

*Revisão de Literatura*

## **INFLUÊNCIA DE DIFERENTES FONTES DE POLUIÇÃO NO PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO**

*Silvania Arreco Rocha*

Eng<sup>a</sup> Florestal, Mestranda em Ciências Florestais; Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil. E-mail: silvaniarocha@yahoo.com.br

*Marcela Silva Lougon*

Bióloga, Mestranda em Ciências Florestais; Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil. E-mail: marcelalougon@gmail.com

*Giovanni de Oliveira Garcia*

Eng<sup>o</sup> Agrônomo, D.Sc., Prof. Adjunto I; Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil. E-mail: giovanni@cca.ufes.br

**Resumo** - Este trabalho teve como objetivo fazer uma análise de como a relação entre as fontes de poluição e o processo de eutrofização dos corpos d'água ocorre argumentando efeito da poluição como um mecanismo capaz de promover um desequilíbrio pontual caracterizado pelas grandes quantidades de poluentes produzidos e lançados diretamente no ambiente ou um desequilíbrio difuso que é causado principalmente pelo deflúvio superficial, a lixiviação e o fluxo de macroporos que, por sua vez, estão relacionados com as propriedades do solo como a infiltração e a porosidade. A eutrofização de origem antrópica, ou raramente de ordem natural, ocorre de forma gradativa enriquecendo com nutrientes, os ambientes aquáticos impactando na crescente taxa de poluição dos corpos hídricos receptores. Durante o processo de eutrofização o aumento da multiplicação de microorganismos formam uma camada que impede a penetração da luminosidade reduzindo a taxa fotossintética nas camadas inferiores diminuindo a concentração de oxigênio necessário a respiração de organismos aeróbios. Por outro lado o número de agentes decompositores também se eleva liberando toxinas que agravam ainda mais a situação dos ambientes alterando a qualidade da água. Finaliza-se essa abordagem contextualizando as diferentes atividades que podem ocasionar o processo de eutrofização bem como as dimensões de controle e remediação voltadas ao meio ambiente e desenvolvimento sustentável.

**Palavras-chave:** Contaminação, Recursos hídricos, Efluentes

## **INFLUENCIA DE DIFERENTES FUENTES DE POLUCIÓN EN EL PROCESO DE EUTROFIZACIÓN**

**Resumen** - Este trabajo tuvo como objetivo hacer un análisis de como la relación entre las fuentes de polución y el proceso de eutrofización de los cuerpos d'agua ocurre argumentando efecto de la polución como un mecanismo capaz de promover un desequilibrio puntual caracterizado por las grandes cantidades de contaminantes producidos y lanzados directamente en el ambiente o un desequilibrio difuso que es causado principalmente por el deflúvio superficial, la lixiviação y el flujo de macroporos que, por su parte, están relacionados con las propiedades del suelo como la infiltración y la porosidad. La eutrofización de origen antrópica, o raramente de orden natural, ocurre de forma gradativa enriqueciendo con nutrientes, los ambientes acuáticos impactando en la creciente tasa de polución de los cuerpos hídricos receptores. Durante el proceso de eutrofización el aumento de la multiplicación de microorganismos forman una capa que impide la penetración de la luminosidad reduciendo la tasa fotossintética en las capas inferiores disminuyendo la concentración de oxígeno necesario la respiración de organismos aeróbios. Por otro lado el número de agentes decompositores también se eleva liberando toxinas que agravan aún más la situación de los ambientes alterando la calidad del agua. Se finaliza ese abordaje contextualizando las diferentes actividades que pueden ocasionar el proceso de eutrofización así como las dimensiones de control y remediação vueltas por la mitad ambiente y desarrollo sustentable.

