

IMPACTOS DA EUTROFIZACAO EM UMA LAGOA URBANA EM MANAUS/AM

Radielly da Silva OLIVEIRA (1); Cláudia Magalhães do VALLE (2)

(1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IF-AM, Av. Sete de Setembro, 1975, Centro, CEP 69020-120, Manaus/AM, (92) 3621-6723, e-mail: radiely25@gmail.com

(2) IF-AM, e-mail: cmvalle@ifam.edu.br

RESUMO

A eutrofização de lagoas e estuários depende das mudanças na composição da população de fitoplâncton. Em meio às agressões antrópicas o meio biótico de uma lagoa pode ser afetado de forma significativa, bem como, sua flora, fauna e quantidade de nutrientes, causando um desequilíbrio na comunidade biótica. Avaliar os impactos da eutrofização é um dos objetivos deste trabalho, para tanto, foi coletado amostras de água da Lagoa do Parque do Japiim, e analisados os seguintes parâmetros: temperatura, pH, amônia, nitrogênio e fósforo. A concentração de fósforo apresentou-se significativamente menor que a concentração de nitrogênio sendo a relação N/P igual a 13,2 e 11,4 respectivamente, o que indica ser o fósforo o nutriente limitante na lagoa. Neste caso a concentração de fósforo se apresentou em baixas concentrações, considerando o nível de eutrofização da lagoa, o fósforo pode ser é um fator que pouco atua nesse processo. Foi observado que a ação humana é o principal fator impactante, necessitando, portanto, não só de projetos voltados para a estrutura estética, como também para a efetiva recuperação sanitária e mitigação da precária situação da lagoa.

Palavras-chave: Poluição, Lago Urbano, Gestão Ambiental.

1 INTRODUÇÃO

A urbanização desordenada gera sérios problemas de poluição nos recursos hídricos, pela inadequada deposição de lixo, diminuição no escoamento das águas e falta de saneamento básico nas grandes capitais, a potabilidade da água vem sendo temas de discussões em diversos setores governamentais e não governamental no mundo todo e tem repercutido em ações e pesquisas científicas que venham mitigar os impactos causados pela precariedade do sistema de saneamento de água e esgotos. A Lagoa do Parque do Japiim é um exemplo regional de um problema que é global, e que indiscriminadamente, afeta o meio aquático, bem como, todo um ecossistema vivente naquele ambiente causado pela eutrofização.

A eutrofização de lagos urbanos está efetivamente associada a um processo de poluição. A crescente urbanização, de um lado, e o desenvolvimento de atividades agrícolas, por outro, têm acelerado o processo natural de eutrofização de lagos urbanos, degradando assim, a qualidade da água. Esse processo é chamado de *eutrofização cultural*, em contraponto à eutrofização natural (CARVALHO, 2009). No entanto, estes ambientes são amplamente utilizados pela população urbana e neles ocorrem freqüentemente florações de algas e cianobactérias (NOGUEIRA; RODRIGUES, 2008).

Vários fatores podem causar a eutrofização dos lagos, segundo Esteves (1988), esse processo é desencadeado principalmente pelo excesso de nutrientes na água (nitrogênio e fósforo). Esse processo resulta num aumento de fitoplâncton (algas) e plantas aquáticas superiores. De acordo com Carvalho (2009) o aumento da concentração de nutrientes implica não só na densidade de algas, mas também nas alterações qualitativas, como o surgimento de novas espécies e o desaparecimento de outras.

Segundo Nardini e Nogueira (2010), embora a eutrofização venha sendo considerada, desde a década de cinquenta do século vinte, como um problema de qualidade da água de preocupação crescente, apenas recentemente foi estabelecida a relação entre este problema e a possível ocorrência de toxinas. Com efeito, se a eutrofização induz a proliferação de cianobactérias e se uma proporção significativa destes seres fitoplanctônicos produz toxinas, então a probabilidade de em meios eutrofizados ocorrerem toxinas potentes que, através de ingestão ou contacto com a pele, representem um risco para a saúde humana, de animais domésticos ou mesmo da vida selvagem, mais elevada.

