

Ecologia microbiana – os microrganismos como protagonistas

Lia Cardoso Rocha Saraiva Teixeira

Bióloga, mestre e doutora em Microbiologia

Docente do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente

Programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental

Universidade do Estado do Rio de Janeiro

✉ liateixeira@eng.uerj.br

A ecologia microbiana relaciona a diversidade, distribuição espacial e função dos microrganismos com as condições ambientais de um dado local. Como ciência básica, presta-se a compreender as interações microbianas relacionadas aos ciclos biogeoquímicos, bem como as interações com outros seres vivos, e a distribuição geográfica dos microrganismos no planeta. No campo da ciência aplicada, os conceitos da ecologia microbiana auxiliam na otimização de processos microbianos de interesse nas mais diversas áreas: tratamento de efluentes, produção de biogás, biorremediação, monitoramento ambiental, entre outras. Apesar de todo o conhecimento já acumulado ao longo dos anos acerca da fisiologia, genética e evolução dos microrganismos, ainda não é possível determinar de forma objetiva a ação microbiana no ambiente, seja em ecossistemas naturais ou em ambientes construídos.

AS VANTAGENS DE SER PEQUENO

As células microbianas procarióticas possuem características morfológicas, fisiológicas e genéticas que lhes garantem vantagens significativas em serem organismos tão pequenos. As células diminutas proporcionam uma razão superfície-volume que torna a captação de nutrientes pela membrana celular mais eficiente, proporcionando uma maior taxa de crescimento celular. Desta forma, uma determinada quantidade de recursos nutricionais consegue suprir uma população maior de células pequenas quando comparado com células grandes.

As altas taxas de crescimento destas células fazem com que as taxas de mutação também sejam mais altas nessas populações. Isso ocorre porque alterações no material genético podem ocorrer durante o seu processo de duplicação, etapa obrigatória para a replicação das células. Assim, quanto mais rápido cresce uma determinada população,

maiores as chances de ocorrerem essas alterações. As mutações funcionam como a matéria-prima principal da variabilidade genética, possibilitando que os processos evolutivos ocorram de forma mais rápida nessas populações. Assim, comunidades microbianas conseguem responder de forma mais dinâmica às alterações ambientais.

Com tantas habilidades para a manutenção no ambiente, os microrganismos foram, ao longo do tempo evolutivo, desenvolvendo inúmeras vias metabólicas e adaptando o metabolismo energético a diversas fontes de carbono e compostos inorgânicos. As transformações biológicas, as quais dependem os ciclos biogeoquímicos, são, em grande parte, mediadas por células microbianas.

OS MÉTODOS INDEPENDENTES DE CULTIVO E A REVOLUÇÃO DA ECOLOGIA MICROBIANA

A caracterização das comunidades microbianas era restrita aos métodos dependentes de cultivo até meados da década de 1980. Estabelecer condições adequadas para suprir os requerimentos nutricionais dos microrganismos é uma tarefa que segue desafiando os pesquisadores até os dias atuais. Com o desenvolvimento das técnicas de biologia molecular, passou a ser possível acessar a diversidade microbiana a partir da caracterização direta do seu material genético, sem a necessidade de cultivo ou isolamento prévio das células. Com o passar dos anos, as técnicas de biologia molecular foram se aprimorando, tornando-se mais eficientes e economicamente mais acessíveis. Houve uma grande corrida para a caracterização dos microrganismos de todas as matrizes – água, solo, ar, sedimento – nos mais variados ecossistemas, dos hiperdiversos, como as florestas tropicais, aos mais inóspitos, como a Antártica e o Ártico. Inúmeros grupos bacterianos foram descobertos, genomas inteiros desvendados, há uma enorme quantidade de informação acerca da diversidade microbiana disponível em bancos de dados públicos. Aprendeu-se sobre fatores de crescimento determinantes na distribuição desses organismos no ambiente. Observou-se que, de uma forma geral, grande parte da diversidade microbiana encontra-se em baixa abundância nos ecossistemas, sendo predominante um menor número de táxons quando comparado com a diversidade total. Dessa observação surgiu o conceito de biosfera rara, microrganismos presentes em baixa abundância, muitas vezes difíceis de serem detectados,

mas que funcionam como um banco genético e fisiológico, capaz de responder às alterações ambientais, sejam elas naturais ou antropogênicas.

