

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA E DO PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO “LAGO DO AMOR” (CAMPO GRANDE, MS)

Tiago Lemos Guedes¹; Kennedy Francis Roche²; Renato Cáceres Martins³; João Renato Guimarães⁴.

RESUMO --- Caracterizar a qualidade da água e estimar o estado trófico do reservatório “Lago do Amor”, no período de Agosto de 2008 a Julho de 2009. Classificar o corpo d’água, com os parâmetros analisados, de acordo com a Resolução do CONAMA, nº 357/2005. A obtenção dos dados foi feita através da coleta e análise de amostras compostas de água, sendo alguns dados obtidos em campo, como: Condutividade, Temperatura do ar e da água e Transparência de Secchi, e os parâmetros: DBO, OD, Fósforo e Nitrogênio Total, Clorofila a, Sólidos Suspensos e Turbidez foram analisados no Laboratório de Qualidade Ambiental (LAQUA) da UFMS. A classificação dos níveis de estado trófico do reservatório foi feito a partir do Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson (1977), modificado por Toledo et al. (1983) e por Toledo (1990). O reservatório apresentou altos valores em alguns parâmetros, sendo classificado, predominantemente, como classe 4, segundo a Resolução do CONAMA nº 357/2005, e como eutrófico, segundo o IET escolhido. O reservatório encontra-se eutrofizado, e em processo de degradação, consequência da poluição e/ou contaminação dos córregos tributários que o compõem.

ABSTRACT --- To characterize the water quality and estimate the trophic state of the reservoir "Lago do Amor", from August 2008 to July 2009. Sort the body of water, with the parameters, according to Resolution CONAMA No. 357/2005. Data collection was done through the collection and analysis of samples consisting of water, and some field data, such as conductivity, temperature of air and water and Secchi transparency, and the parameters: BOD, dissolved oxygen, phosphorus and Total Nitrogen, Chlorophyll a, suspended solids and turbidity were analyzed at the Laboratory of Environmental Quality - UFMS. The classification of levels of trophic state of the reservoir was made from the Trophic State Index (ETI) of Carlson (1977), modified by Toledo et al. (1983) and Toledo (1990). The reservoir showed high values in some parameters, is classified predominantly as a class 4, according to CONAMA Resolution No. 357/2005, and as well-nourished, according to the EIT chosen. The reservoir is eutrophic, and the degradation process, a consequence of pollution and/or contamination of streams tributary of the lot.

Palavras-chave: qualidade da água, eutrofização, índices de estado trófico.

1) Engenheiro Ambiental, Mestrado em Engenharia Ambiental Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Rua Pau de Canela, 1101, Campeche, Florianópolis-SC. E-mail: tiagoskthc@hotmail.com.

2) Prof. Dr. do Departamento de Hidráulica e Transportes da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Cidade Universitária - CEP: 79070-900 -Campo Grande – MS. E-mail : kennedy.roche@ufms.br.

3) Engenheiro Ambiental, Mestrando em Tecnologias Ambientais Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Rua do marco, 808-Campo Grande – MS. E-mail: renato.cres@gmail.com.

4) Engenheiro Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Cidade Universitária - CEP: 79070-900. E-mail: jrenato_guima@hotmail.com.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Tucci et al (2000), o Brasil possui aproximadamente 12% da água doce do planeta, se enquadrando como o país mais privilegiado do mundo em relação à disponibilidade hídrica. Algumas regiões brasileiras, como o semi-árido nordestino, enfrentam problemas de escassez de água, devido à características hídricas locais desfavoráveis, como elevada evapotranspiração durante todo o ano e baixa precipitação; porém outras regiões que possuem considerada disponibilidade hídrica, já sofrem com escassez de água de qualidade, devido ao consumo intenso e a poluição de mananciais, problemas típicos de cidades médias e grandes.

Ainda de acordo com o mesmo autor, o grande aglomerado de pessoas nas cidades constituem um obstáculo na busca pela sustentabilidade e preservação dos corpos d'água, devido ao excesso de cargas poluidoras de origem doméstica, industrial e de drenagem urbana, associado a uma alta demanda por água. Além disso, Rebouças (2003) diz que outro problema do uso e preservação da água é o desperdício da mesma, observado nos vazamentos das redes de distribuição de água e na agricultura, pela irrigação. O índice de perda, na rede, de água tratada, está entre 40% e 60% no Brasil, ou seja, praticamente metade da água tratada no país é perdida na distribuição, enquanto nos países desenvolvidos este índice está entre 5% e 15%. A irrigação, na agricultura, é responsável por aproximadamente 63% da demanda total de água no país, e estima-se que 60% de toda a água utilizada na agricultura é perdida através da evapotranspiração e/ou percolação.

O estudo da qualidade da água é importante, pois permite o conhecimento das características físico-químicas e biológicas da mesma, através da análise dos parâmetros, constituindo em uma ferramenta para verificar se o corpo d'água está recebendo poluição e/ou contaminação.

Existem diversos parâmetros a serem analisados para caracterizar a qualidade da água, e a seleção dos mesmos deve ser feita de acordo com o objetivo do estudo, levando em consideração o uso da água e as possíveis fontes potencialmente poluidoras presentes na bacia hidrográfica.

Conforme Santos et al (2001), os parâmetros podem ser selecionados de acordo com as fontes poluidoras, para verificar se o corpo d'água atende aos padrões de qualidade, da respectiva classe de água em que o mesmo está inserido, ou também pode-se utilizar os índices de qualidade de água (IQA) para determinar os parâmetros a serem analisados. Existem muitos tipos de índices, e cada um contempla alguns parâmetros como importantes para classificar a qualidade da água, cabe ao pesquisador escolher qual índice melhor se adapta ao corpo d'água do estudo.

A Resolução do CONAMA nº 357, de 17 de Março de 2005, “Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências”. Tal resolução dividiu as

águas do país em: águas doces (salinidade inferior a 0,05%), salobras (salinidade entre 0,05% e 3%) e salinas (salinidade superior a 3%). E dentro deste contexto foram criadas nove classes de água em função dos usos previstos, sendo cinco classes para as águas doces (classes: especial, 1, 2, 3 e 4); duas classes para as águas salgadas (classes 5 e 6), e duas classes para as águas salobras (classes 7 e 8).