A limnologia dos lagos artificiais de áreas urbanas de lazer tem sido pouco estudada em todo Brasil (NARDINI; NOGUEIRA, 2010). O processo de eutrofização altera como um todo, o valor paisagístico e ecológico de um lago, rio ou represa impossibilitando o meio biótico de realizar suas funções biológicas e de sobreviverem em um meio urbano caracterizado pela poluição e o desrespeito a natureza.

O objetivo do presente artigo é levantar informações e estabelecer alguns elementos que possam contribuir para um adequado manejo do Parque da Lagoa do Japiim, na cidade de Manaus, visando à sustentabilidade e seu uso pela população Manauara. Buscamos também ações preventivas que contribuam para a melhoria da qualidade da água e do lazer público.

2 MATERIAIS E METODOS

2.1 Área de estudo

A lagoa estudada encontra-se na região centro-sul da cidade de Manaus, localizada (latitude: 2° 57' 02''S – 3° 10' 12''W e longitude: 59° 53' 74''S – 60° 07' 56''W), dentro de um parque chamado “Parque da Lagoa do Japiim” inaugurado em agosto de 2008, no bairro do Japiim, na Avenida Rodrigo Otavio Jordão. Ao entorno do parque há muitos comércios e empresas, o mesmo possui uma área de 10.888 m², sua profundidade é de 4 m na parte mais profunda, tendo sua margem uma profundidade diferenciada, ou seja, menor. No interior do parque há restaurante, lanchonete e sorveteria, além de um mini anfiteatro e banheiro público, há ainda uma considerável área verde com árvores, arbustos e uma vegetação rasteira com áreas de gramíneas. É a famosa lagoa com mais de 30 metros de comprimento que abriga alguns peixes, é o centro das atenções do parque (Figura 1). Atualmente o parque encontra-se em revitalização devido às condições da lagoa estar poluída pela eutrofização que foi gerada pelo acúmulo de macrófitas que ao apodrecer ocasionou odor fétido, crescimento exagerado de algas, que sendo essas tóxicas pode prejudicar a saúde do ser humano. Diante desses problemas o parque foi fechado por tempo indeterminado para recuperação do ambiente. Os efeitos ocasionados por este fenômeno é visível acarretando um desequilíbrio notável na lagoa, bem como, em toda sua comunidade de peixes e plantas.



Figura 1 - Vista da Lagoa do Japiim.

2.2 Procedimento de amostragem

No dia da amostragem, fez-se o reconhecimento da área e a escolha do local de coleta, com descrição do local amostrado, e localização geográfica usando um GPS (Global Position System) marca Garmin, modelo Etrex Legend. A amostra de água de superfície foi coletada no centro da Lagoa, ou seja, em local sem estagnação (Figura 2), em dezembro/2009. Utilizaram-se para a coleta frascos de polietileno de 2 L, previamente esterilizado, e devidamente etiquetado. Imediatamente após o procedimento de coleta, foram realizadas as determinações de temperatura e pH.



Figura 2 – Coleta de amostra de água de superfície.

As alíquotas de água destinadas a análise de nutrientes foram filtradas com filtro Millipore® HA 0,45 μm , divididas em dois frascos de polietileno de 500 mL e armazenadas sob refrigeração a 4 °C. Posteriormente foram analisadas quanto à concentração dos íons amônio (NH_4^+), nitrato (NO_3^-) e fosfato (PO_4^{3-}) através da aplicação de técnicas colorimétricas. Os parâmetros químicos para análise foram escolhidos considerando a necessidade de avaliação de agentes responsáveis pela eutrofização em corpos de água.

