

AValiação, Monitoramento e Gestão de uma Lagoa Eutrofizada – O Caso de Lagoa do Carro

Carem Vieira Alcântara¹; Maria do Carmo L. da Silva²; Valdinete Lins da Silva³; Mauricio da Motta⁴.

¹Aluna de Iniciação Científica do Laboratório de Eng. Ambiental e da Qualidade, Departamento de Eng. Química da Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Arthur de Sá, s/n, Cidade Universitária, Recife, 50.740-521 Pernambuco, Brasil, Fone + 55 81 3271 8711, Fax + 55 81 3274 7278.

²Aluna de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Laboratório de Eng. Ambiental e da Qualidade, Departamento de Eng. Química da Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Arthur de Sá, s/n, Cidade Universitária, Recife, 50.740-521 Pernambuco, Brasil, Fone + 55 81 3271 8711, Fax + 55 81 3274 7278.

³D. Sc. em Química, Laboratório de Eng. Ambiental e da Qualidade, Departamento de Eng. Química da Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Arthur de Sá, s/n, Cidade Universitária, Recife, 50.740-521 Pernambuco, Brasil, Fone + 55 81 3271 8711, Fax + 55 81 3274 7278, e-mail: vlins@ufpe.br

⁴D. Sc. em Eng. de Processos, Laboratório de Eng. Ambiental e da Qualidade, Departamento de Eng. Química da Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Arthur de Sá, s/n, Cidade Universitária, Recife, 50.740-521 Pernambuco, Brasil, Fone + 55 81 3274 7268, Fax + 55 81 3274 7278, e-mail: mottas@ufpe.br

RESUMO

A lagoa do município de Lagoa do Carro vem apresentando uma elevada mortalidade de peixes, chegando a serem retirados mais de 80 kg de peixes mortos por dia. Procurando encontrar a causa desta mortalidade foi realizado um monitoramento da qualidade da água e um estudo da região. Para o monitoramento foram determinados parâmetros como: DBO, DQO, SST, pH, condutividade, turbidez, nitratos, ortofosfatos, etc. Foi observado um desenvolvimento excessivo do aguapé *Eichornia crassipes* e a entrada de nutrientes, através de esgotos domésticos que deságuam na lagoa. Nas regiões de forte predominância destes aguapés foram encontrados valores de oxigênio dissolvido abaixo de 0,8 mg/L, o que provocaria a morte dos peixes. Outras análises estão sendo realizadas para verificar a existência de cianobactérias que produzam toxinas.

ABSTRACT

Lagoon of Lagoa do Carro city has presented high fish mortality- until 80 kg of fish has been removed per day. In order to identify the cause of this death rate, it was realized a water quality management and a study of the site. Some parameters were calculated, such as: BOD, COD, SST, pH, conductivity, turbidity, nitrate, orthophosphate, etc. It was observed high reproduction of *Eichornia crassipes* and nutrients entrance, through urban wastewater discharge in the lagoon. In the sites where *Eichornia* was abundant DO values were under 0,8 mg.L⁻¹, which causes fish mortality. Other analyses are being realized to verify the cyanobacterials toxins presence.

Palavras-Chave: lagoas, eutrofização, nutrientes.

1. INTRODUÇÃO

A maioria das cidades brasileiras, sejam pequenas, médias ou grandes, resente-se de planejamento e infraestrutura urbanas, meios de geração de renda e controle do meio ambiente, entre outras deficiências.

O Município de Lagoa do Carro, localizado na zona da mata do estado de Pernambuco, abrange uma área de 60 km². De acordo com o último censo realizado em 2001 a população era de 13.110 habitantes, sendo 5.023 da área rural e 8.087 da área urbana. Existem 3141 domicílios particulares permanentes no município dos quais 54% tem abastecimento de água pela rede geral e 30% são abastecidos por poços ou nascentes, no entanto apenas 2,2% tem esgotamento sanitário.

Apesar dos problemas comuns a todas as cidades brasileiras, este município tem peculiaridades de cidade dormitório, já que boa parte de sua população trabalha no município vizinho de Carpina, conferindo-lhe um certo aspecto de vida tranqüila e pacata. Favorecendo essa característica, o município apresenta no seu centro urbano uma grande lagoa, com nível d'água perene, com ótimo potencial paisagístico e de lazer.

A lagoa (Figura 1), com área aproximada de lâmina d'água de 37.750,00 m², situa-se no ponto mais baixo do aglomerado urbano, tendo parte das margens ocupadas por sistema viário e por residências simples que, na sua maioria, dão de "costas" para lagoa. A margem leste apresenta um nicho interessante de área verde, com palmeiras e coqueiros adultos.