O estudo em questão, considera-se somente a classificação das águas doces, que varia de classe especial à classe 4, numa escala de qualidade que vai da melhor para a pior qualidade, respectivamente.

As classes de qualidade da água estabelece padrões, com limites de concentração de cada substância, logo, para classificar um corpo d'água é necessário o conhecimento de dezenas de parâmetros. O grande número de parâmetros, pode representar um empecilho na classificação dos corpos d'água, pois requer muitas análises e consequentemente alto investimento financeiro, fator limitante em muitos projetos de pesquisa.

Rivera (2003) diz que o monitoramento da qualidade da água e sua classificação são de grande importância na preservação dos corpos d'água, no sentido de desenvolver projetos de usos múltiplos e impedir o processo de eutrofização, constituindo em uma ferramenta de suporte na gestão de bacias hidrográficas.

Conforme Esteves (1998), a Eutrofização é o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos, ocasionando o excessivo crescimento de macrófitas aquáticas e/ou algas. Pode ocorrer naturalmente, através de um processo lento e contínuo de aporte de nutrientes trazidos pela água das chuvas, e corresponde ao “envelhecimento natural” do corpo d'água, e também artificialmente, quando a eutrofização é induzida através de ações antrópicas, como lançamento de efluentes e atividades agrícolas, as quais resultam no “envelhecimento precoce” do corpo d'água.

As concentrações saudáveis de fósforo e nitrogênio são mantidas através dos ciclos naturais que ocorrem na natureza, porém algumas atividades humanas estão atuando como fonte incremental destes nutrientes nos ecossistemas aquáticos, contribuindo para o excesso, o que já constitui um problema, pois propicia condições para o processo de eutrofização artificial do corpo d'água. Braga (1998) expõe que as principais fontes artificiais dos nutrientes nitrogênio e fósforo são: decomposição de matéria orgânica, esgotos domésticos e industriais, fertilizantes químicos e detergentes.

O processo de eutrofização tem como consequência uma progressiva degradação da qualidade da água, onde o ecossistema aquático passa de oligotrófico, condição mais amena, para eutrófico ou hipereutrófico, estágio mais avançado de eutrofização.

Segundo Sperling (2005), o nível de eutrofização de um lago ou represa geralmente está relacionado ao uso e ocupação do solo predominante na bacia hidrográfica. E quando o uso é a ocupação urbana, o corpo d'água está sujeito a receber um grande aporte de nutrientes, oriundos da drenagem urbana e lançamentos de esgoto, o que acarreta em conseqüências negativas para o corpo d'água. Os principais problemas relacionados com o processo de eutrofização são: mortandade de peixes; eventuais condições anaeróbias no fundo do corpo d'água e no corpo d'água como um todo; problemas estéticos e recreacionais; maior dificuldade e elevação nos custos de tratamento da água; problemas com o abastecimento de água industrial; toxicidade das algas; modificações na qualidade e quantidade de peixes de valor comercial; redução na navegação e capacidade de transporte; e desaparecimento gradual do lago.

Segundo Coelho (2007), a eutrofização de um ambiente aquático é diagnosticado através da sua classificação em níveis de estado trófico. Essa abordagem de classificação tipológica consiste em, de acordo com as suas características químicas e biológicas, conferir a um corpo d'água uma categoria de estado trófico.

Além disso, Toledo et al (1983) diz que em geral, é aceito que o nível trófico de um corpo d'água pode ser inferido das suas concentrações de clorofila a (utilizadas como medidas da biomassa de algas presentes), da transparência da água e das concentrações de nutrientes e oxigênio dissolvido. Porém, alguns autores estabeleceram modelos simplificados para o cálculo do índice de estado trófico (IET), que geralmente adotam três variáveis: clorofila a, transparência (Disco de Secchi) e fósforo total.

De acordo com Bicudo (2006), os Índices de Estado Trófico apresentam um caráter sintético, e são usados em estratégias de manejo, pois permitem simplificar fenômenos complexos, ou seja, uma série de variáveis se reduz a um índice, uma única dimensão. Assim têm-se que os IETs representam a média das principais expressões físicas, químicas e biológicas do conceito de estado trófico, sendo a transparência da água a variável física, clorofila a a variável biológica e a concentração de fósforo total a variável química.

O presente estudo foi realizado em um reservatório, que por ser um ambiente lântico (água parada, sem correnteza), é mais passível ao processo de eutrofização do que ambientes lóticos (água com correnteza). O trabalho analisa a eutrofização em reservatórios, processo que está cada vez mais frequente, no Brasil e no mundo, como reflexo, principalmente, das ações antrópicas modificadoras do ambiente natural.

Os objetivos deste trabalho são caracterizar a qualidade da água e estimar o estado trófico do reservatório "Lago do Amor", no período de Agosto de 2008 a Julho de 2009. Classificar o corpo d'água, com os parâmetros analisados, de acordo com a Resolução do CONAMA, nº 357/2005.

Analisar e relacionar parâmetros importantes no processo de eutrofização de ecossistemas lacustres, para com isto entender a dinâmica dos reservatórios quando sujeitos a contaminação e passíveis ao processo de eutrofização.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

Conforme PLANURB (1997), o reservatório “Lago do Amor” está localizado no Câmpus da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, na zona urbana da cidade de Campo Grande, e se forma no ponto de confluência de dois córregos, o Bandeira e o Cabaça, os quais drenam áreas altamente urbanizadas (Figura 1). Tais córregos formam a bacia do Bandeira, que faz parte da Bacia do Rio Paraná e apresenta uma área de aproximadamente dezenove quilômetros quadrados. O lago apresenta uma área de onze hectares, tempo de residência hidráulica de dois meses e profundidade média de dois metros.