**Palabras-llave:** Contaminación, Recursos hídricos, Efluentes

## INFLUENCE OF DIFFERENT SOURCES OF POLLUTION IN THE PROCESS OF EUTROPHICATION

**Abstract:** This paper aims to analyze how the relationship between pollution sources and the process of eutrophication of water bodies is arguing effect of pollution as a mechanism capable of promoting a punctual imbalance characterized by large quantities of pollutants produced and released directly into the environment or diffuse an imbalance that is caused mainly by deflúvio surface, the leaching and flow of macroporosity, which in turn are related to soil properties such as infiltration and porosity. The eutrophication of anthropogenic origin, or rarely in natural order, is to gradually enriched with nutrients, the aquatic environment impacting the increasing rate of pollution of water bodies receivers. During the process of eutrophication increased the proliferation of microorganisms form a layer that prevents the penetration of light reducing the photosynthetic rate at lower layers decreasing the concentration of oxygen needed for aerobic respiration of organisms. Furthermore the number of agents also rises decomposers releasing toxins that further aggravate the situation of the environments by changing the water quality. Finally this approach is contextualizing the different activities that can lead the process of eutrophication and the dimensions of control and remediation focusing on environment and sustainable development.

**Keywords:** Contamination, Water, Wastewater

### INTRODUÇÃO

O processo de eutrofização pode ocorrer naturalmente ou ser induzido pela ação do homem. Quando é induzido pelo homem a eutrofização é denominada artificial, cultural ou antrópica. A eutrofização artificial pode ser considerada como uma forma de poluição, pois ela provoca inúmeras mudanças dentro de um ecossistema aquático. São várias as fontes geradoras dessa eutrofização, mas a principal é o crescimento populacional e a falta de educação ambiental da maioria das pessoas. (MENDES & ALMEIDA, 2008).

A degradação dos recursos naturais, principalmente do solo e da água, vem crescendo exacerbadamente, alcançando atualmente, níveis graves que se refletem na deterioração do meio ambiente, no assoreamento e na poluição dos cursos d'água associados a atividades antrópicas (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990).

As emissões de poluentes e nutrientes nos corpos d'água são causadoras de diversos problemas nos ecossistemas aquáticos. O excesso de nutrientes, especificamente, o nitrogênio e o fósforo, é o principal responsável pela proliferação de algas, que pode resultar no processo de eutrofização dos corpos d'água. (BARROS, 2008).

Nos últimos 20 anos, o processo de eutrofização tem se acelerado em reservatórios brasileiros devido aos seguintes fatores: aumento do uso de fertilizantes nas bacias hidrográficas, aumento da população humana, elevado grau de urbanização sem tratamento de esgotos domésticos e intensificação de algumas atividades industriais que levam excessiva carga de fósforo, nitrogênio e matéria orgânica para essas represas. Ao mesmo tempo, o uso múltiplo tem se intensificado, tornando muito complexo o gerenciamento de represas e bacias hidrográficas (INSTITUTO INTERNACIONAL DE ECOLOGIA, 2000).

Tendo em conta os argumentos apresentados acima, conclui-se que a qualidade das águas em uma bacia

hidrográfica é grandemente afetada pelas atividades antrópicas exercidas na área da mesma. Buscando demonstrar a relação entre os diversos usos e ocupações dos solos com o nível de degradação da qualidade das águas, este artigo aborda os principais fatores que causam o enriquecimento das águas, enfatizando o processo de eutrofização.

### POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

A água, através do seu ciclo hidrológico, é um recurso natural renovável. Porém, existem condições em que um recurso renovável passa a não ser renovável. Essa condição ocorre quando a taxa de utilização supera a máxima capacidade de sustentação do sistema (BRAGA et al., 2002).

Um outro aspecto que deve ser considerado é que as substâncias podem ter uma ação poluente, seja porque o ambiente onde são lançadas não tem capacidade de biodegradá-las e incorpora-las nos ciclos biogeoquímicos, devido à quantidade excessiva, seja porque têm uma constituição química que não existe na natureza, e, portanto, os microorganismos não são capazes de degradá-las (BARROS, 2008).

Entende-se por poluição da água a alteração de suas características por quaisquer ações ou interferências, sejam elas naturais ou provocadas pelo homem. Essas alterações podem produzir impactos estéticos, fisiológicos ou ecológicos. O conceito de poluição da água tem-se tornado cada vez mais amplo em função de maiores exigências com relação à conservação e ao uso racional dos recursos hídricos (BRAGA et al., 2005).