Figura 1 – Foto da lagoa de Lagoa do Carro (PE), onde podem ser observados peixes mortos (pontos brancos).

Pela sua localização, a lagoa vem recebendo esgotos de várias residências através de canaletas abertas, além dos esgotos de parte da rede coletora. Os esgotos domésticos, ricos em nutrientes (compostos nitrogenados e fosfatados) têm causado a proliferação do aguapé (*Eichornia crassipes*) (Figura 2).



Figura 2 – Foto de uma saída de esgoto que deságua na lagoa e retirada dos aguapés à direita (ponto de coleta LC4) .

Durante os meses de verão, há uma mortalidade de peixes nesta lagoa bastante elevada, chegando-se a serem retirados da lagoa entre 50 e 100 kg de peixes mortos (Figura 3).



Figura 3 – Retirada dos peixes mortos da lagoa. (ponto de coleta LC2)

2. A GESTÃO AMBIENTAL

A qualidade das águas superficiais de um corpo hídrico é fortemente influenciada pelas suas características litológicas, pela climatologia e pelas contribuições antropogênicas. A identificação e quantificação dessas influências são ferramentas importantes na gestão dos recursos hídricos. Os dados de variabilidade espacial e temporal das características da água podem ser usados para identificar a importância relativa das influências naturais e antropogênicas (MARKICH & BROWN, 1998).

A degradação ambiental é resultante de um processo social, determinado pelo modo como a sociedade apropria-se e utiliza os recursos naturais (MUNHOZ, T 2000).

O controle de qualidade da água se faz necessário, tendo em vista que os tratamentos convencionais da água para consumo humano atualmente em uso, não são eficazes na remoção de uma boa parcela de contaminantes químicos e biológicos, procedentes da constante expansão das atividades humanas e do desenvolvimento sustentável.

A falta de recursos financeiros para investimentos em sistemas de tratamentos com tecnologia mais avançada, associada à escassez da água nas regiões do nordeste brasileiro, justifica o estudo da qualidade da água utilizada para abastecimento público, dando apoio técnico às ações de planejamento e de administração previstas na gestão ambiental dos recursos hídricos.

Do rápido crescimento da demanda por água para diversos usos, surgiu o princípio dos usos múltiplos, que coloca todas as categorias usuárias em igualdade de condições em termos de acesso a esse recurso, priorizando, em situação de escassez, o consumo humano e a desesdentação animal.

A gestão da água não se limita a um conjunto de processos de decisão casuais que respondam de forma avulsa a cada problema, seja de excesso de água, seja de poluição e degradação da qualidade da água, seja de proteção ambiental. Para ser eficaz, a gestão da água tem que ser baseada em soluções integradas e coerentes em face dos diferentes objetivos que se pretende atingir.

Os recursos hídricos desempenham um papel fundamental no desenvolvimento de qualquer sociedade. Entretanto, sua utilização tem gerado problemas relativos a quantidade, como resultado da exploração indiscriminada, e relativos a qualidade, devido a lançamentos de efluentes domésticos e industriais. O crescimento populacional, o desenvolvimento industrial e particularmente a construção de barragens, intensificam esses problemas, contribuindo substancialmente para variações nos ecossistemas e conseqüente degradação dos recursos hídricos.

Para BRAGA et al.(1998), o planejamento e a gestão integrados devem contemplar, em conjunto, os aspectos de quantidade e de qualidade dos recursos hídricos, bem como a interface com outros setores correlatos.

Na gestão ambiental, a responsabilidade do Poder Público não elimina a coletividade como um todo, de ser parte desse processo, por força do que dispõe a Constituição Federal, quando, referindo-se ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, impõe ao "Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e as futuras gerações".

MORAES (1994), citado em Souza (2000), comenta que a gestão ambiental qualifica a ação institucional do poder público para implementar a política do meio ambiente.

Nesse contexto, a gestão ambiental deve ser entendida como um conjunto de medidas que visam à redução e ao controle dos impactos provocados por atividades e intervenções humanas sobre o meio ambiente. Essas medidas e procedimentos devem ser definidos e aplicados de forma adequada, para que o gerenciamento sobre o meio ambi-

ente seja efetivo e se possa assegurar a melhoria da qualidade de vida das pessoas.

3. O PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO

O termo eutrofização designa ao mesmo tempo um enriquecimento de uma água por elementos nutritivos (fósforo e nitrogênio) e um aumento correlato da produção vegetal aquática, principalmente algas planctônicas ou fixas (Figura 4). Este fenômeno altera as propriedades físico-químicas da água, aumentando a turbidez e diminuindo a quantidade de oxigênio dissolvido.

