

## POLUIÇÃO DA ÁGUA

Não bastasse a pequena quantidade de água disponível para o consumo, a capacidade que o homem tem de poluir esse fator abiótico chega a ser algo insano. O emprego exagerado da água na agricultura (setor que mais desperdiça), o lançamento de esgotos domésticos, os despejos industriais e a poluição térmica dos rios são os mais relevantes exemplos dessa irresponsabilidade.

### EUTROFIZAÇÃO

Em ecologia, chama-se eutrofização o fenômeno causado pelo excesso de nutrientes (compostos químicos ricos em fósforo ou nitrogênio) numa massa de água, provocando um aumento excessivo de algas. Estas, por sua vez, fomentam o desenvolvimento dos consumidores primários e eventualmente de outros elementos da teia alimentar nesse ecossistema. Este aumento da biomassa pode levar a uma diminuição do oxigênio dissolvido (aumento da DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio), provocando a morte e consequente decomposição de muitos organismos, diminuindo a qualidade da água e eventualmente a alteração profunda do ecossistema. O excesso de nitratos lixiviados também promove a ocupação por plantas superiores onde estas geralmente não ocorriam e dessa forma também sufocando ambientes anteriormente equilibrados.

O termo vem do grego “eu”, que significa bom, verdadeiro e “trophein”, nutrir. Assim, eutrófico significa “bem nutrido” e opõe-se a oligotrófico, a situação contrária em que existem poucos nutrientes na água, como acontece, em geral, nas águas oceânicas.

Estes processos podem ocorrer naturalmente, como consequência da lixiviação da serrapilheira acumulada numa bacia de drenagem por fortes chuvas, ou por ação do homem, através da descarga de efluentes agrícolas, urbanos ou industriais no que se chama “eutrofização cultural”.

As principais fontes de eutrofização são as atividades humanas industriais, domésticas e agrícolas – por exemplo, os fertilizantes usados nas plantações podem escoar superficialmente ou dissolver-se e infiltrarem-se nas águas subterrâneas e serem arrastados até aos corpos de água mencionados. Ao aumento rápido de algas relacionado com a acumulação de nutrientes derivados do azoto (nitratos), do fósforo (fosfatos), do enxofre (sulfatos), mas também de potássio, cálcio e magnésio, dá-se o nome de “florescimento” ou “bloom” – dando uma coloração azul-esverdeada, vermelha ou acastanhada à água, consoante as espécies de algas favorecidas pela situação.

Estas substâncias são os principais nutrientes do fitoplâncton (as “algas” microscópicas que vivem na água), que se pode reproduzir em grandes quantidades, tornando a água esverdeada ou acastanhada. Quando estas algas – e o zoo-

plâncton que delas se alimenta – começam a morrer, a sua decomposição pode tornar aquela massa de água pobre em oxigênio, provocando a morte de peixes e outros animais e a formação de gases tóxicos ou de cheiro desagradável. Além disso, algumas espécies de algas produzem toxinas que contaminam as fontes de água potável. Em suma, muitos efeitos ecológicos podem surgir da eutrofização, mas os três principais impactos ecológicos são: perda de biodiversidade, alterações na composição das espécies (invasão de outras espécies) e efeitos tóxicos.

Quando esta situação ocorre, a eliminação das causas da poluição pode levar o ecossistema de novo a uma situação saudável mas, se for um sistema fechado onde antes havia espécies que desapareceram por causa deste problema, será necessária a reintrodução dessas espécies para tornar o sistema semelhante ao que era antes. Estes problemas ocorreram em muitos rios da Europa e ainda não estão totalmente sanados.

Certos sistemas aquícolas promovem a eutrofização dos seus tanques para mais facilmente cultivarem espécies que se alimentam do fitoplâncton. Esta prática deve ser extremamente bem controlada – e os resíduos ou efluentes da instalação tratados de modo a evitar a poluição do ambiente em redor.

Em consequência, o número de agentes decompositores também se eleva (bactérias anaeróbias facultativas), atuando na degradação da matéria morta, liberando toxinas que agravam ainda mais a situação dos ambientes afetados, comprometendo toda a cadeia alimentar, além de alterar a qualidade da água, também imprópria ao consumo humano.

Ambientes eutróficos podem estar também relacionados a processos naturais sem intervenção antrópica, como ambientes pantanosos, por exemplo.

### FLORAÇÃO DA ÁGUA

A floração da água acontece porque a chuva arrasta para os rios os fertilizantes utilizados na agricultura, os quais estimulam a proliferação de cianobactérias (algas azuis), que aumentam sua população e competem pela luz com os outros produtores. Elas também liberam toxinas na água, reduzindo seus concorrentes. A variedade de espécies começa a entrar em declínio. A teia alimentar perde seus produtores e, por esse mesmo motivo, falta oxigênio e o processo de decomposição exagerado conduz, mais uma vez, ao surgimento de bactérias anaeróbicas para selar o ciclo de morte.

### POLUIÇÃO TÉRMICA

A poluição térmica, provocada principalmente devido à má utilização da água na refrigeração das turbinas e caldeiras, respectivamente das usinas hidroelétricas e termelétricas, afeta o aspecto físico-químico e biológico dos cursos hídricos.

A água empregada na manutenção dessas usinas deveria ser tratada termicamente, promovendo a dissipação do calor, para posterior devolução ao meio ambiente.

Contudo, ao ser despejada nos lagos e nos rios, sem qualquer controle ou fiscalização, causa sérios danos à vida aquática. Uma leve oscilação na temperatura dos corpos hídricos é suficiente para principiar o desequilíbrio dos organismos deste ecossistema.