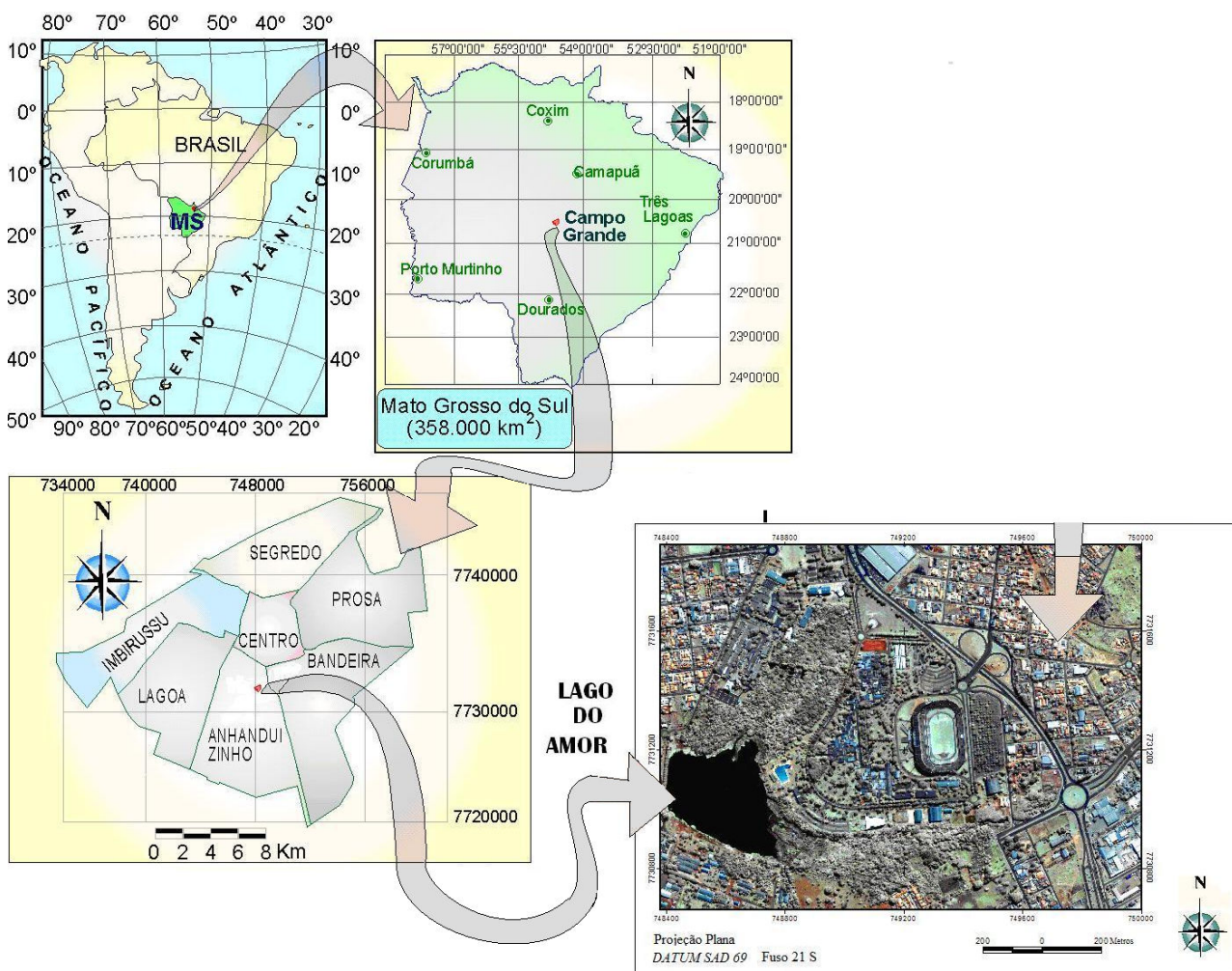


Figura 1- Localização do Reservatório “Lago do Amor”

O clima de Campo Grande situa-se entre a classificação de mesotérmico úmido sem estiagem, em que a temperatura do mês mais quente é superior a 22°C, tendo o mês mais seco cerca de 30 mm de chuvas e a classificação de tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno, conforme dados da PLANURB (2005).

Segundo Branco (1986), os lagos podem ser classificados de acordo com suas características térmicas em: Tropicais, Subtropicais, Temperados, Subpolares e Polares, e de acordo com a existência de estratificação, em função de sua profundidade em: Primeira, Segunda e Terceira Ordem. Assim, o “Lago do Amor” pode ser classificado como um lago tropical, pois as temperaturas apresentam-se sempre elevadas, entre 20° e 30° C, com pequenas variações, e pequeno gradiente térmico (variação da temperatura da água com a profundidade), e de terceira ordem, pois não é estratificado e apresenta pequena profundidade (inferior a 8 metros).

2.2 Coleta de dados e amostras

A obtenção dos dados para a caracterização da qualidade da água e estimativa do estado trófico do reservatório “Lago do Amor” foi feita através da coleta e análise de amostras de água, realizadas com frequência mensal, no período de Agosto de 2008 a Julho de 2009. As coletas foram realizadas sempre no período da manhã, entre 8:00 e 9:00 horas, e o ponto de coleta se localiza próximo ao sumidouro da represa, em um pier (figura 2).



Figura 2 - Localização do Ponto de amostragem no Reservatório “Lago do Amor” (Campo Grande, MS).

As amostras de água são compostas, coletadas na região limnética do reservatório, e as coletas foram realizadas com uma garrafa Van Dorn, de 2 litros, nas profundidades de 30% e 60% da superfície, misturadas e homogeneizadas antes de encher os frascos de coleta. As amostras para os

parâmetros de Oxigênio Dissolvido e pH, possuem um dispositivo próprio, feito à base de cano de pvc, que permite a coleta na profundidade desejada. Para OD coleta-se as amostras com um Winckler acoplado ao dispositivo, na superfície, a 0,5 metros e a 1 metro de profundidade, e para pH, com um frasco plástico específico, na superfície e no fundo.