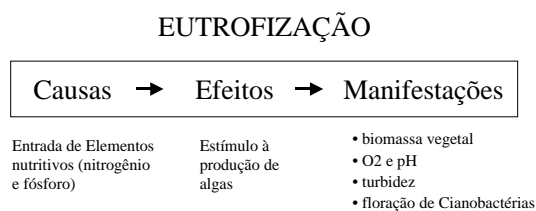


Figura 4 – Representação esquemática do processo de eutrofização (adaptado de Capblanq et al., 2002)

Henderson-Selles, citado por Nogueira (1991), afirma que o crescimento e a proliferação de macrófitas e fitoplâncton depende da disponibilidade de cerca de dezenove nutrientes, entre eles destacam-se o carbono, hidrogênio, oxigênio, enxofre, potássio, cálcio, magnésio, nitrogênio, fósforo, molibdênio e outros. A maior parte deles é necessário em quantidades mínimas, entretanto para o carbono, oxigênio, nitrogênio e fósforo são necessárias quantidades maiores.

Certos tipos de algas, como as cianobactérias, podem produzir toxinas. A eutrofização afeta a maioria das águas doces e numerosas zonas costeiras (Schindler, 1978). Os fatores ambientais promotores de algas tóxicas geralmente são os mesmos que promovem florações das maiorias das cianobactérias. Todavia, a produção de toxinas pode não ser influenciada por estes fatores na mesma dimensão que a formação de florações (YOO et al., 1995). A identificação dos fatores específicos que promovem florações tem sido objeto de muitas pesquisas, entretanto sabe-se que apenas um fator isolado não age como um real promotor (Deberdt & Costa, 2003). Em geral, as condições ambientais que favorecem as cianobactérias incluem: moderados a altos níveis de nutrientes inorgânicos essenciais como nitrogênio e fósforo; temperatura da água entre 15 e 30°C e pH entre 6 e 9 ou mais (YOO et al., 1995).

Para o controle da eutrofização, pode-se utilizar um nutriente limitante, fato este baseado no princípio do fator nutritivo limitante apresentado por Liebig em 1840. Entre os elementos limitantes, o fósforo é determinante na eutrofização de águas doces. No caso de águas do mar seria o nitrogênio (Capblanq et al., 2002). A composição elementar das algas permite estimar uma correlação de 50:7:1 de carbono, nitrogênio e fósforo respectivamente para a síntese das algas (Redfield, 1958). Para um controle por nutriente limitante a concentração de fosfatos deve estar abaixo de 3 µg P/L ou a concentração de nitrogênio dissolvido abaixo de 50 µg N/L (Dauta, 1982; Cembella et al., 1984)

4. AGUAPÉ *EICHORNIA CRASSIPES*

Também conhecida como baronesa, jacinto d'água ou ainda orelha-de-jegue, a *Eichhornia crassipes* (Figura 5) possui raízes longas (que podem medir até um metro e servem de indicadores da concentração de nutrientes), rizomas, estolões, pecíolos, folhas e inflorescências. Sua parte aérea pode ir de alguns centímetros até um metro de altura.



Figura 5 – Imagens do aguapé *Eichhornia crassipes*

Este aguapé libera o oxigênio da fotossíntese para fora do corpo d'água, e quando em excessos provocam o sombreamento impedindo a fotossíntese das algas que estão submersas. Quando os aguapés morrem geram excesso de matéria orgânica em decomposição, que consome oxigênio e geram gases tóxicos, corrosivos e mau cheiro.

Por outro lado, elas contribuem na melhoria da qualidade da água, removendo metais do meio em que se encontram.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

Para se avaliar a qualidade da água da lagoa foram realizadas análises de oxigênio dissolvido, DQO, DBO, pH, alcalinidade, turbidez, condutividade, cloretos, nitratos, nitritos, ortofosfatos e sólidos, seguindo-se as metodologias do Standard Methods Examination for Water and Wastewater (APHA et al., 1995).

As amostras foram coletadas em 5 pontos em torno da lagoa, os dois primeiros (LC1 e LC2) no mirante (o segundo no vertedouro), o terceiro (LC3) no final da segunda rua, onde já se encontravam alguns aguapés. Os dois últimos pontos (LC4 e LC5), situam-se na margem oposta ao mirante onde alguns aguapés foram removidos para a coleta das amostras.

6. RESULTADOS

Para avaliar a qualidade da água da lagoa, foram realizadas coletas nos dias 28/03/03, 14/04/03 e 21/05/03 e determinados os parâmetros citados no item 5 deste artigo.

