



**Unidade: Ecologia
Microbiana Oral e Cárie
Dentária**

Unidade: Ecologia Microbiana Oral e Cárie Dentária

A ecologia microbiana oral

A ecologia microbiana, que estuda as relações entre os microrganismos e seus ambientes, é um tópico muito amplo, que envolve as ciências básicas e aplicadas. Os fatores que regulam estas relações são universais e podem ser aplicados aos seres humanos e animais. Aplicar conceitos ecológicos a microbiota oral nos permite compreender (1) as alterações que ocorrem nesta microbiota e (2) algumas doenças bucais, como a cárie dentária, que envolvem os microrganismos potencialmente patogênicos e que colonizam o biofilme e as superfícies dentárias.

A seguir, serão apresentados alguns termos de uso comum na ecologia microbiana (quadro 1).

Quadro 1. Definições de alguns termos mais empregados no estudo da ecologia microbiana.

TERMO	DEFINIÇÃO
HABITAT	Área específica que suporta uma microbiota.
POPULAÇÃO	Um grupo de bactérias com características comuns, definido por determinado nível taxonômico, como, por ex., gênero, espécies, subespécies ou análise do seu DNA.
COMUNIDADE	Coleção de mais de uma população de bactérias em um habitat específico.
NICHO	Função de uma população bacteriana dentro de uma comunidade.
SUCESSÃO PRIMÁRIA	Crescimento e mudanças nas populações bacterianas em um habitat quando ele é inicialmente colonizado por microrganismos.
SUCESSÃO SECUNDÁRIA	Crescimento e novo desenvolvimento de uma comunidade bacteriana separada de um habitat.
ALOGÊNICO	Descreve os efeitos nas comunidades bacterianas que surgem devido a mudanças externas a comunidade.
AUTOGÊNICO	Descreve os efeitos nas comunidades bacterianas resultantes de atividades da própria comunidade.
ECOSSISTEMA	Descreve o habitat, seu ambiente e sua microbiota bacteriana.
COMPETIÇÃO	Interação entre uma ou mais populações bacterianas com características que requerem a ocupação do mesmo nicho ou nichos similares na comunidade.
MUTUALISMO	Duas populações se beneficiam de uma interação essencial para ambas.
SINERGISMO	Duas populações se beneficiam de interações que não são essenciais.
COMENSALISMO	Uma população se beneficia de outra que não é beneficiada.
NEUTRALISMO	Nenhuma interação entre duas populações.
AMENSALISMO	Uma população inibe ou elimina uma outra.

Fonte: Thylstrup A, Fejerskov O. Cariologia Clínica. 2ª ed. São Paulo: Santos, 2001.

As bactérias nos ecossistemas orais

As superfícies fornecem áreas ricas em nutrientes para os microrganismos, bem como locais estáveis onde podem se aderir e evitar que sejam removidos de seu habitat.

A microbiota de um habitat se desenvolve através de uma série de estágios, que podem ser definidos pelo termo *colonização*. A colonização é um processo complexo, visto que envolve não apenas a interação entre as bactérias e seu ambiente, mas também as interações bacterianas.

O primeiro estágio da colonização é o **acesso**. Os microrganismos devem ser capazes de penetrar no habitat e, conseqüentemente, devem ser capazes de serem transmitidos de um habitat para outro. Frequentemente, as bactérias são capazes de se mover ou podem ser carregadas para um habitat por um objeto animado ou inanimado. Na natureza também existem reservatórios para as bactérias, onde elas podem sobreviver e, posteriormente, mover-se para um novo habitat. As mães podem servir como reservatórios para as bactérias orais que colonizam seus filhos e também, dentro de um único hospedeiro, os reservatórios das bactérias podem funcionar como auxílio para a sobrevivência do microrganismo. Na boca humana, a língua pode servir como reservatório de bactérias, que podem, em condições favoráveis, colonizar as bolsas periodontais.