2.3 Procedimentos Analíticos

2.3.1 Limpeza das vidrarias

As vidrarias utilizadas para análise físico-química foram deixadas de molho em uma solução com hipoclorito de sódio (NaClO) e detergente e somente depois, foi enxaguada em média cinco vezes e em seguida lavada em água corrente, terminada esta etapa, iniciou-se a segunda etapa, a acidificação com ácido nítrico (HNO_3) 1% v/v, depois seguida de exaustivo enxágüe com água destilada. Após cinco enxágües, foram realizadas as medidas de condutividade. O material foi considerado “limpo” quando as medidas de condutividade não atingiram valores $> 2 \mu\text{S cm}^{-1}$. Desta forma adotou-se como prática, o mínimo de cinco enxágües com água

destilada após a limpeza com HNO_3 . Os frascos coletores (500 mL) de polietileno receberam limpeza similar e foram mantidos com água destiladas até o momento do uso. No momento da coleta fez-se o ambiente com própria amostra antes da coleta definitiva.

2.3.2 Soluções e reagentes

Para a determinação dos parâmetros químicos todas as soluções foram preparadas com água destilada. Soluções de ácido fenol dissulfônico e hidróxido de sódio a 50% foram armazenados fora da geladeira, enquanto que a solução de acondicionamento, reagente de Nessler e as soluções padrões foram armazenadas sob refrigeração a 4 °C.

2.3.3 Determinação das variáveis

A tabela 1 apresenta um resumo das técnicas analíticas usadas, condições metodológicas e equipamentos utilizados nas análises das variáveis, todas as determinações foram realizadas conforme normas do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (1995), segundo descrição abaixo:

Tabela 1 - Metodologia analítica usada na determinação das variáveis na amostra de água da lagoa do japiim.

Variável	Método Analítico e/ou Condições Operacionais	Equipamento Utilizado
Temperatura	-	Termômetro de mercúrio
pH	Potenciométrico	Tecnal modelo E 516
PO_4^{3-}	Colorimétrico - ácido ascórbico, $\lambda = 880 \text{ nm}$.	Espectrofotômetro TEKNA-2000
NO_3^-	Colorimétrico – ácido fenol dissulfônico e hidróxido de sódio, $\lambda = 410 \text{ nm}$.	
NH_4^+	Colorimétrico – reagente de nessler, $\lambda = 425 \text{ nm}$.	

As absorbâncias lidas no espectrofotômetro e as concentrações dos íons foram determinadas através da leitura em uma curva padrão dos respectivos íons.

3 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

3.1. Caracterização do Lacustre

Com base nas informações observadas no local os impactos mais visíveis da eutrofização na Lagoa do Parque do Japiim são a ocorrência de espumas superficiais, desenvolvimentos excessivos de algas ou cianobactérias e de plantas macrófitas flutuantes ou enraizadas (Figura 3).

Devido aos fenômenos erosivos, não há um escoamento correto da rede de esgotos domésticos e industriais da área do entorno do parque para a lagoa, o que resulta na poluição da água parada, pois não tem fluxo de saída, o que torna a lagoa mais vulnerável à eutrofização, pois tendem a acumular sedimentos e substâncias químicas a eles associados.



Figura 3 – Desenvolvimento de plantas macrófitas flutuantes ou enraizadas na lagoa.

Também se observou no local alguns peixes mortos como Bodó (Figura 4) e Puraquê (Figura 5) boiando na superfície da lagoa, como consequência da anaerobiose, devido à diminuição na concentração de oxigênio dissolvido na água e altas concentrações de amônia sob condições eutróficas, causando a morte de peixes como o observado *in loco*, além do odor fétido que existe no local. Infelizmente em alguns locais da lagoa se observa lixo (Figura 6), jogados pelos visitantes da lagoa, sem qualquer respeito ao meio ambiente, mas como falar em respeito se na lagoa observamos um desrespeito com as espécies que vivem na mesma.



Figura 4 – Um Bodó encontrado boiando na lagoa.



Figura 5 – Um Puraquê encontrado boiando na lagoa.



Figura 6 – Lixo jogado na lagoa.