As fontes de poluição são classificadas em duas categorias: fontes pontuais e difusas. As fontes pontuais lançam efluentes em locais específicos dos corpos d'água. As principais contribuições dessa natureza se devem ao lançamento de esgotos domésticos não tratados ou parcialmente tratados, bem como efluentes industriais, minas subterrâneas e navios petroleiros. Por estarem em

local específico são mais fáceis de serem identificadas, monitoradas e reguladas. (NOVOTNY & OLEM, 1993; MILLER, 2007). As fontes difusas ou não pontuais são resultantes de ações dispersas na bacia hidrográfica e não podem ser identificadas em um único local de descarga; cobrem uma extensa área, como aquela provinda das chuvas das áreas urbanas e das áreas agrícolas, onde uma infinidade de poluentes são carregados para os cursos d'água; apresentam diversas origens e formas de ocorrência, provenientes do solo, da atmosfera, e das águas subterrâneas; são difíceis de serem mensuradas e identificadas, apresentando aportes significativos em períodos chuvosos (NOVOTNY & OLEM, 1993; TOMAZ, 2006; MILLER, 2007).

As emissões de poluentes e nutrientes nos corpos d'água são causadoras de diversos problemas nos ecossistemas aquáticos. O excesso de nutrientes, especificamente, o nitrogênio e o fósforo, é o principal responsável pela proliferação de algas, que pode resultar no processo de eutrofização dos corpos d'água (BARROS, 2008).

### **O PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO**

A eutrofização é o crescimento excessivo das plantas aquáticas, tanto planctônicas quanto aderidas, a níveis tais que sejam considerados como causadores de interferências com os usos desejáveis do corpo d'água (THOMANN & MUELLER, 1987). O principal fator de estímulo é um nível excessivo de nutrientes no corpo d'água, principalmente nitrogênio e fósforo (SPERLING, 1996).

Os organismos fotossintetizantes aquáticos dependem da disponibilidade de diversos nutrientes para seu crescimento e proliferação, embora na maioria dos ecossistemas aquáticos, o fósforo seja o nutriente limitante. Quanto ao nitrogênio, apesar de a maior parte dos seres fotossintetizantes aquáticos necessitarem desse elemento sob forma de nitrato dissolvido na água, na escassez, há seres fotossintetizantes que o utilizam na forma gasosa (BRAGA et al., 2005).

O processo de eutrofização pode ocorrer naturalmente ou ser induzido pela ação do homem. Quando ocorre de forma natural o processo é considerado lento e é um resultado do acúmulo de nutrientes trazidos pelas chuvas e águas superficiais que erodem a superfície do solo (...). Quando ocorre artificialmente, ou seja, quando é induzida pelo homem, a eutrofização é denominada artificial, cultural ou antrópica. Neste caso, os nutrientes podem ter diferentes origens, como: esgotos domésticos, efluentes industriais, atividades agrícolas, entre outras (ESTEVES, 1998).

A crescente eutrofização dos ambientes aquáticos têm sido produzida principalmente por atividades humanas, causando um enriquecimento artificial desses ecossistemas. As principais fontes desse enriquecimento têm sido identificadas como as descargas de esgotos domésticos e industriais dos centros urbanos e a poluição difusa originada nas regiões agrícolas. Embora a

intensidade e diversidade dessas atividades variem de acordo com a população na bacia de drenagem e organização econômica e social da região, todas elas geram impactos e deterioração da qualidade da água, assim como interferem na quantidade de água disponível (BRANCO, AZEVEDO & TUNDISI, 2006).

Segundo Mota (2006), os efeitos mais facilmente perceptíveis são, dentre outros:

Alteração do sabor, odor, turbidez e cor da água;  
Redução do oxigênio dissolvido;  
Mortandade de peixes e outros animais;  
Redução da balneabilidade.

Para melhor compreensão dos riscos de eutrofização este estudo aborda três importantes tópicos que discorrem sobre as principais fontes de nutrientes para os corpos d'água: a) proteção do solo, b) poluição de natureza rural e c) poluição de natureza urbana.

### **PROTEÇÃO DO SOLO**

A ação degradadora do homem sobre o meio ambiente vem se intensificando e os mananciais estão sendo alterados. Pouca atenção se dá às práticas conservacionistas e as condições ambientais são desfavoráveis: alta taxa de evaporação, solos rasos, cobertura vegetal rala, rios intermitentes, reduzida capacidade de autodepuração (CREPALLI, 2007).