Nesta condição, propícia ao desenvolvimento de bactérias e fungos, muitos organismos são infectados e acabam morrendo, além do que a temperatura da água está intimamente relacionada à taxa de oxigênio dissolvido. Assim, a proporção de gás O<sub>2</sub> contida na água tem sua variação de acordo com a temperatura do sistema, sendo a elevação térmica inversamente proporcional ao teor de oxigênio dissolvido, incidindo diretamente sobre as espécies aeróbias.

## **DETERGENTES**

O acúmulo da espuma de detergentes não biodegradáveis (cadeias ramificadas) em meio aquático, forma na superfície uma camada esbranquiçada conhecida como “Cisne de detergentes”. Ela dificulta a penetração de luz e oxigênio, afetando a fotossíntese de plantas aquáticas.

## **PETRÓLEO**

O derramamento de petróleo no meio aquático forma uma camada escura na superfície conhecida como Maré negra. Essa camada dificulta ou impede a penetração da luz e do O<sub>2</sub> na água, provocando a morte de animais tais como peixes, e de seres planctônicos (fitoplâncton e zooplâncton). O petróleo provoca a morte de peixes uma vez que ao entrar e contato com os mesmos, impregna-se em sua brânquias impedindo as trocas gasosas, matando-os por asfixia.

## **BIORREMEDIAÇÃO**

A biorremediação ou então Biotecnologia do Controle da Poluição é o processo no qual os organismos vivos como plantas ou então microrganismos são utilizados para remover ou reduzir as concentrações de poluentes no ambiente aonde estes são encontrados. Alguns micro-organismos por exemplo, são capazes de se alimentar dos hidrocarbonetos presentes no petróleo, mitigando os efeitos do derramamento do petróleo nos mares.

Atualmente este método de remover concentrações de poluentes tem sido recomendado pela comunidade científica, devido ao fato de não causar poluição secundária, ou causar menos. São métodos que podem ser implantados em águas superficiais e subterrâneas, solos e efluentes industriais.

Muitos países vem adotando este sistemas, sendo gastos milhões de dólares. Os Estados Unidos e os países da Europa são os que mais investem nesta tecnologia.

Os fatores que poderão influenciar na biodegradação, serão fatores físicos e químicos no qual vão depender da composição da matriz do ambiente (pH, salinidade, potencial oxidredução, etc), fatores extrínsecos (temperatura, umidade) e fatores relacionados ao poluente (estrutura química, presença de outros compostos, biodisponibilidade).

Cada processo de Biorremediação é particular e quase sempre necessita de adequação e otimização específica para a aplicação em diferentes locais afetados, requerendo sempre uma análise integrada de parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Os principais processos ou abordagens da biorremediação é através do uso de enzimas comerciais, uso de misturas de microrganismos (bioaugmentação), uso de microrganismos imobilizados, DNA recombinante e remoção microbiológicas de metais.

Para a implementação de um processo de biorremediação devemos levar em conta primeiramente:

1. Avaliação da natureza do composto
2. Caracterização da contaminação
3. Planejamento do tipo de biorremediação
4. Decisão por biorremediação in situ ou ex situ

Após estes procedimentos deve ser escolhido o processo de biorremediação que se queira fazer, usando plantas ou utilizando microrganismos.

## **Biorremediação e Organismos geneticamente modificados**

Este tipo de processos é a manipulação genética de um microrganismo para que este aumente a sua taxa de degradação de poluentes, sendo inseridos genes que codifiquem enzimas catabólicas específicas para a molécula-alvo.

## **Lagoas de Estabilização**

As lagoas podem ser de diversos tipos, como: Lagoa anaeróbia, facultativa, anaeróbia + facultativa, aerada facultativa, aerada de mistura completa + lagoa de decantação e lagoa de maturação.

O processo de biorremediação das lagoas é muito simples e constitui-se unicamente por processos naturais realizados por microrganismos.

O funcionamento das lagoas depende de diversos fatores ambientais externos, como: radiação solar, temperatura e vento. A principal função dos mecanismos de atuação destas lagoas estariam relacionadas a redução da carga orgânica e facilitar os tratamentos subsequentes. Uma lagoa em ótima condições de funcionamento pode remover cerca de 70 a 90% da DBO (Demanda Bruta de Oxigênio).

## **Lodos Ativados**

O processo de Lodo ativado é um tratamento biológico de efluente que é destinado a remover poluentes orgânicos biodegradáveis. O processo vai se basear na oxidação da matéria orgânica por bactérias aeróbias e facultativas em reatores biológicos seguido de decantação. O lodo decantado, ou lodo ativado, retorna ao reator biológico onde, em fase endógena, é misturado ao efluente bruto rico em poluentes orgânicos, aumentando assim a eficiência do processo.

**Vantagens:**

- Elevada eficiência na remoção de DBO
- Nitrificação usualmente obtida
- Possibilidade de remoção biológica de nitrogênio e fósforo
- Baixo requisitos de área
- Processo confiável, desde que supervisionado
- Reduzidas possibilidades de maus odores, insetos e vermes

**Desvantagens:**

- Elevados custos de implantação e operação
- Elevado consumo de energia
- Necessidade de operação sofisticada
- Elevado índice de mecanização
- Seletivamente sensível a descargas tóxicas
- Necessidade do tratamento completo do lodo e da sua disposição final

**ANOTAÇÕES**

