

# Biologia/Química

O **LIXO PRODUZIDO** pelos grandes centros urbanos, como é o caso da cidade de São Paulo, representa um dos seus graves problemas e requer soluções a curto e médio prazos. Na maioria das vezes, o lixo urbano é colocado em aterros sanitários ou simplesmente despejado em lixões, causando um grande impacto no ambiente e na saúde humana.

Dentre as possíveis soluções, programas ambientais alertam para a necessidade de reduzir a quantidade de resíduos e de aumentar a reutilização e a reciclagem dos materiais.

Na natureza, também ocorre a contínua reciclagem de materiais promovida pelos ciclos biogeoquímicos. No ciclo do carbono, por exemplo, os átomos desse elemento são incorporados nos organismos através da fotossíntese e, após percorrerem a cadeia trófica, retornam à atmosfera.

Muitos materiais descartados no lixo dos centros urbanos podem ser reciclados. A reciclagem do papel permite a confecção de diversos produtos a partir do reprocessamento de suas fibras de celulose. O plástico de embalagens de bebidas tipo PET, poli(etileno tereftalato), pode ser derretido e transformado em filmes úteis para outros tipos de embalagens ou em fibra de tecido.

Em relação às embalagens de alumínio, a reciclagem é bastante simples e eficiente. A produção de uma tonelada de alumínio reciclado consome somente 5% da energia necessária na obtenção da mesma massa desse metal quando obtido diretamente de seu minério, a bauxita. Este processo, por sua vez, requer muita energia por envolver a eletrólise ígnea do óxido de alumínio ( $Al_2O_3$ ), principal componente da bauxita.

Já a matéria orgânica pode ser degradada em tanques chamados biodigestores onde, sob a ação de certos microorganismos, é decomposta. Entre outros produtos, forma-se o gás metano ( $CH_4$ ) que pode ser utilizado como combustível residencial e industrial.

De modo geral, a reciclagem ainda apresenta um custo elevado em relação à utilização de matéria-prima virgem. Entretanto, esta deve ser incentivada, pois nesses custos não está contabilizada a degradação do ambiente.

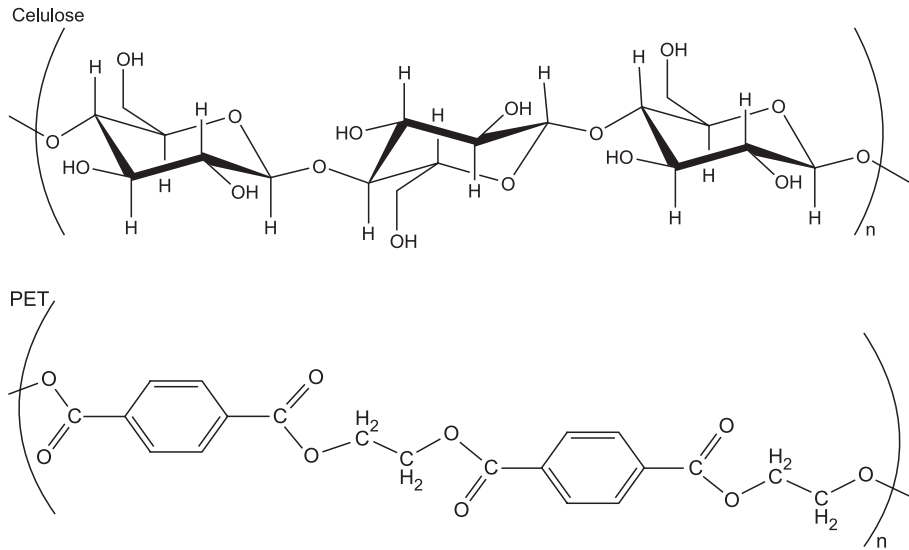
## A LIMPEZA DA CIDADE

O serviço de remoção do lixo é péssimo, mas o actual prefeito não dispõe de elementos para reformar o contrato que lhe legou o seu sucessor. *(Dos jornais)*



Cumpra cada um o seu dever que a cidade ficará sempre limpa!