Supondo-se que o microrganismo tenha acesso a um habitat, o próximo estágio da colonização envolve a **aderência** a uma superfície ou a superfícies de bactérias que já tenham colonizado o habitat. A aderência é um processo complexo e geralmente específico para uma determinada superfície. Essa especificidade permite que as bactérias se localizem em superfícies associadas a ambientes favoráveis. A aderência específica explica em parte, a localização da bactéria patogênica, como, por exemplo, os *streptococcus pyogenes* na faringe, bem como a distribuição das diferentes bactérias orais nas superfícies do dente, língua e superfícies mucosas da boca humana.

Depois de acomodado em um habitat, o microrganismo precisa se desenvolver para aumentar o número de suas células, o que caracteriza o terceiro estágio da colonização, o **crescimento** bacteriano. Dois fatores importantes exercem uma função para sua colonização. O primeiro é a

natureza do ambiente, que deve ser favorável para o crescimento do microrganismo; o segundo é que o microrganismo terá que crescer na presença de outras bactérias dentro do habitat e isso pode envolver vários tipos de interações, como competição, mutualismo e comensalismo.

O crescimento de bactérias dentro da cavidade oral ocorre em vários habitats e condições nutricionais locais, ficando expostas aos agentes antibacterianos da saliva, elementos do sistema imune do hospedeiro e fatores externos como a dieta alimentar, higiene oral e fluoretos.

Os principais aspectos importantes da interação, crescimento e sobrevivência das bactérias em um habitat são:

- a capacidade de uma população de microrganismos de adaptar sua fisiologia as alterações do ambiente;
- a diversidade genética dentro de uma população de bactérias, que é uma indicação do potencial para diferentes famílias terem traços genéticos que permitem sua sobrevivência;
- um microrganismo pode produzir um mutante mais capacitado a sobreviver no ambiente.

Os microrganismos começam a crescer em um habitat e formam uma comunidade com várias populações diferentes. Cada uma dessas populações ocupa um nicho dentro da comunidade, que não é uma posição física, mas a função do microrganismo na comunidade. Por tanto, o nicho ocupado pelo *Streptococcus mutans* dentro da cavidade oral pode ser livremente definido como aquele onde existe fermentação de carboidratos.

As populações de bactérias que ocupam nichos similares na comunidade competem umas com as outras e a mais adequada ao nicho, será dominante em relação as outras populações. Na medida em que a comunidade se desenvolve, o ambiente e os nichos mudam suas características e a composição bacteriana da comunidade muda também.

O fenômeno caracterizado pelas alterações das populações bacterianas na comunidade, com o decorrer do tempo, é denominado **sucessão** (primária ou secundária) e pode ser de dois tipos: autogênico – quando novos nichos são o resultado da atividade da comunidade bacteriana – e alogênico – quando as alterações nos nichos são trazidos a tona por mudanças no ambiente externo a comunidade. Um excelente exemplo: quando os antibióticos suprimem a

microbiota oral normal e permitem que a *Candida Albicans* cresça mais que as outras e se torne dominante no habitat. O domínio também pode ocorrer em comunidades mais localizadas dos habitats orais, tais como o biofilme nas superfícies dentárias. O domínio de um microrganismo patogênico no biofilme geralmente promove lesões de carie.

A cavidade oral apresenta dois tipos de superfície para a colonização bacteriana: *tecidos moles* – por exemplo a mucosa interna das bochechas e *tecidos duros* – superfícies do esmalte e porções expostas das raízes dos dentes. Essas superfícies podem ser modificadas por meio de um revestimento da saliva ou, no caso das superfícies duras, a deposição dos componentes salivares que formam uma película. Uma diferença importante e distinta entre os dois tipos de superfície é que as superfícies de tecidos moles desprendem células e os tecidos duros não. A perda de bactérias colonizadoras de células desprendidas dos tecidos moles significa que a aderência da bactéria é importante para a sua sobrevivência em seu habitat e também que as camadas complexas de bactérias não ocorrem, ao contrário das superfícies duras que suportarão das camadas espessas de bactérias que compõem o biofilme dental.