A ECOLOGIA MICROBIANA COMO CIÊNCIA APLICADA

A partir dos conceitos apresentados torna-se, de certa forma até intuitivo, relacionar os conceitos da ecologia microbiana com outras disciplinas de caráter aplicado às atividades humanas. Um importante objetivo da ecologia microbiana é utilizar as propriedades metabólicas dos microrganismos para degradar poluentes que afetam o ambiente. Além disso, questões de saúde pública, como a demanda por água potável, contaminação de alimentos, dispersão e alterações de microrganismos patogênicos, também são temas transversais a essa área da microbiologia. Destaca-se aqui alguns desses temas:

Microbiologia dos ambientes construídos: As estações de tratamento de efluentes, estações de tratamento de água, aterros sanitários e sistemas de dutos são exemplos de ambientes construídos onde há ação direta dos microrganismos, seja de forma benéfica ou não. O tratamento biológico de efluentes domésticos e industriais é uma etapa fundamental e com alta eficiência na remoção de nutrientes e contaminantes de forma a atender as exigências da legislação para a correta disposição dos efluentes em corpos hídricos. Em aterros sanitários, os microrganismos desempenham papel crucial na estabilização dos resíduos. Havendo otimização do processo, o biogás gerado pode ser economicamente aproveitado em função do teor de metano. Já nas estações de tratamento de água e em dutos de transporte de petróleo e seus derivados, a presença de microrganismos é indesejada, sendo necessário constante monitoramento e tratamento adequado para que sejam eliminados de forma definitiva desses ambientes.

Microbioma humano: No início dos anos 2000 foi anunciado o sequenciamento completo do genoma humano. Havia uma grande expectativa de que a partir das informações a cerca da composição dos genes humanos em sua totalidade, muitas perguntas sobre o funcionamento e fisiologia do corpo humano seriam respondidas, bem como estaria aberto o caminho para a cura de doenças crônicas e sem tratamento. Apesar dos inúmeros e inegáveis avanços da medicina nos últimos anos, o sequenciamento do genoma humano trouxe mais perguntas do que respostas. Vinte anos depois, as apostas para se responder

a essas perguntas estão voltadas para o microbioma – o conjunto de microrganismos que vive em associação com o corpo humano. Desde o nascimento, estamos em constante interação com os microrganismos, havendo grupos específicos para os diferentes tecidos passíveis de colonização não patogênica. Estima-se que para cada célula humana existem outras 7 células microbianas em nosso organismo. Os estudos recentes relacionam o padrão de diversidade microbiana humana a alergias, diabetes, obesidade, doenças autoimunes, processos inflamatórios, câncer, além de condições neurológicas, como depressão e ansiedade.

Biorremediação: O termo biorremediação refere-se à utilização de microrganismos para a limpeza de óleo, produtos químicos e outros poluentes ambientais. Apesar de qualquer substância contaminante ser passível da biodegradação microbiana, a biorremediação é mais utilizada na remoção de óleo e seus derivados. No entanto, metais pesados, pesticidas, fármacos e derivados de plástico tem sido também alvo de estudos usando tratamento biológico para sua remoção do ambiente.

Monitoramento ambiental: A adaptabilidade das comunidades microbianas frente a alterações nos ecossistemas faz dos microrganismos excelentes indicadores da qualidade ambiental. O rápido ciclo de vida desses organismos faz com que a presença de poluentes, alterações na temperatura, pH, balanço de nutrientes, dentre outros fatores ambientais provoquem mudanças no padrão de diversidade de uma comunidade microbiana mais rapidamente que em macro-organismos. Assim, é possível monitorar a resposta do ambiente frente a eventos de contaminação e as subsequentes ações de mitigação.

A ecologia microbiana está passando por uma revolução em função da rápida acumulação de dados a partir das análises moleculares, revelando uma vasta diversidade de grupos microbianos até então não cultivados. Esse acúmulo de dados requer utilização de teorias de base microbiológica e ecológica para que se possa expandir a aplicação da ecologia microbiana em prol de uma exploração ambiental mais sustentável.



Este trabalho está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).