Fonte: O Pirralho, 02/03/1912



**Com base nos seus conhecimentos de Química e Biologia responda às questões:**

- No ciclo biogeoquímico mencionado no texto, como ocorre a restituição do carbono para a atmosfera? Os átomos de carbono do metano ( $\text{CH}_4$ ) produzido nos biodigestores podem ser reintegrados diretamente na biomassa? Justifique.
- As células apresentam um eficiente sistema de reciclagem. Componentes celulares desgastados são digeridos e seu material reutilizado. Indique e caracterize a organela membranosa responsável pela digestão celular e que está envolvida nesse processo.
- Cite as funções presentes no polímero celulose e no poli(etilenotereftalato). Indique o tipo de interação intermolecular que ocorre em cada uma dessas substâncias.
- A celulose é fonte de energia para diversos animais, embora nem sempre estes sejam capazes de hidrolisá-la e utilizar a glicose como fonte de energia. Por exemplo, cupins de madeira são incapazes de digerir a celulose que ingerem, o que é feito por microorganismos que vivem obrigatoriamente em seu tubo digestivo. Assim, os cupins obtêm energia a partir da glicose derivada da celulose. Identifique e caracterize a relação ecológica existente entre cupins e esses microorganismos.
- Equacione a reação da eletrólise ígnea do óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Indique os produtos obtidos no cátodo (pólo  $-$ ) e no ânodo (pólo  $+$ ) da cuba eletrolítica. Determine a massa de alumínio produzida em uma cuba eletrolítica com corrente constante de  $1 \times 10^5$  A durante 80 horas ( $2,88 \times 10^5$  s).  
 Dados: Considere a constante de Faraday =  $9,6 \times 10^4$  C  $\cdot$  mol $^{-1}$   
 $Q$  (carga, C) =  $i$  (corrente, A)  $\times$   $\Delta t$  (tempo, s)  
 $A\ell = 27,0$  g  $\cdot$  mol $^{-1}$ ;  $O = 16,0$  g  $\cdot$  mol $^{-1}$
- Determine a relação entre a massa de alumínio obtida por reciclagem e a obtida por eletrólise ígnea do óxido de alumínio empregando-se a mesma quantidade de energia.

## Resposta

1) A restituição do carbono para a atmosfera acontece, basicamente, através da respiração, decomposição e combustão.

Os átomos de carbono do metano não são reintegrados diretamente, pois este não é metabolizado pelas células. A reintegração aconteceria com a combustão do metano, que libera o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), o qual é reintegrado à biomassa através da fotossíntese.

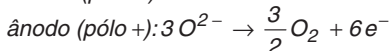
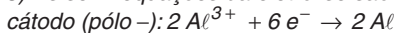
2) Os componentes celulares desgastados são digeridos por organelas citoplasmáticas denominadas lisossomos.

As enzimas hidrolíticas que eles contêm são sintetizadas no retículo endoplasmático rugoso (granular) e posteriormente ativadas no complexo golgiense. A partir do complexo golgiense, os lisossomos primários brotam e fundem-se formando vacúolos autofágicos, com os constituintes celulares degenerados. Após a realização do processo digestório, materiais úteis difundem-se através das membranas dos vacúolos e são posteriormente reutilizados pelas células.

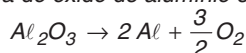
3) Na celulose, o principal e característico grupo funcional presente é a hidroxila alcoólica ( $-\text{OH}$ , função álcool), além do grupo glicosílico ( $-\text{O}-$ , função éter). Em Bioquímica, o grupo  $-\text{CHOH}-\text{O}-$  é denominado hemiacetal. No PET existem grupos ésteres ( $-\text{COO}-$ , função éster). Em decorrência da grande polaridade dos grupos  $-\text{OH}$ , ocorrem na celulose interações intermoleculares do tipo ligações (pontes) de hidrogênio. No caso do PET, com grupos polares ( $\text{C}=\text{O}$ ), acontecem interações intermoleculares dipolo-dipolo ou forças de Van der Waals.

4) Cupins e microorganismos vivem em mutualismo, interação ecológica em que ambos se beneficiam e dependem um do outro para a sua sobrevivência (coexistência obrigatória).

5) As semi-equações da eletrólise são:



A equação da reação da eletrólise ígnea do óxido de alumínio é:



Os produtos obtidos no cátodo e ânodo são, respectivamente, alumínio metálico e gás oxigênio.

Cálculo da massa de alumínio produzida:

$$2,88 \cdot 10^5 \cancel{\text{g}} \cdot \frac{10^5 \cancel{\text{C}}}{1 \cancel{\text{g}}} \cdot \frac{1 \text{ mol } \cancel{\text{e}^-}}{9,6 \cdot 10^4 \cancel{\text{C}}} \cdot \frac{2 \text{ mols Al}}{6 \text{ mols } \cancel{\text{e}^-}} \cdot \frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} = 2,7 \cdot 10^6 \text{ g Al ou } 2,7 \text{ t de Al}$$

6) Para a mesma quantidade de energia utilizada em ambos os processos, a massa de alumínio produzida pela reciclagem será 20 vezes maior, pois utiliza 20 vezes menos energia (5%) que a eletrólise. Então, temos:

$$\frac{m_{\text{Al}}(\text{reciclagem})}{m_{\text{Al}}(\text{eletrólise})} = 20$$