Em geral, a cavidade oral inclui habitats localizados, como mucosa, língua e superfícies dos dentes, também denominados microambientes. Incluídas nos microambientes estão as áreas locais das superfícies e áreas onde as superfícies duras e tecidos moles estão justapostos, como por exemplo o sulco gengival e as bolsas periodontais.

Aquisição e desenvolvimento da microbiota oral

As bactérias começam a colonizar a cavidade oral de uma criança durante o nascimento e a sucessão de bactérias dentro da boca continua por toda a vida. Os primeiros microrganismos da boca que podem ser isolados durante as primeiras semanas após o nascimento são predominantemente os *Streptococcus*, incluindo os *S. mitis*, *S. oralis* e *S. salivarius*. Estas bactérias são capazes de se estabelecerem dentro da boca, mas há evidências de que

outras bactérias aparecem como transitórias. Supõe-se que elas sejam capazes de obter acesso ao habitat, mas não podem competir com as bactérias estabelecidas.

Durante os primeiros meses de vida, a microbiota torna-se mais complexa, com bactérias anaeróbias – *Veillonella* e *Prevotella* (bacteróides) estando incluídas na comunidade.

A erupção dos dentes decíduos tem um grande impacto na composição da microbiota oral. Isso é esperado, uma vez que os dentes fornecem novos tipos de superfícies e novos microambientes. Entre essas alterações na colonização por espécies que se aderem as superfícies dos dentes e aí se multiplicam, as mais importantes são a presença de *S. mutans*, *S. sobrinus*, *S. sanguis* e de algumas espécies de *Actinomyces*, assim como o aumento no número e nos tipos de bactérias anaeróbias.

A microbiota torna-se ainda mais complexa até atingir uma relativa estabilidade nos adultos jovens, quando os representantes da maioria dos microrganismos da cavidade oral podem ser isolados. A maioria das pessoas carrega os mesmos gêneros e espécies bacterianas. No entanto, o número de microrganismos específicos encontrados em determinados microambientes pode variar, refletindo características daquele habitat, que pode ser único para o hospedeiro.

A perda dos dentes, levando ao estado edêntulo, resulta em perda de microambientes na boca e redução da complexidade bacteriana. Todavia, as próteses totais (dentaduras) podem substituir os dentes como superfícies que não foram retiradas e as bactérias poderão sobreviver, nesta condição bucal, porem com provável redução ou eliminação de alguns microrganismos anaeróbios.

Ambientes e microrganismos orais

A microbiota encontrada regularmente num determinado habitat em uma pessoa saudável geralmente é chamada de microbiota normal e está associada a saúde. Por outro lado, algumas doenças sistêmicas podem influenciar a

microbiota de habitats da boca, como, por exemplo, os pacientes com diabetes, que podem apresentar um maior número de bactérias anaeróbias nas bolsas gengivais.

A microbiota da saliva pode representar um apanhado geral das bactérias presentes na boca de um indivíduo. Isto é utilizado na microbiologia oral, quando a contagem de bactérias específicas na saliva pode ser relacionada a extensão da colonização pelo microrganismo e o risco de desenvolver a doença; por exemplo, contagem de *S. mutans* e *Lactobacillus* para determinação do risco de desenvolver a carie dentária.

Os *Streptococcus* do grupo *mutans* podem também ser encontrados nas margens de (a) restaurações em amálgama, resinas e ionômero de vidro e (b) aparelhos ortodônticos.

A língua, com sua estrutura de superfície complexa, suporta o crescimento de uma grande variedade de bactérias e, provavelmente, funciona como um reservatório de microrganismos dentro da cavidade oral. Os *streptococcus* são o gênero predominante e incluem uma variedade de espécies. Algumas bactérias, como o *Stomatococcus mucilaginosus*, podem ser os únicos que constituem seu habitat específico na língua.

Com relação ao biofilme dental, encontram-se, em geral, *S. sanguis*, *Actinomyces odontolyticus*, *Neisseria*, *Veilonella*, *Eubacterium*, *Fusobacterium* e *Bacteróides*.