A Figura 6 apresenta os resultados obtidos na determinação da DQO. Pode-se observar que os valores não são muito elevados, situando-se à grosso modo abaixo de 120 mg O₂/L, excetuando-se para a última coleta do ponto 2.

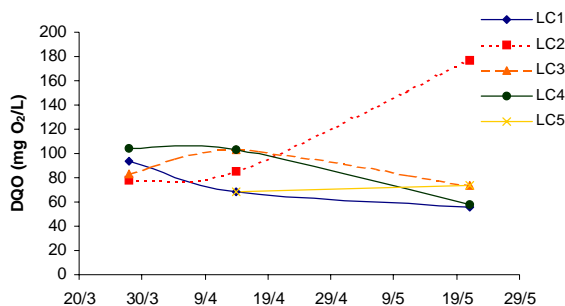


Figura 6 – Variação da DQO da água da lagoa em função do tempo.

Em relação à DBO, Figura 7, foi constatado valores abaixo de 100 mg O₂/L, mais uma vez excetuando-se para o ponto 2. Este aumento da DQO e DBO no ponto 2 (vertedouro da lagoa), pode ser devido ao aumento da concentração de aguapés (que quando mortos aumentam a carga orgânica) e da vazão de efluentes.

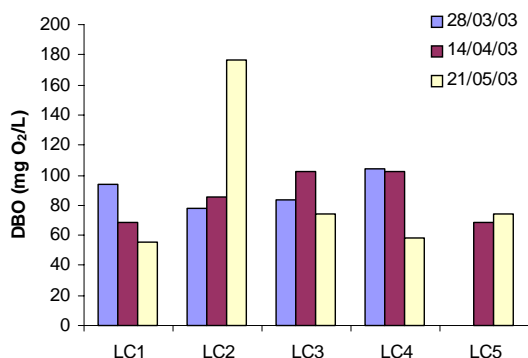


Figura 7 - Variação da DBO da água da lagoa em função do tempo.

A dureza total da água, determinada nas análises dos dias 14/04 e 21/05 não apresentou variações significativas, situando-se entre 208 e 220 mg CaCO₃/L. Mesmo fato foi observado para a concentração de cloretos que oscilou entre 150 e 170 mg Cl⁻/L.

O pH manteve-se neutro, com um valor médio de 7,5. Entretanto, foi observada uma maior variação no dia 14/04 quando foi obtida uma diferença de 14% entre os valores de pH dos pontos 3 e 4.

A salinidade apresentou valores abaixo de 0,4 para todos os pontos analisados e a turbidez oscilou em torno de 17 NTU.

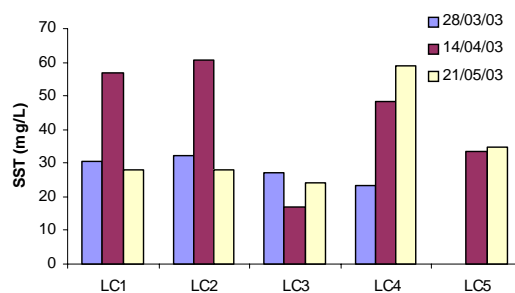


Figura 8 – Variação do teor de sólidos suspensos totais da água da lagoa de Lagoa do Carro em função do tempo.

O teor de sólidos suspensos, Figura 8, teve um aumento gradativo no ponto LC4, onde houve um crescimento do aguapé, indicando que este proporciona um aumento da turbidez. Todavia a remoção do aguapé para a coleta da amostra pode ter agitado o fundo da lagoa e levantado partículas que produziram um aumento no teor de sólidos.

O teor de óleos e graxas, Tabela 1, foi mais elevado no vertedouro e em seguida na região onde havia uma predominância de aguapés.

Tabela 1 – Resultado dos óleos e graxas e dos nutrientes para o dia 21/05/03 em mg/L.

	Oleos e Graxas	Amônia	Nitratos	Nitrogênio Total	Ortofosfatos
LC1	1,50	0,27	4,16	3,77	0,233
LC2	6,30	0,54	3,08	5,39	0,417
LC3	4,60	0,54	3,73	4,85	0,356
LC4	5,20	1,08	N.D.	4,31	0,694
LC5	N.D.	0,54	N.D.	4,85	0,417

N.D. – não determinado

Pode-se observar valores de amônia mais elevados no ponto LC4, que fica na saída do esgoto mostrado na Figura 2, demonstrado o caráter doméstico do esgoto (esta amônia deve ser proveniente da urina humana). No mesmo ponto também foi obtida a maior concentração de fósforo que supre a correlação 7:1 (N:P) para o desenvolvimento das plantas aquáticas.