Nesta fase em que se encontra a lagoa o trabalho de recuperação deve ser bem planejado, pois o ambiente esta em total desequilíbrio, causando efeitos generalizados do processo de eutrofização como:

- Acesso restrito às atividades recreativas devido ao acúmulo de plantas aquáticas;
- Anoxia (ausência de oxigênio dissolvido), que causa a morte de peixes e de invertebrados e também resulta na liberação de gases tóxicos com odores desagradáveis;
- Depleção de oxigênio, particularmente nas camadas mais profundas;
- Deterioração do valor recreativo de um lago ou de um reservatório devido à diminuição da transparência da água;
- Florescimento de algas e crescimento incontrolável de outras plantas aquáticas;
- Menor número de espécies e diversidade de plantas e animais (biodiversidade);
- Produção de substâncias tóxicas por algumas espécies de algas cianofíceas.

3.2 Caracterização físico-química

A tabela 2 apresenta os valores das variáveis analisadas: temperatura, pH, fósforo na forma fosfato ($P-PO_4^{3-}$), nitrogênio na forma de nitrato ($N-NO_3^-$) e nitrogênio amoniacal ($N-NH_4^+$), os resultados representam uma média de três repetições (triplicata) da amostra $\pm$ desvio padrão.

Tabela 2 – Valores médios das variáveis analisadas.

Variável	Unidade	Valor Médio
Temperatura	°C	26,9 $\pm$ 0,1
pH	-	7,8 $\pm$ 0,1
PO_4^{3-}	mg/L	5,7 $\pm$ 0,2
NO_3^-	mg/L	62,4 $\pm$ 0,4
NH_4^+	mg/L	36,3 $\pm$ 0,2

A temperatura média da amostra coletada foi igual a 26,9 °C (Tabela 2). Esta temperatura está de acordo com a temperatura ótima para as atividades bacteriológicas referida por Metcalf e Eddy (1991) que é da ordem de 25 a 35 °C. A elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais (CETESB, 2010), alguns agentes físicos de desinfecção são o calor e luz. Nesse caso a eficiência de uma desinfecção da lagoa depende da intensidade da luz e calor (CHERNICHARO, 2010).

Como se pode observar na Tabela 2, o valor médio de pH foi de 7,8, o que está de acordo com Von Sperling (2005) que cita a faixa típica de pH para esgotos predominantemente domésticos de 6,7 a 8,0. O pH elevado estar associado à proliferação de algas, bem como, afeta crescimento de microorganismos.

Os valores de nitrogênio total (NO_3^- e NH_4^+) encontram-se acima da faixa de concentração típica citada por Von Sperling (2005) que é de 35-60 mg/L para nitrogênio na forma de nitrato e 20-35 mg/L para o nitrogênio na forma amoniacal. Isso reflete no aporte de matéria orgânica, ocasionado pelo acelerado processo de urbanização ao entorno do parque, e nas medidas de recuperação da lagoa, no sentido de minimizar a concentração de nitrogênio, resultado que foi o inverso no teor de fósforo.

A concentração média de fósforo foi 5,7 mg/L, o que está de acordo com Von Sperling (2005) que cita a faixa típica para este nutriente em esgotos variando de 4 a 15 mg/L. A concentração de fósforo apresentou-se significativamente menor que a concentração de nitrogênio sendo a relação N/P igual a 13,2 e 11,4 respectivamente, o que indica ser o fósforo o nutriente limitante na lagoa. Neste caso a concentração de fósforo se apresentou em baixas concentrações, levando em conta o nível de eutrofização da lagoa, o fósforo é um fator que pouco atua nesse processo.

Os esgotos são lançados *in natura* e acabam por contribuir para a multiplicação de algas cianofíceas que sufocam e matam o zooplâncton e os animais de maior porte cuja decomposição libera gases fétidos em grande intensidade.

Como recuperação sugere-se um modelo de recuperação de lagoas eutrofizadas de Portugal, chamado de “ceifeira”, um trator passa por dentro do lago ceifando as plantas aquáticas, bem como, remexendo todo aquele solo sedimentado de nutrientes, escavando o solo novo, tirando aqueles sedimentos depositados no fundo da lagoa e misturando com um novo solo misturado pelos nutrientes.