Ao discutir a microbiota do biofilme dental do ponto de vista da Cariologia, é importante descrever as características do desenvolvimento dessa complexa comunidade bacteriana. Uma razão para isso é que o resultado deste desenvolvimento determinará a composição da comunidade em microambientes, o que implica em direto relacionamento com a ocorrência de lesões cariosas. O biofilme se forma sob condições ambientais que favorecem as bactérias cariogênicas e representa um perigo para a integridade da área do habitat sobre a qual está se desenvolvendo (esmalte e superfície radicular exposta).

As bactérias pioneiras colonizam as superfícies dentárias minutos após ter sido efetuada a profilaxia por um profissional e, a partir de então, a sucessão continua.

Dentre as primeiras bactérias a colonizar as superfícies estão *S. sanguis*, *S. mitis*, *S. oralis*, *aemophilus spp.*, e *Neisseria spp.* Os *Actinomyces* e outros bastonetes Gram-positivos também podem ser isolados no início do desenvolvimento do biofilme.

À medida em que a microbiota torna-se mais complexa, bactérias anaeróbias começam a se estabelecer e, após 14 dias, a comunidade do biofilme atinge a sua composição mais complexa.

Conforme já descrito, é provável que as comunidades que atingem o grau mais elevado apenas se desenvolvam em áreas protegidas, como as superfícies proximais e áreas associadas às margens de restaurações com defeitos ou aparelhos ortodônticos.

Microrganismos orais e cárie dentária

A microbiota oral normal inclui bactérias que, sob certas condições ambientais, provocarão desmineralização do esmalte e das superfícies radiculares e, portanto, promoverão lesões cariosas. Em geral, estas bactérias são divididas em dois grupos: patógenos principais (*S. mutans*), fortemente associados a doença carie e as bactérias que são encontradas junto aos patógenos principais, na microbiota das lesões iniciais e na dentina cariada (*Lactobacillus*). Vale lembrar que os *Actinomyces odontolyticus* podem ser encontrados também em dentina cariada.

Esmalte

Estudos sobre a microbiota de lesões incipientes demonstraram que (1) existem altas concentrações de *Streptococcus mutans* e pequenas quantidades de *Lactobacillus* e (2) o número de *Streptococcus mutans* pode diminuir enquanto as lesões forem controladas, especialmente quando o ambiente favorece a remineralização do esmalte. Pode-se supor que as áreas de esmalte que desmineralizam e desenvolvem lesões incipientes, apresentam baixo nível de pH e favorecem os *S. mutans* e *Lactobacillus*. Provavelmente, as alterações no ambiente que resultam em aumento do nível de pH e estimulam

a remineralização, promovem a sucessão de outras bactérias, reduzindo o número e a proporção de *S. mutans* e *Lactobacillus*.

Dentina

Ao estudar as lesões que envolvem a dentina, histologicamente, pode-se observar a presença de bactérias acidogênicas e acidúricas Gram-positivas e a diminuição do número de *Streptococcus*. As comunidades bacterianas na dentina cariada ocupam dois habitats intimamente associados: a área necrótica mole (*Lactobacillus*) e as áreas mais profundas, parcialmente desmineralizadas (*Actinomyces*, *Eubacterium*, *Propionibacterium*).

Entre as razões para esta seleção, podem estar a disponibilidade de substratos protéicos e baixo pH; a dentina cariada contém ácidos orgânicos, predominantemente lactato, acetato, propionato e butirato, o que sugere a presença de cadeias de alimento e algumas vantagens ecológicas dadas a essas bactérias pelo ambiente.

A dentina é caracterizada pelo alto conteúdo de colágeno e, quando cariada, contém bactérias fermentadoras de aminoácidos e endopeptidases com uma ação semelhante à da colagenase. A degradação do colágeno é precedida pela dissolução das frações minerais de dentina, o que expõe as fibrilas de colágeno às várias proteases específicas e não específicas. Conseqüentemente, as condições locais na dentina cariada fazem surgir pressões ecológicas que favorecem não apenas as bactérias acidúricas, mas também as que podem degradar e metabolizar as proteínas e peptídeos.