Em campo foram obtidos os valores de condutividade, temperatura ambiente, temperatura da água e transparência de Secchi, e no Laboratório de Qualidade Ambiental (LAQUA), foram realizadas as análises laboratoriais. Os parâmetros analisados constam na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros e técnicas analíticas utilizadas.

PARÂMETROS	TÉCNICA ANALÍTICA	UNIDADE
Temperatura ambiente/água	Termistor/Condutivímetro Yellow Springs	°C
pH	Potenciométrico	
Oxigênio dissolvido	Winkler, Azida modificada (laboratório)	mg.L ⁻¹
Condutividade	Condutivímetro Yellow Springs - model 33	µmhos.cm ⁻¹
Turbidez	Turbidímetro (método nefelométrico)	UNT
Transparência de Secchi	Disco de Secchi	cm
DBO _{5,20}	Azida modificada	mg.L ⁻¹
Sólidos em suspensão totais, fixos e voláteis	Filtragem com filtros GF/F	mg.L ⁻¹
Nitrogênio total	Método Hach com digestão com Persulfato (TNT Persulfate Digestion Method - Hach)	mg N.L ⁻¹
Amônia	Método Hach Nessler	mg NH ₃ .L ⁻¹
Fósforo total	Espectrofotométrico (Cloreto estanhoso) c/ pré-digestão	mg P.L ⁻¹
Clorofila a	Espectrofotométrico, com extração usando etanol 80% a quente e posterior choque térmico (Nusch, 1980)	µg/L

2.3 Classificação do reservatório

A classificação do reservatório “Lago do Amor”, de acordo com a Resolução do CONAMA nº 357/2005, foi realizada somente a partir dos parâmetros analisados no estudo, constituindo em uma proposta de estimativa, de modo a aproveitar os dados já obtidos e ter uma noção da classe em que o corpo d’água está inserido. A classificação foi feita de acordo com cada parâmetro, e em diferentes épocas do ano, possibilitando a verificação se o lago muda de classe ao longo do tempo.

2.4 Índices de estado trófico

Para mensurar o nível de trofia em que se encontra o lago, em questão, foi utilizado um Índice de Estado Trófico (IET), que contempla alguns parâmetros como primordiais no processo de eutrofização. O modelo utilizado foi o IET de Carlson (1977), modificado por Toledo et al. (1983) e por Toledo (1990), que é composto por índices para fósforo total – IET(P), para clorofila *a* – IET (CL) e para transparência de Secchi – IET (S), conforme as equações:

$$\text{IET (CL)} = 10 \{6 - [2,04 - 0,695 \ln \text{CL} / \ln 2]\} \quad (1)$$

$$\text{IET (P)} = 10 \{6 - [\ln(80,32 / \text{P}) / \ln 2]\} \quad (2)$$

$$\text{IET (S)} = 10 \{6 - [0,64 + \ln \text{S} / \ln 2]\} \quad (3)$$

Onde: CL: Concentração de clorofila *a*, em µg/L.

P: Concentração de fósforo total, em µg/L.

S: Transparência de Secchi, em m.

Os índices, depois de calculados, podem ser analisados separadamente ou em conjunto, através de sua média aritmética. As classificações foram feitas de acordo com o IET de cada parâmetro e com o IET médio. Nas datas onde algum parâmetro está ausente, realizou-se a média somente entre os parâmetros presentes.

Tabela 2 - Classificação do nível trófico, segundo Toledo (1990, citado por Lamparelli, 2004)

Classes de Trofia	Critério
Ultraoligotrófico	IET ≤ 24
Oligotrófico	24 < IET ≤ 44
Mesotrófico	44 < IET ≤ 54
Eutrófico	54 < IET ≤ 74
Hipereutrófico	IET > 74

3 Resultados e Discussão

Os dados obtidos em campo e os resultados das análises estão apresentados abaixo em tabelas e gráficos de forma a facilitar a visualização das características físico-químicas da água e a interpretação dos fenômenos que estão acontecendo no reservatório. Alguns valores estão ausentes

na tabela ou nos gráficos, devido à problemas técnicos, como indisponibilidade do Disco de Secchi e falta de pilhas no condutivímetro nos dias das coletas e problemas durante as análises.

3.1 Caracterização da qualidade da água

As temperaturas do ar e da água tiveram uma relação positiva, sendo que na maior parte do período estudado a temperatura da água foi menor que a do ar (Figura 3), o que era de se esperar pois as coletas foram realizadas sempre no período da manhã, entre 8 e 9 horas, horário em que o sol já esquentou o ar, mas ainda não esquentou a água igualmente. Em duas coletas a temperatura da água foi menor que a do ar, devido à queda brusca da temperatura ambiente, fato que não ocorre com a temperatura da água.

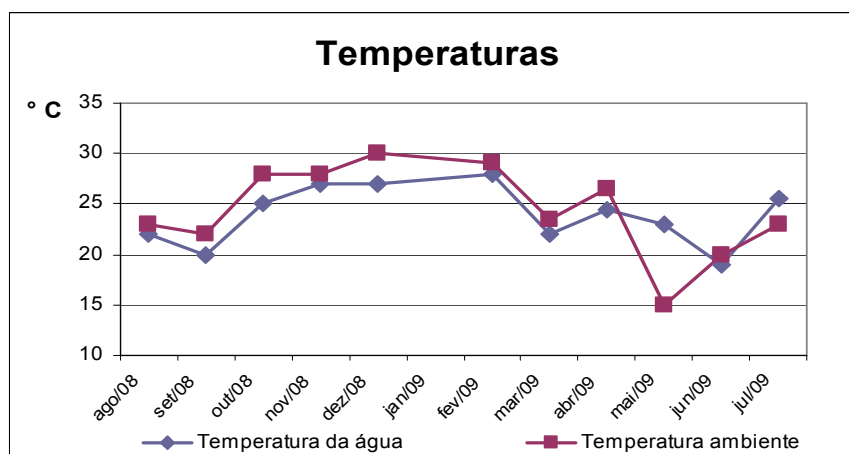


Figura 3: Variações nas temperaturas do ar e da água do reservatório.

