






**Tabela 6.1 O efeito do oxigênio no crescimento de vários tipos de bactérias**

	<b>a. Aeróbicos obrigatórios</b>	<b>b. Anaeróbicos facultativos</b>	<b>c. Anaeróbicos obrigatórios</b>	<b>d. Anaeróbicos aerotolerantes</b>	<b>e. Microaerófilos</b>
<b>Efeito do oxigênio no crescimento</b>	Somente crescimento aeróbico.	Crescimento aeróbico e anaeróbico; crescimento maior na presença de oxigênio.	Crescimento somente anaeróbico; não há crescimento na presença de oxigênio.	Crescimento somente anaeróbico, mas continua na presença de oxigênio.	Crescimento somente aeróbico; oxigênio requerido em baixa concentração.
<b>Crescimento bacteriano em tubo com meio de cultura sólido</b>					
<b>Explicações para os padrões de crescimento</b>	Crescimento somente em altas concentrações difundidas.	Crescimento melhor onde mais oxigênio está presente, mas ocorre em todo o tubo.	Crescimento somente onde não há oxigênio.	Crescimento igual; o oxigênio não tem efeito.	Crescimento onde há uma baixa concentração de oxigênio difundido.
<b>Explicações para os efeitos do oxigênio</b>	A presença das enzimas catalase e superóxido-dismutase (SOD) permite que as formas tóxicas do oxigênio sejam neutralizadas	A presença das enzimas catalase e SOD permite que as formas tóxicas do oxigênio sejam neutralizadas; pode utilizar oxigênio.	Ausência das enzimas que neutralizam as formas tóxicas do oxigênio; não tolera oxigênio.	A presença de uma enzima, SOD, permite que as formas tóxicas do oxigênio sejam parcialmente neutralizadas; tolera oxigênio.	Produção de quantidades letais de formas tóxicas do oxigênio se expostos à atmosfera normal de oxigênio.

## Oxigênio

Estamos acostumados a pensar no oxigênio molecular ( $O_2$ ) como um elemento necessário à vida, mas em algumas circunstâncias esse elemento pode se tornar um gás venenoso. Houve pouco oxigênio molecular na atmosfera durante a maior parte da história da Terra – na realidade, é possível que a vida não tivesse surgido se houvesse oxigênio. Contudo, muitas formas comuns de vida têm sistemas metabólicos que requerem oxigênio para a respiração aeróbica. Como vimos, os átomos de hidrogênio extraídos dos compostos orgânicos combinam-se com o oxigênio para formar água, como mostrado na Figura 5.14 (página 129). Esse processo fornece uma grande quantidade de energia e ao mesmo tempo neutraliza um gás potencialmente tóxico – uma solução muito engenhosa afinal.

Os micro-organismos que utilizam o oxigênio molecular (aeróbicos) produzem mais energia a partir dos nutrientes que os micro-organismos que não utilizam o oxigênio (anaeróbicos). Os organismos que requerem oxigênio para viver são chamados de **aeróbicos obrigatórios** (Tabela 6.1a)

**P&R** Os aeróbicos obrigatórios têm uma desvantagem já que o oxigênio é pouco solúvel na água do seu ambiente. Por isso, muitas das bactérias aeróbicas têm desenvolvido, ou mantido, a capacidade de continuar a crescer na ausência do oxigênio. Tais organismos são chamados de **anaeróbicos facultativos** (Tabela 6.1b). Em outras palavras, os anaeróbicos facultativos podem utilizar o oxigênio quando ele está presente, mas são capazes de continuar a crescer utilizando a fermentação ou a respiração anaeróbica

quando o oxigênio não está disponível. Contudo, a sua eficácia em produzir energia é reduzida na ausência do oxigênio. Um exemplo de anaeróbico facultativo é a *Escherichia coli*, encontrada no trato intestinal humano. Muitas leveduras também são anaeróbicos facultativos. Lembre-se da discussão sobre respiração anaeróbica no Capítulo 5 (página 132) que muitos micro-organismos são capazes de substituir o oxigênio por outros receptores de elétrons, como os íons nitrato, algo que os seres humanos são incapazes de fazer.

Os **anaeróbicos obrigatórios** (Tabela 6.1c) são bactérias incapazes de utilizar o oxigênio molecular para as reações produtoras de energia. De fato, isso é prejudicial para muitos deles. O gênero *Clostridium*, que contém espécies que causam o tétano e o botulismo, é o exemplo mais conhecido. Essas bactérias podem utilizar os átomos presentes nos materiais celulares. Esses átomos geralmente são obtidos da água.

Entender como os organismos podem ser danificados pelo oxigênio requer uma breve discussão sobre as formas tóxicas do oxigênio:

1. O **oxigênio singlet** ( $^1O_2$ ) é o oxigênio molecular normal ( $O_2$ ) que foi induzido a um estado de alta energia sendo extremamente reativo.
2. Os **radicais superóxidos** ( $O_2^-$ ), ou **ânions superóxidos**, são formados em pequenas quantidades durante a respiração normal dos organismos que utilizam o oxigênio como aceptor final de elétrons, produzindo água. Na presença de oxigênio, os anaeróbicos obrigatórios parecem formar também alguns radicais superóxidos, que são tão tóxicos para os componentes celulares