O oxigênio dissolvido (OD) apresentou valores muito reduzidos, abaixo de 0,7 mg O₂/L, para os pontos LC4 e LC5 onde havia uma forte predominância de aguapés, tendo sido necessário a remoção de alguns para a coleta da água. Valores tão baixos como estes podem provocar a mortandade de peixes, como a que vem ocorrendo nos períodos mais quentes e de maior insolação.

7. CONCLUSÕES

Foi observado que a entrada de efluentes na lagoa provoca a eutrofização da mesma e o desenvolvimento excessivo do aguapé *Eichhornia crassipes*. Este aguapé se caracteriza por liberar o oxigênio para a atmosfera e não para a água, reduzindo o teor de OD e provocando a mortandade dos peixes. Além disso este aguapé bloqueia os

raios solares e impede a fotossíntese das algas que estão no fundo da lagoa.

Ao se analisar os nutrientes, foram encontrados valores elevados de nitratos e fosfatos próximos ao despejo de esgoto na proporção 7:1, que favorece o desenvolvimento das plantas aquáticas e do fitoplâncton.

Novas análises estão sendo realizadas para se verificar a existências de cianobactérias que produzam toxinas e que venham a colaborar com a morte dos peixes.

As ações para minimizar este problema têm sido, até o momento, uma retirada periódica dos aguapés da lagoa. Está sendo elaborado em conjunto com a prefeitura um projeto para a recuperação da lagoa, que passa por um sistema de esgotamento e uma estação de tratamento, além da urbanização da área e desenvolvimento de um núcleo de educação ambiental.

AGRADECIMENTOS

À PROPESQ/UFPE, pela contratação do Professor Visitante Maurício da Motta, que possibilitou o desenvolvimento da pesquisa que resultou neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA – AWWA – WEF (1995) Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th edition. American Public Health association, American Water Works Association and Water Environment Federation.
- BRAGA, B. BARBOSA, P. S. F. NAKAYAMA, P. T. (1998) Sistemas de suporte à decisão em recursos hídricos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 3, n. 3, p. 73-95.
- CEMBELLA, A.D., ANTIA, N.J., HARRISON, P.J. (1984) The utilization of inorganic and organic phosphorous compounds as nutrients by eukariotic microalgae : a multidisciplinary perspective. *Critical Reviews in Microbiology*, v. 10, p. 317-391.
- CAPBLANCQ, J., DÉCHAMPS, H. (2002) L'eutrophisation des eaux continentales: questions à propos d'un processus complexe. *Natures, Sciences et Sociétés*, v. 10, n° 2, p.: 6-17. Éditions Scientifiques et médicales Elsevier SAS.
- DAUTA, A. (1982) Conditions de développement du phytoplancton : étude comparative du comportement de huit espèces en cultures. II Rôle des nutriments; assimilation et stockage intracellulaire. *Annls. Limnol.*, v. 31, p. 133-141.
- DEBERDT, G.L.B., COSTA, S.R.A. (2003) Eutrofização, cianobactérias e usos da água. Artigo técnico disponível da página da Agência Nacional de Águas (www.ana.gov.br).
- MARKISH, P. L. BROWN, P. L. (1998) Relative importance of natural and anthropogenic influences on the fresh surfaces water chemistry of the Hawkesbury – Nepean river, south-eastern Australia. *The Science of the Total Environment*, v. 217, p. 201 – 230.
- MUNHOZ, T. (2003) Desenvolvimento sustentável e educação ambiental. [online]. Disponibilidade e acesso: < [http:// www.radiobras.gov.br](http://www.radiobras.gov.br).>

NOGUEIRA, V.P.Q. (1991) Qualidade da água em lagos e reservatórios. In: PORTO, R. La L. (Org.) *Hidrologia Ambiental*. São Paulo: Edusp, v.2, p. 165-208.

REDFIELD, A.C. (1958) The biological control of chemical factors in the environment. *Am. Sci.*, v. 46, p. 206-226.

SCHINDLER, D.W. (1978) Factors regulating phytoplankton production and standing crop in the world's freshwaters. *Limnol. Oceanogr.*, v. 23, p. 478 – 486.

SOUZA, M. P. de (2000). *Instrumento de gestão ambiental: fundamentos e práticas*. São Carlos: Riani Costa.

YOO, R.S., CARCHIMEL, W.W., HOEHN, R.C., HRUDEY, S.E. (1995) *Cyanobacterial (blue-green algal) toxins: a resource guide*. AWWA Research Foundation, USA, 229 p.