Os valores de condutividade variaram significativamente durante o estudo (Figura 4), o que pode estar relacionado às variações na qualidade da água. Esteves (1998), discute sobre a importância deste parâmetro na Limnologia e declara que em regiões tropicais os valores de condutividade estão relacionados com as características geoquímicas da região e com as condições climáticas, mas que deve-se levar em consideração a influência antrópica sobre o corpo d'água, pois esta também atua na variação da condutividade.

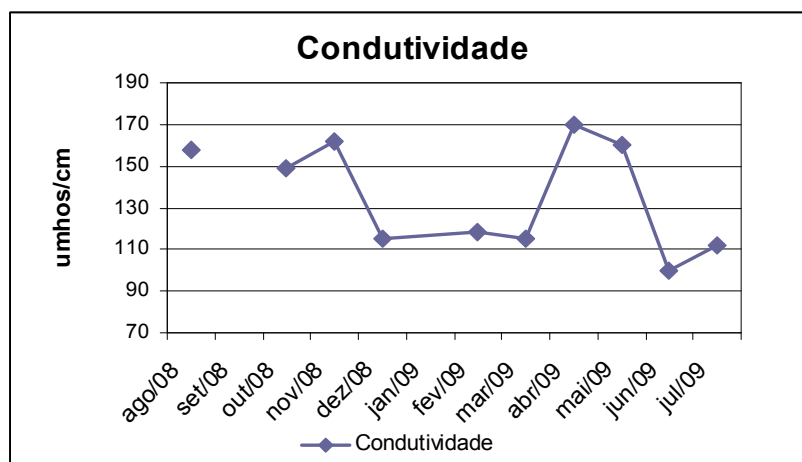


Figura 4 - Variação da Condutividade na coluna d'água do reservatório

Os parâmetros turbidez e transparência de Secchi se mostraram inversamente proporcionais (Figura 5), visto que, quando observa-se uma elevada turbidez, tem-se um baixa transparência, fenômeno que acentua-se em datas com eventos de precipitação ou ventos fortes. Tundisi et al. (2004) demonstram que em situações de ventos com grandes velocidades há a circulação na coluna d'água, ressuspensando partículas e sedimentos, aumentando a turbidez e diminuindo a transparência da água.

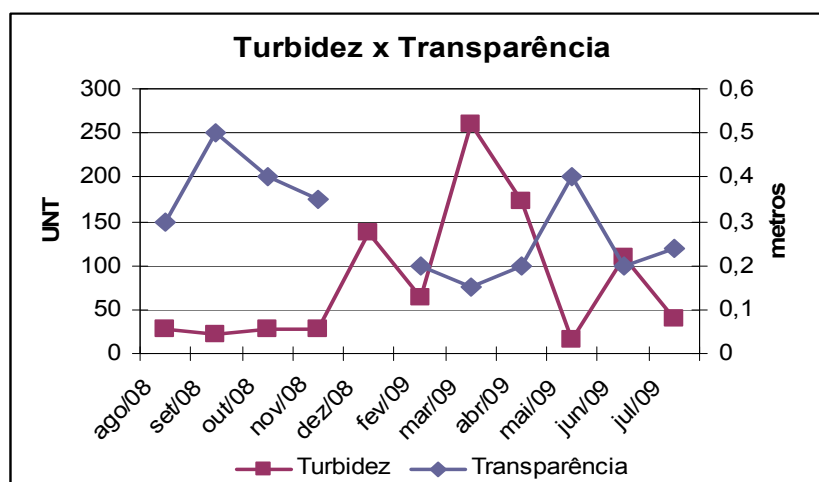


Figura 5 - Variações da Turbidez e Transparência de Secchi na coluna d'água do reservatório.

Houve uma variação significativa na concentração de clorofila a ao longo do período analisado (Figura 6), mas pode-se observar que a mesma se manteve com valores altos em parte do período, o que pode estar relacionado ao “bloom” de algas presenciado durante o estudo.

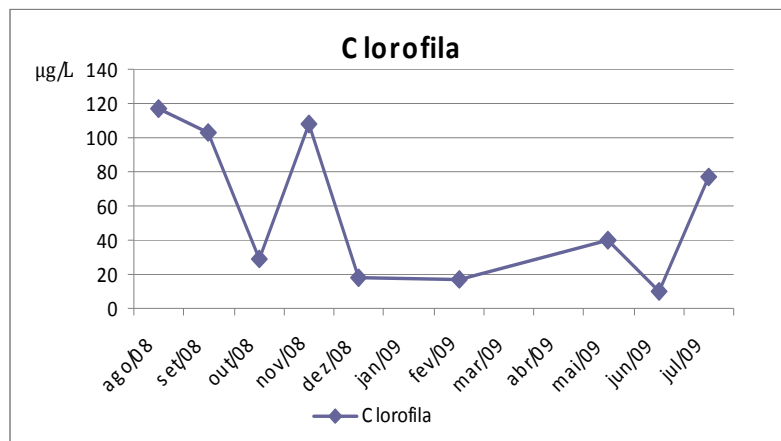


Figura 6 - Variação na concentração de clorofila a na coluna d'água do reservatório.

A clorofila exerceu influência sobre o pH, o que pode ser demonstrado através da relação positiva observada (Figuras 7). Esteves (1998) concluiu sobre os efeitos que os organismos fitoplanctônicos exercem sobre o pH. Com a diminuição das algas, diminuiu-se a fotossíntese e conseqüentemente a absorção do gás carbônico, deixando este mais abundante no meio. O gás carbônico reage formando ácido carbônico (H_2CO_3), tornando o meio mais ácido e diminuindo o pH.