A cobertura do solo por resíduos vegetais é o fator mais importante na dissipação da energia de impacto das gotas da chuva na superfície do solo (FOSTER, 1982), visto que ela pode evitar a desagregação de suas partículas. Além disso, os resíduos vegetais em contato direto com a superfície do solo são muito eficazes na redução da carga de sedimentos no escoamento superficial ou enxurrada, pois, sob tal forma, eles formam uma intrincada rede, filtrando os sedimentos em suspensão na enxurrada quando esta passa por entre suas peças (FOSTER, 1982).

Nas zonas ripárias, as matas ciliares têm papel de barreira física entre o ambiente terrestre e o aquático, possuindo a função de filtro da água de escoamento das adjacências onde ficam retidos sedimentos, produtos tóxicos, nutrientes eutrofizantes (até 80% do fósforo e 89% do nitrogênio). As matas ciliares permitem a estabilidade das margens, pois a água superficial fica retida na serrapilheira, que age como uma esponja permitindo a lenta infiltração da água (MARQUES & SOUZA, 2005).

### **POLUIÇÃO DE NATUREZA RURAL**

A agricultura e a pecuária são atividades econômicas indispensáveis na produção de alimentos. Contudo, a deposição de resíduos agrícolas e animais têm resultado em alterações ambientais. Tanto a agricultura como a pecuária têm uma necessidade imediata: o espaço físico. Isto faz do desmatamento a primeira consequência prejudicial ao ambiente. Com isto o solo desnudo fica

exposto à lixiviação superficial (que leva consigo a deposição orgânica de vegetais e sua microfauna associada) e à lixiviação profunda (que promove uma lavagem de nutrientes nas camadas subsequentes); tais processos resultam em empobrecimento do solo e conduzem o material para áreas mais baixas, que em geral convergem para rios e lagos, que pode acarretar aumento no uso de fertilizantes, desequilibrando o conteúdo de nutrientes no solo e expondo-o à contaminação química (CARVALHO et al., 2000).

Um outro impacto causado pela agricultura é que em situações onde os solos são manejados de forma incorreta (preparo excessivo do solo, associado ao insuficiente aporte de biomassa), poderá ocorrer a degradação de sua estrutura, favorecendo, então, o deflúvio superficial. Em bacias hidrográficas com topografia acentuada, exploradas por agricultura intensiva (culturas anuais por exemplo), o deflúvio superficial apresenta grande energia para desagregar o solo exposto e para transportar sedimentos para os corpos de água. Estes sedimentos são capazes de carregar, adsorvidos na sua superfície, nutrientes como o fósforo e compostos tóxicos, como agroquímicos (MERTEN & MINELLA, 2002).

Para agravar ainda mais a situação, segundo Telles (1999), a intensificação da agricultura e a necessidade de aumento da produtividade têm gerado o aumento do consumo de insumos agrícolas (agroquímicos, fertilizantes de corretivos agrícolas), causando impactos diretamente e indiretamente sobre os recursos hídricos nas bacias hidrográficas.

Por sua vez, a exploração de animais pode poluir os mananciais pela disposição de efluentes no solo ou diretamente nos rios e lagos. Em instalações de confinamento de suínos, por exemplo, parte considerável da água utilizada transforma-se em efluente com grande potencial poluidor, pois é adicionada de urina e fezes (TELLES & DOMINGUES, 2006).

Além da elevada demanda por oxigênio na decomposição de material orgânico, os dejetos animais apresentam grande número de contaminantes que são importantes fontes de degradação dos recursos hídricos, como os nitratos, o fósforo e outros elementos minerais ou orgânicos (TELLES & DOMINGUES, 2006).

## **POLUIÇÃO DE NATUREZA URBANA**

Os primeiros impactos da urbanização ocorrem já na implantação de loteamentos, que implica em movimentos de terra para as construções. A urbanização reduz também a capacidade de infiltração das águas no terreno. As partículas de solo tendem, em consequência, a seguir pelos fundos de vale, até atingir o lago ou represa. Aí, tendem a sedimentar, devido às baixíssimas velocidades de escoamento horizontal. A sedimentação das partículas de solo causa o assoreamento, reduzindo o volume útil do corpo d'água, e servindo de meio suporte para o crescimento de vegetais fixos de maiores dimensões (macrófitas) próximos às margens. Estes vegetais causam

uma evidente deterioração no aspecto visual do corpo d'água (SPERLING, 1996)

O Brasil possui 80% de sua população em áreas urbanas. As grandes cidades brasileiras apresentam condições críticas de sustentabilidade, devido ao excesso de carga de poluição doméstica, industrial e a ocorrência de enchentes urbanas devido à ocupação inadequada do espaço, que contaminam os mananciais, associada a uma forte demanda de água e à falta de coleta de disposição adequada do lixo urbano (TUCCI, 2000).