Superfície radicular

Brown *et al.* (1986) classificaram as lesões na superfície radicular como *inicial* (Grau I – incipiente e Grau II – pouco profunda) e *avançada* (Grau III – cavitação e Grau IV – pulpar). O padrão de colonização e sucessão bacteriana é semelhante ao do esmalte, com as mesmas espécies envolvidas e associação entre *Streptococcus mutans* e *Lactobacillus*. Embora existam muitas espécies bacterianas na comunidade associadas as lesões de carie radicular, as famílias de *Streptococcus* e *Actinomyces* compreendem a maior parte da microbiota em lesões estabelecidas. A desmineralização do tecido radicular

pode ocorrer em níveis de pH mais altos (menos ácidos) que os do esmalte e, conseqüentemente, com menor número de microrganismos cariogênicos.

As lesões de carie precoces no cemento são caracterizadas por um gradiente de desmineralização com invasão de bactérias quase exclusivamente Gram-positivas. A lesão avança com a desmineralização e invasão bacteriana, espalhando-se lateralmente ao longo da junção dentina-esmalte e através dos túbulos dentinários. A destruição parece sempre preceder a destruição da matriz colágena da dentina intertubular. Este processo é presumivelmente resultante de atividades das enzimas bacterianas extracelulares, como por exemplo, as aminopeptidases.

Manutenção do equilíbrio saudável entre a microbiota oral e o hospedeiro

O desenvolvimento de comunidades de bactérias orais é influenciado por inúmeros fatores, que podem ser classificados como fatores (1) diretamente relacionados ao hospedeiro, (2) externos ao hospedeiro e (3) associados a comunidade bacteriana. O impacto destes fatores na microbiota pode ser de tal forma, que os tecidos orais permaneçam saudáveis; ou diferenças em um ou mais desses fatores podem levar a comunidades bacterianas com potencial patogênico.

Fatores relacionados ao hospedeiro

As superfícies dos dentes, incluindo as raízes expostas, fornecem um habitat ideal para as comunidades bacterianas, especialmente as superfícies interproximais e subgengivais, que são protegidas das desrupção física e das forças de cisalhamento e fluxo salivar, abrigando maiores concentrações de bactérias.

A saliva tem papel importante na manutenção de um equilíbrio apropriado dentro de um ecossistema associado as superfícies dos dentes. Este equilíbrio é muito importante na etiologia da carie dentária, visto que a saliva aumentara a capacidade de algumas bactérias sobreviverem e também

reduzira a competitividade de outras. A saliva consegue este controle sobre a microbiota oral através dos seus componentes, que podem estar constantemente presentes ou ser resultantes de uma resposta específica do hospedeiro.

O impacto da saliva pode ser sentido no primeiro estágio da colonização, o da aderência, quando uma película orgânica sobre a superfície do dente, formada por componentes salivares, fornece receptores para a adesão de bactérias específicas. A segunda função refere-se a sua capacidade de limpeza, que pode eliminar as bactérias invasoras, através das proteínas que as aglutinam, sistemas antibacterianos não específicos que são resultantes de uma resposta do hospedeiro. A saliva contém IgA secretora derivada das glândulas salivares, assim como IgG e IgM provenientes do soro, sendo totalmente produzidos nos tecidos gengivais. Entre todos os mecanismos da saliva, o mais bem definido em termos de proteção contra a cárie dentária é o seu efeito tampão. A capacidade tampão da saliva na forma de bicarbonato e fosfato é fundamental para o controle do pH do biofilme e, em vista disso, da desmineralização do esmalte. O pH do biofilme influencia o metabolismo da comunidade bacteriana e a manutenção do nível de pH perto da neutralidade elimina a vantagem dada as bactérias cariogênicas acidúricas através de ambientes com pH mais baixo.

Fatores externos ao hospedeiro

Pode-se dizer que a *dieta alimentar* pode influenciar de três formas na composição da microbiota e em suas atividades metabólicas:

- através da composição química do alimento;
- através de sua consistência física;
- através da frequência de ingestão.