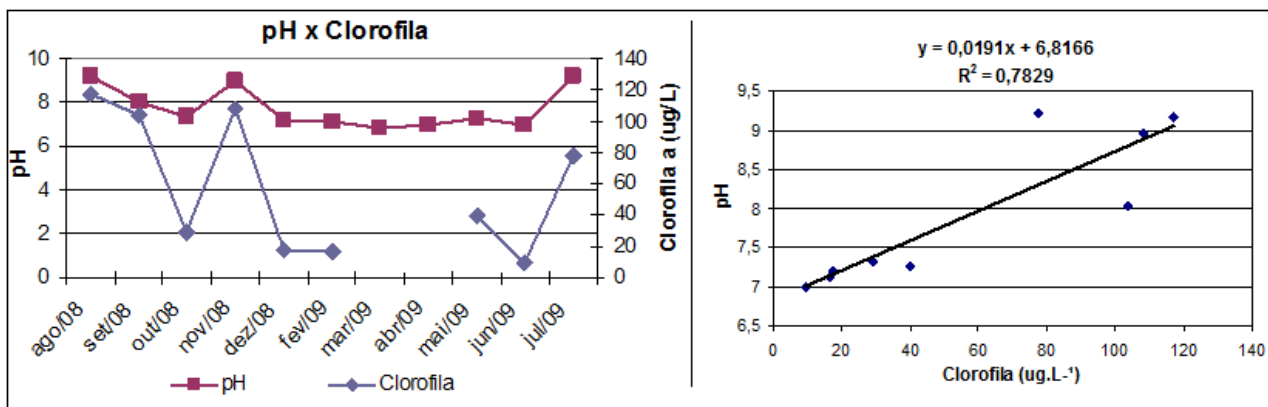


Figura 7 – Correlações entre pH e Clorofila a.

A concentração de clorofila a, manteve uma relação direta com a concentração de oxigênio dissolvido (Figura 8), o que pode ser explicado devido à ação fotossintética das algas, pois valores altos de clorofila significa grande quantidade de algas, que através da fotossíntese adicionam oxigênio à água. Em alguns meses, as concentrações de clorofila a e oxigênio dissolvido mostraram-se baixas, o que pode ser explicado pela morte de grande parte das algas, que resultaram no aumento de matéria orgânica, contribuindo para a atividade bacteriana de decomposição, e assim reduzindo o oxigênio dissolvido na coluna d'água.

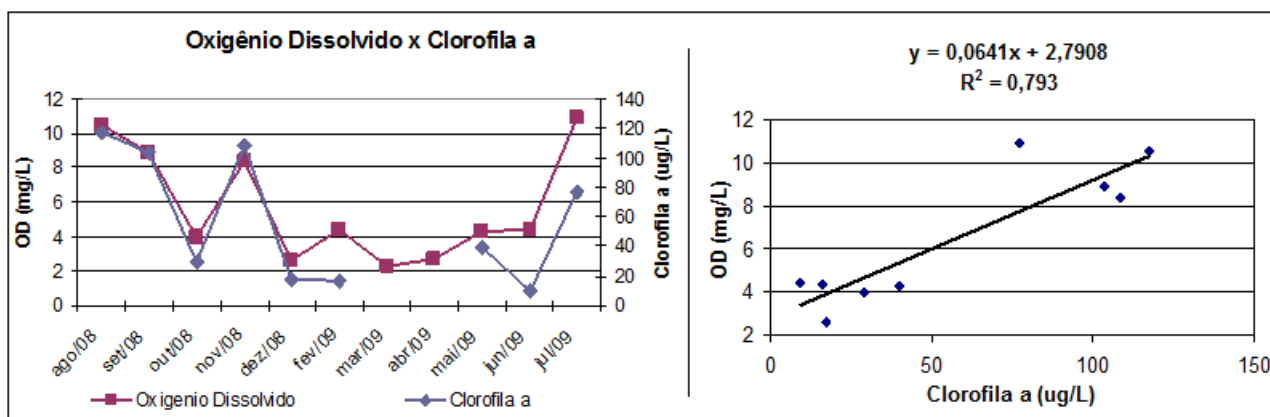


Figura 8 – Correlação entre OD e clorofila a.

Porém, estas reduções de clorofila e oxigênio também podem estar relacionadas às chuvas ocorridas neste período, que tem como consequências a turbulência na água do reservatório, que causa a ressuspensão de partículas e sedimentos na coluna d’água, e um grande aporte de sólidos, trazidos pela drenagem urbana, pois o aumento dos sólidos, aumenta a turbidez reduzindo a zona fótica do lago, reduzindo as algas, a atividade fotossintética das mesmas e o oxigênio produzido.

As concentrações da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e de sólidos suspensos voláteis (SSV) se mostraram ligadas (Figura 9), o que sugere que a fração volátil dos sólidos suspensos é correspondente à matéria orgânica em suspensão presente na coluna d’água. Se a água fosse utilizada para abastecimento público, uma maneira de reduzir a DBO, seria diminuir a concentração dos sólidos suspensos. Branco (1986) declara que a DBO é um teste quantitativo de grande importância para determinar as condições de poluição de um corpo d’água, e constitui um parâmetro fundamental em estudos que tenham como objetivo a preservação das condições ecológicas de ecossistemas aquáticos e a proteção de sua fauna e flora, mas não pode ser considerado um índice de contaminação a ponto de impedir a utilização da água para abastecimento público.

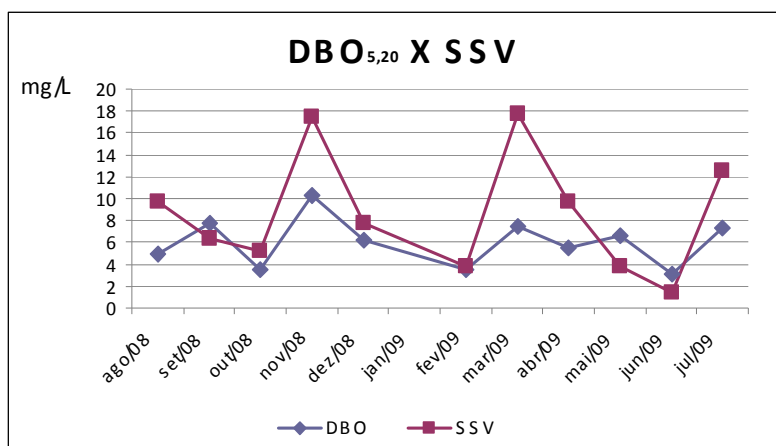


Figura 9 - Variação mensal de DBO e Sólidos Suspensos Voláteis na coluna d’água do reservatório.

