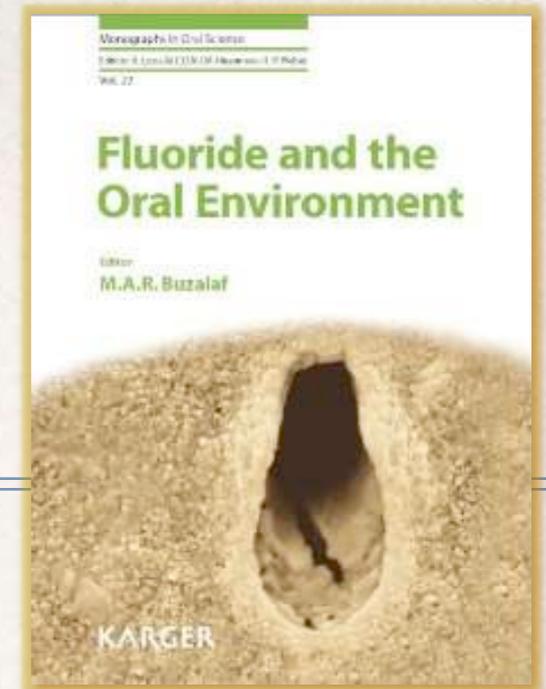
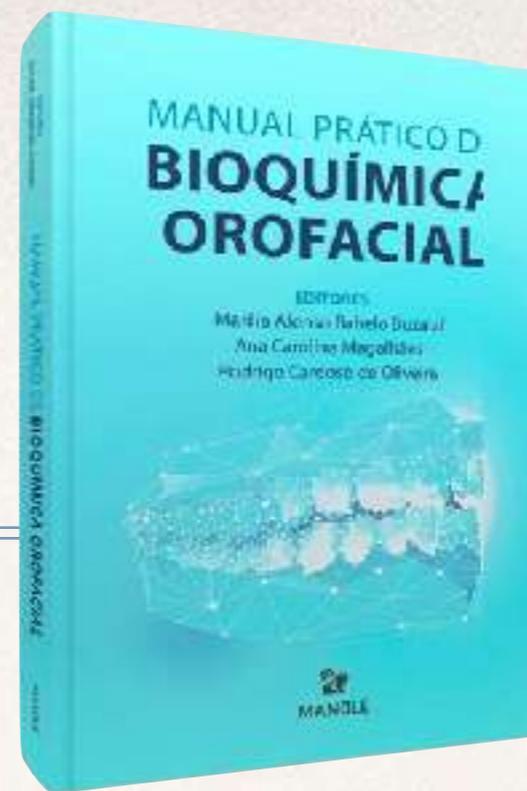
Castilho et al., 2015

Outros tipos de fluoreto

TiF_4



Conclusão



O mecanismo de ação é baseado em proteção mecânica (concentração e tipo de fluoreto).

Os fluoretos contendo metais polivalentes têm mostrado melhor efeito (estudos laboratoriais).

A presença da camada orgânica parece modular o efeito do fluoreto sobre a dentina.

Faltam estudos clínicos!!!

FOB USP



Brigada
pela
Atenção

acm@fob.usp.br