O segmento industrial gera, em todo o mundo, milhões de toneladas de rejeitos na forma de efluentes líquidos a cada ano. A procedência desses despejos é decorrente de perdas inerentes ao processamento de insumos, da geração de rejeitos indesejáveis, de ações de manutenção, da fabricação de produtos fora da especificação e eventualmente até de incidentes industriais.

Uma outra fonte de contaminação são os depósitos de lixo, que dependendo de sua localização podem contaminar o aquífero pela lixiviação nos períodos chuvosos. A localização desses depósitos deve ser cuidadosa, evitando-se áreas de recarga, e seu efluente controlado (TUCCI, 2006).

No entanto, o maior fator de deterioração está associado aos esgotos oriundos das atividades urbanas. Os esgotos contêm nitrogênio e fósforo, presentes nas fezes e urina, nos restos de alimentos, nos detergentes e outros subprodutos das atividades humanas. A contribuição de N e P através dos esgotos é bem superior à contribuição originada pela drenagem urbana. O impacto introduzido pelo despejo de esgotos domésticos em corpos de água ocorre principalmente pela diminuição da concentração de oxigênio dissolvido disponível na água, e não pela presença de substâncias tóxicas nesses despejos. (BRAGA et al., 2005).

A entrada de esgotos ricos em matéria orgânica causa uma redução acentuada da profundidade média do corpo d'água em consequência do acúmulo do material não decomposto no sedimento e da taxa de sedimentos. Nessas condições o corpo d'água tem seu valor como área de lazer bastante reduzido, em virtude do aumento do número de bactérias patogênicas e da concentração de gases tóxicos e fétidos, como o gás sulfídrico e metano. Os prejuízos econômicos decorrentes da deterioração da qualidade da água são consideráveis (ESTEVEZ, 1998).

## **CONTROLE DA EUTROFIZAÇÃO**

A informação sobre a qualidade da água é necessária para que se conheça a situação dos corpos hídricos com relação aos impactos antrópicos na bacia hidrográfica e é essencial para que se planeje sua ocupação e seja exercido o necessário controle dos impactos (BRAGA, PORTO, TUCCI, 2006).

Outra informação importante é sobre a vulnerabilidade da bacia. A vulnerabilidade ou fragilidade ambiental está relacionada com a susceptibilidade de uma área em sofrer danos quando submetida a uma determinada ação, sendo

no caso em estudo, à ação do aporte de nutrientes num corpo d'água. Quanto maior a vulnerabilidade da bacia, menor a chance de recuperação do ambiente (FIGUEIRÊDO et al., 2007).

Segundo Braga (2005), as soluções possíveis para o controle da eutrofização podem ser divididas em duas categorias:

1) Medidas preventivas: que visam reduzir a carga externa do nutriente.

Retirada de nutrientes por meio de tratamento terciário do esgoto doméstico;

Tratamento de efluentes industriais;

Redução do uso de fertilizantes agrícolas;

Recomposição de matas ciliares; e

Controle de drenagem urbana.

2) Medidas corretivas: atuam sobre os processos de circulação de nutrientes no lago e sobre o ecossistema.

Aeração da camada inferior dos lagos para manter o fósforo na sua camada insolúvel;

Precipitação química do fósforo;

Redução da biomassa vegetal por meio da colheita de macrófitas, por exemplo; e

Remoção do sedimento do fundo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os cursos de água estão intimamente relacionados com o ambiente ao seu redor, sendo fortemente influenciados pelo uso e ocupação da bacia a qual pertence. As estratégias de redução da poluição devem ter como metas a diminuição do deflúvio superficial proveniente tanto de atividades de natureza urbana como rural, através de práticas de manejo que garantam a qualidade do solo e da água e a proteção das zonas ripárias, uma vez que estas tem importante papel na diminuição do escoamento superficial.