Nestas massas de águas, os sedimentos atuam como depósito de nutrientes e fontes dos mesmos, pois, em determinadas condições, voltam a libertá-los e a torná-los de novo assimiláveis pelos organismos fitoplanctônicos.

4 CONCLUSÃO

As análises de água realizadas na Lagoa do Parque do Japiim sugerem as seguintes conclusões sobre este ecossistema fluvial no período amostrado:

- a eutrofização é evidente pelo fato de que o aporte de esgoto carrega importante carga de nutrientes para este local;
- tendo em vista a preservação do potencial natural e de autodepuração deste córrego, seria importante a implantação de um sistema de captação e tratamento do aporte de esgoto doméstico proveniente da comunidade ao entorno do parque;
- a ação humana, em ambos os aspectos, é o principal fator impactante, necessitando, portanto, não só de projetos voltados para a estrutura estética, como também para a efetiva recuperação sanitária e mitigação da precária situação da lagoa.

Outro fator essencial que poderá contribuir para minimizar o problema da eutrofização da lagoa é a educação ambiental da população do entorno do Parque. Para tanto, torna-se necessário estabelecer um programa de conscientização para os usuários do parque, de forma a torná-los capazes de conhecer a real dimensão do problema, é preciso aliar a divulgação da informação com a participação da comunidade usuária.

É importante que a população tome conhecimento do problema e participe das atividades de conservação e seja até mesmo treinada para eventuais casos de emergências, bem como, da comunidade habitante da lagoa. As atividades propostas de educação ambiental devem ser direcionadas para que o lixo que é produzido no parque não seja jogado dentro da lagoa, o que pode causar um desequilíbrio no ecossistema.

Com relação à utilização do espaço, o regramento na concessão de licença para eventos e a utilização da lagoa para qualquer fim deve ser organizado, no sentido de conservá-la principalmente no período de seca, onde as florações são mais intensas.

E por fim o estabelecimento de contrapartida por parte de comerciantes e usuários pode representar um importante aporte de recursos para a manutenção do espaço, esses fundos poderiam vir de parcerias com empreendedores localizados nas imediações, com isso seria possível garantir fundos suficientes para o constante monitoramento das águas do Parque.

REFERÊNCIAS

APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for the examination of water and waste water**. 19 ed. Washington, DC: American Public Health Association, 1995.

CARVALHO, S. L. **Eutrofização Artificial: Um problema em Rios, Lagos e Represas**. Disponível em: <<http://www.agr.feis.unesp.br/ctl28082004.php>> Acesso em: 12 nov. 2009.

CETESB, **Variáveis da Qualidade das Águas**. São Paulo: Companhia Ambiental do Estado do São Paulo, Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/variaveis.asp>> Acesso em: 22 jan. 2010.

ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1988.

METCALF, A.; EDDY, P. **Wastewater Engineering: Treatment, Disposal And Reuse**. 3 ed. New York: McGraw-Hill, 1991.

NARDINI, M. J.; NOGUEIRA, I. DE S. **O processo antrópico de um lago artificial e o desenvolvimento da eutrofização e floração de algas azuis em Goiânia**. Disponível em: <<http://seer.ucg.br/index.php/estudos/article/view/557/442>> Acesso em: 20 jan. 2010.

NOGUEIRA, I de S.; RODRIGUES, L.; N.C. **Algas Planctônicas de um lago artificial do Jardim Botânico Chico Mendes**, Goiânia, Goiás: florística e algumas considerações ecológicas. Revista Brasil. Biol., v. 59, n. 3, p. 377-395, 2008.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

CHERNICHARO, C.; Daniel L. A.; Sens, M.; Filho, C. B. **Pós-tratamento de efluentes anaeróbios por sistemas de desinfecção**. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/Prosab/livros/ProsabCarlos/Cap-7.pdf>> Acesso em: 20 mar. 2010.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do IF-AM, em especial a Gerência de Administração e Manutenção/GAM.