Altas concentrações de fósforo e nitrogênio total e amônia foram observadas durante o período de estudo (Figura 10), o que pode explicar o “bloom” de algas mencionado anteriormente, pois segundo Esteves (1998), o aumento das concentrações de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, estimulam o crescimento excessivo de algas que caracterizam o processo de eutrofização.

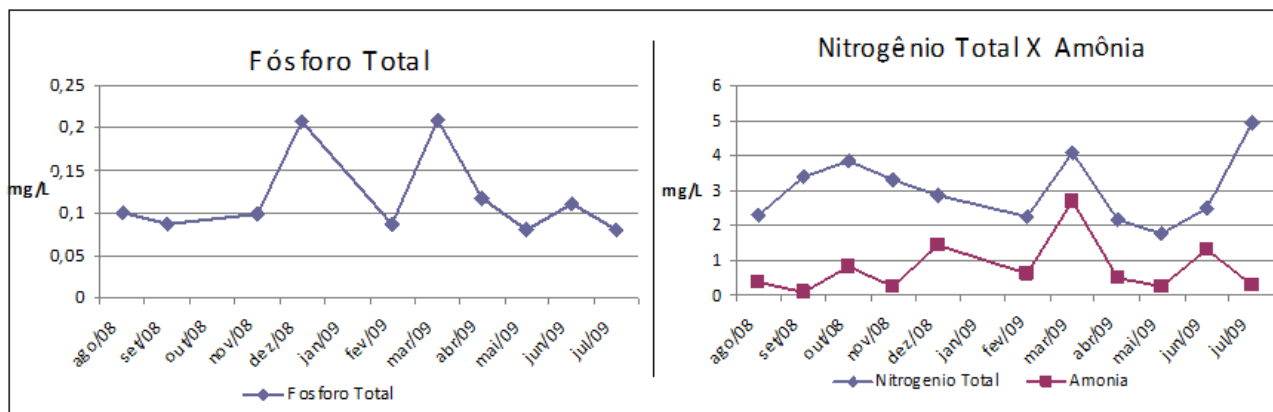


Figura 10 - Variação da concentração de fósforo total na coluna d’água do reservatório.

Segundo Branco (1986), pequenas quantidades de fósforo são encontradas, geralmente, em águas naturais, e altas concentrações deste nutriente é consequência de despejos domésticos e industriais, contendo certos tipos de detergentes de utilização cada vez mais crescente.

As variações nas concentrações de nitrogênio total e amônia se mostraram proporcionais, na maior parte do período do estudo, indicando significativa participação da amônia na concentração do nitrogênio total. A presença de amônia pode ser devido à possível existência de reações anaeróbias no fundo do lago, e contaminação proveniente dos córregos afluentes.

Ainda conforme Branco (1986), nas águas naturais, geralmente, encontra-se nitrogênio na forma de nitrato, composto nitrogenado no estado mais oxidado. A presença de compostos menos oxidados, como nitritos e amônia, indica a existência de poluição recente, pois essas substâncias são oxidadas rapidamente na água, sob a ação das bactérias nitrificantes.

3.2 Classificação do reservatório

A classificação de acordo com a Resolução do CONAMA nº 357/2005, tem como objetivo despertar uma análise sobre a significância dos parâmetros envolvidos na classificação das águas. Alguns parâmetros não apresentam padrões limitantes, que de fato são decisivos para qualificar a água, e outros podem ser tendenciosos por consequência de reações ocorridas no corpo d’água e/ou no ambiente.

Em todas as datas de coletas as classificações, de acordo com cada parâmetro, foram diferentes, demonstrando a necessidade de ponderação nos parâmetros para uma classificação representativa. Foi realizada uma classificação final, utilizando alguns parâmetros como referência, quase sempre classificando o reservatório na pior classe apresentada por tais parâmetros, considerados significativos.

O parâmetro pH, de acordo com a Resolução Conama 357, se estiver entre 6 e 9, o corpo d'água pode ser classificado em classe 1, 2 ou 3, ou seja, não exerce uma função de classificação, até porque estes valores encontram-se na faixa do pH neutro, faixa mais comum nas águas. No entanto, tal parâmetro é decisivo na identificação de casos de contaminação por produtos ácidos ou básicos, que resultam em uma ascensão ou queda anormal de pH, e causam consequências negativas para o corpo d'água. Já a turbidez e a cor, não se mostraram taxativas, classificando o lago positivamente na maior parte do período. Apenas em algumas datas classificaram como classe 4, provavelmente devido a episódios de elevada precipitação.