## BIBLIOGRAFIA

AQUINO, S. F. de; SILVA, S. de Q.; CHERNICHARO C. A. L. Considerações práticas sobre o teste de demanda química de oxigênio (DQO) aplicado a análise de efluentes anaeróbios. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 4, p. 295-304, 2006.

BARROS, A. M. de L. **Aplicação do modelo Moneris à bacia hidrográfica do rio Ipojuca**, Pernambuco. Recife: UFPE, 2008. 193 f. Dissertação.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 355 p.

BOLLMANN, H. A.; EDWIGES, T. Avaliação da qualidade das águas do Rio Belém, Curitiba-PR, com o emprego de indicadores quantitativos e perceptivos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 443-452, 2008.

BOLLMANN, H. A.; MARQUES, D. M. L. da M. Influência populacional nas relações entre matéria orgânica carbonácea, nitrogênio e fósforo em rios urbanos situados em áreas com baixa cobertura sanitária. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 4, p. 343-352, 2006.

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Prentice Hall, 2005, 318 p.

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002, 305 p.

BRAGA, B.; PORTO, M.; TUCCI, C. E. M. Monitoramento de quantidade e qualidade das águas. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006, p. 145-160.

BRANCO, S. M.; AZEVEDO, S. M. F. O.; TUNDISI, J. G. Água e saúde humana. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, São Paulo, p. 241 a 267, 2006.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 5, p. 618-622, 2000.

CREPALLI, M. da S. **Qualidade da água do rio Cascavel**. Cascavel: UNIOESTE, 2007. 77 f. Dissertação.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 1998. 602 p.

FIGUEIRÊDO, M. C. B. de et al. Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 399-409, 2007.

FOSTER, G. R. Modelling the erosion process. In: HAAN, C. T.; JOHNSON, H. D.; BRAKENSIEK, D. L. **Hidrologic modeling of small watersheds**. St. Joseph: ASAE, 1982, p. 297-380.

INSTITUTO INTERNACIONAL DE ECOLOGIA (IIE). **Lagos e Reservatórios. Qualidade da Água: O Impacto da Eutrofização**. RiMa, São Paulo, Brasil, 2000. v. 3. 28 p.

JANZEN, J. G.; SCHULZ, H. E.; LAMON, A. W. Medidas da concentração de oxigênio dissolvido na superfície da água. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 278-283, 2008.

MARQUES, R.; SOUZA, L. C. Matas ciliares e áreas de recarga hídrica. In: ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: Sanepar, 2005, p. 161-188.

MENDES, L. de F. S.; ALMEIDA, J. R. de S. **Eutrofização induzida pelo homem e suas consequências dentro de um ecossistema aquático**. Disponível em: <http://www.webartigos.com/articles/10695/1/eutrofizacao-induzida-pelo-homem-e-suas-consequencias-dentro-de-um-ecossistema-aquatico/pagina1.html>. Acesso em: 15 maio 2009.

MERTEN, G. H.; MINELA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

MILLER, G. T. **Ciência ambiental**. Tradução All Tasks. São Paulo: Thomson Learning, 2007. 123 p.

MOTA, S. Introdução à engenharia ambiental. 4. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

NOVOTNY, V.; OLEM, H. **Water quality: prevention, identification, and management of diffuse pollution**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1993. 1054 p.

SARDINHA, D. de S. et al. Avaliação da qualidade da água e autodepuração do ribeirão do meio, Leme (SP).

**Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 329-338, 2008.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: SEGRAC, 1996. 243 p.

TELLES, D. D'. A. Água na agricultura e pecuária. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 1999, p. 305-337.

TELLES, D. D'.; DOMINGUES, A. F. Água na agricultura e pecuária. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, São Paulo, 2006. p. 325-365.

THOMANN, R. V.; MUELLER, J. A. **Principles of surface water quality modeling and control**. Harper International Edition, 1987. 644 p.

TOMAZ, P. Poluição Difusa. São Paulo: Ed. Navegar, 2006. 446 p.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006, p. 399-432.

TUCCI, C. E. M. et al.; Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a "visão mundial da água". *Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH*. Porto Alegre-RS, vol. 5, n. 3, p. 31-43. 2000.