As melhores dietas para a saúde oral são aquelas que fornecem quantidades mínimas de carboidratos fermentáveis - açúcares e amido (doces e massas, respectivamente), compatíveis com a nutrição geral do indivíduo. A microbiota oral mantida em dietas deste tipo, assegura que a proteção do hospedeiro contra a colonização oral por patógenos exógenos, garantida pela microbiota residente não será comprometida. Baixos níveis de carboidratos

fermentáveis manterão o pH do biofilme relativamente alto, anulando qualquer vantagem dada as bactérias acidúricas pelo baixo pH ambiental.

A remoção mecânica do biofilme através de procedimentos de *higiene oral* desaloja a comunidade bacteriana. A desorganização física do biofilme elimina a desmineralização inicial do esmalte, presumivelmente dispersando ácidos e perturbando o metabolismo do biofilme, o que diminui sua cariogenicidade.

Fatores associados à comunidade bacteriana

As bactérias da cavidade oral produzem substâncias de armazenamento intracelulares, inclusive carboidratos fermentáveis (glicogênio), a semelhança do que fazem muitos outros microrganismos. Os polímeros são formados quando há carboidrato em excesso e são utilizados para manter a energia quando inexistem fontes exógenas. Este processo metabólico pode, portanto, contribuir para a produção de ácido no biofilme durante períodos relativamente longos.

Mecanismos para restabelecer um equilíbrio saudável entre a microbiota oral e os tecidos do hospedeiro

Os conhecimentos da ecologia oral indicam que o restabelecimento deste equilíbrio pode ser obtido mais efetivamente, a partir de uma abordagem que envolva, por exemplo, higiene oral, alteração da dieta, eliminação das bactérias odontopáticas e proteção de habitats específicos. Como exemplos: utilização de selantes nas superfícies oclusais de molares, substituição de açúcares por adoçantes, aplicação profissional de fluoretos e o uso de antimicrobianos.

O impacto dos fluoretos nas bactérias, reduzindo o índice de produção de ácidos e mantendo níveis de pH mais altos no biofilme, provavelmente contribui para uma redução da patogenicidade do biofilme. No caso dos fluoretos parece estar correto dizer que, enquanto as bactérias orais são capazes de crescer ou adaptar-se ao crescimento em níveis altos de fluoreto,

nenhuma adaptação reduz significativamente a atividade anticariogênica deste agente.

Inúmeros agentes antimicrobianos são comercializados na forma de soluções para higiene oral e dentifrícios e são utilizados com outros procedimentos de limpeza da cavidade oral, para modificar a composição bacteriana do biofilme dental. Entre eles, podemos citar a clorexidina, o cloreto de cetilpiridínio e os óleos essenciais, das marcas comerciais Periograd, Cepacol e Listerine, respectivamente. Os agentes antimicrobianos farão parte do conteúdo abordado na disciplina Cariologia Clínica.

Portanto, o equilíbrio entre o ambiente da cavidade oral de um indivíduo saudável e a microbiota residente é bom tanto para os tecidos do hospedeiro como para as comunidades bacterianas

Referências

Brown LR, Billings RJ, Kaster AG. **Quantitative comparisons of potentially cariogenic microorganisms cultured from non carious and carious root and coronal tooth surfaces.** *Infect Immun* 1986;51:765-70.

Loesche WJ. **Role of streptococcus mutans in human dental decay.** *Microbiol Rev* 1986;50:353-80.

Newbrun E. **Cariology.** Baltimore: Williams & Wilkins, 1978.

Thylstrup A, Fejerskov O. **Cariologia Clinica.** 2^a ed. São Paulo: Santos, 2001.

Van Loveren C. **The antimicrobial action of fluoride and its role in caries inhibition.** *J Dent Res* 1990;69(Spec Issue):676-81.

Responsável pelo Conteúdo:

Profª Dra. Eliete Rodrigues de Almeida

Revisão Textual:

Profª Dra. Patricia Silvestre Leite Di Iorio



www.cruzeirodosul.edu.br

Campus Liberdade

Rua Galvão Bueno, 868

01506-000

São Paulo SP Brasil

Tel: (55 11) 3385-3000