Tabela 3: Enquadramento do reservatório em classes de uso

Datas	DBO (mg/L)	OD (mg/L)	Cor (mg Pt/L)	Turbidez (UNT)	pH	Fósforo Total (mg/L)	Clorofila (µg/L)	Classificação Final
6/8/2008	5	10,5	5	27,6	9,17	0,1	117,2	Classe 4
	Classe 2	Classe 1	Classe 2	Classe 1	Classe 4	Classe 4	Classe 4	
25/9/2008	7,8	8,9	0	22,8	8,03	0,086	103,378	Classe 4
	Classe 3	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 4	Classe 4	
22/10/2008	3,5	4	5	28,5	7,32	---	29,304	Classe 3
	Classe 2	Classe 3	Classe 2	Classe 1	Classe 1		Classe 2	
14/11/2008	10,3	8,4	5	28,1	8,95	0,099	108,247	Classe 4
	Classe 4	Classe 1	Classe 2	Classe 1	Classe 1	Classe 4	Classe 4	
12/12/2008	6,1	2,6	20	137,5	7,2	0,208	17,51	Classe 4
	Classe 3	Classe 4	Classe 2	Classe 4	Classe 1	Classe 4	Classe 2	
6/2/2009	3,5	4,4	5	64,2	7,12	0,086	16,516	Classe 3*
	Classe 2	Classe 3	Classe 2	Classe 2	Classe 1	Classe 4	Classe 2	
13/3/2009	7,5	2,3	60	260	6,85	0,209	---	Classe 4
	Classe 3	Classe 4	Classe 2	Classe 4	Classe 1	Classe 4		
24/4/2009	5,5	2,7	20	173	7	0,117	---	Classe 4
	Classe 3	Classe 4	Classe 2	Classe 4	Classe 1	Classe 4		
15/5/2009	6,6	4,3	0	16,3	7,26	0,08	39,8	Classe 3*
	Classe 3	Classe 3	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 4	Classe 3	
16/06/09	3,2	4,4	10	110	6,99	0,11	9,6475	Classe 4
	Classe 2	Classe 3	Classe 2	Classe 4	Classe 1	Classe 4	Classe 1	
17/7/2009	7,4	10,9	0	40,6	9,21	0,08	77,275	Classe 4
	Classe 3	Classe 1	Classe 1	Classe 2	Classe 1	Classe 4	Classe 4	

Os parâmetros que se mostraram mais significantes e representativos neste trabalho, foram: DBO, OD, Fósforo Total e Clorofila, pois apresentam limitações mais severas para o enquadramento das águas, e suas concentrações são fundamentais na determinação da qualidade da água.

A DBO é uma medida indireta da poluição por matéria orgânica, e resulta na diminuição do oxigênio na água, trazendo algumas consequências para o corpo d'água. De acordo com os valores de DBO obtidos, o lago foi classificado na maioria das datas em classe 3, passando duas vezes pela classe 2 e uma vez pela classe 4.

O Oxigênio Dissolvido é um parâmetro de extrema relevância na classificação das águas, pois sua ausência representa uma limitação de grande parte da vida aquática e sua concentração em níveis médios indica boa qualidade da água.

Os valores de OD variaram bastante ao longo das datas, assim como a classificação do lago, segundo este parâmetro. Na maior parte do período, o lago foi classificado como classe 2 e 3, em algumas datas como classe 1, e em outras como 4. Os altos valores de oxigênio dissolvido, responsáveis por colocar o lago na classe 1, são resultados da atividade fotossintética do grande número de algas presentes no reservatório, fato que pode ser comprovado pelos altos valores de clorofila a encontrados nas mesmas datas, e esse crescimento exagerado de algas é um indicativo da eutrofização do corpo d'água. Portanto, em tais datas, de acordo com o OD, o lago foi classificado como classe 1, e de acordo com a concentração de clorofila a, como classe 4, prevalendo, neste caso, a pior classificação, pois indica um processo de degradação da qualidade da água do reservatório.

Altas concentrações de fósforo total, classificaram o lago, em todo o período, como classe 4, indicando que a qualidade da água não está boa, pois propicia condições para o processo de eutrofização. E como resposta a este estímulo, em algumas datas, as concentrações de clorofila a foram muito altas, classificando o lago como classe 4, também.

3.3 Classificação dos níveis de estado trófico

De acordo com CETESB (2006), através da utilização de um Índice de Estado Trófico, observa-se que o índice médio regula, de forma satisfatória, a causa e o efeito do processo. Os resultados do parâmetro fósforo total, IET (PT), podem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, pois este nutriente atua como o agente causador do processo, e os resultados da clorofila a, IET (CL), podem ser considerados como uma medida da resposta do ambiente aquático ao processo de eutrofização, pois indicam o nível de crescimento de algas.

Em algumas datas pode-se observar que houve diferenças na classificação, segundo cada parâmetro em particular (Tabela 4 e Figura 11). Por exemplo, no mês de fevereiro, a classificação através da transparência é hipereutrófica, através do fósforo total e clorofila *a*, foi eutrófica, e do índice médio, eutrófica também. Isto demonstra que determinado parâmetro pode influenciar na classificação, tendendo a piorá-la em alguns casos, e por isso se faz a média dos índices. Toledo et al. (1983) e Lamparelli (2004) declaram que um problema na utilização do IET de transparência da água - IET(S), é a influência da turbidez inorgânica, causada por sedimentos inorgânicos em suspensão, em períodos de alta precipitação.

Tabela 4: Classificação do nível de estado trófico do lago, por cada parâmetro e pela média entre eles.

Datas	IET (CL)	IET (P)	IET (S)	IET médio
6/8/2008	87,37 (Hipereutrófico)	63,16 (Eutrófico)	70,96 (Eutrófico)	73,83 (Eutrófico)
25/9/2008	86,11 (Hipereutrófico)	60,81 (Eutrófico)	63,6 (Eutrófico)	70,17 (Eutrófico)
22/10/2008	73,47 (Eutrófico)	---	66,82 (Eutrófico)	70,14 (Eutrófico)
14/11/2008	86,57 (Hipereutrófico)	62,72 (Eutrófico)	68,74 (Eutrófico)	72,76 (Eutrófico)
12/12/2008	68,3 (Eutrófico)	73,44 (Eutrófico)	---	70,87 (Eutrófico)
6/2/2009	69,95 (Eutrófico)	60,64 (Eutrófico)	76,82 (Hipereutrófico)	69,13 (Eutrófico)
13/3/2009	---	73,8 (Eutrófico)	80,96 (Hipereutrófico)	77,4 (Hipereutrófico)
24/4/2009	---	65,43 (Eutrófico)	76,81 (Hipereutrófico)	71,12 (Eutrófico)
15/5/2009	67,52 (Eutrófico)	59,94 (Eutrófico)	66,82 (Eutrófico)	64,76 (Eutrófico)
16/06/09	53,3 (Mesotrófico)	64,53 (Eutrófico)	76,81 (Hipereutrófico)	64,9 (Eutrófico)
17/7/2009	74,16 (Hipereutrófico)	59,94 (Eutrófico)	74,19 (Hipereutrófico)	71,1 (Eutrófico)

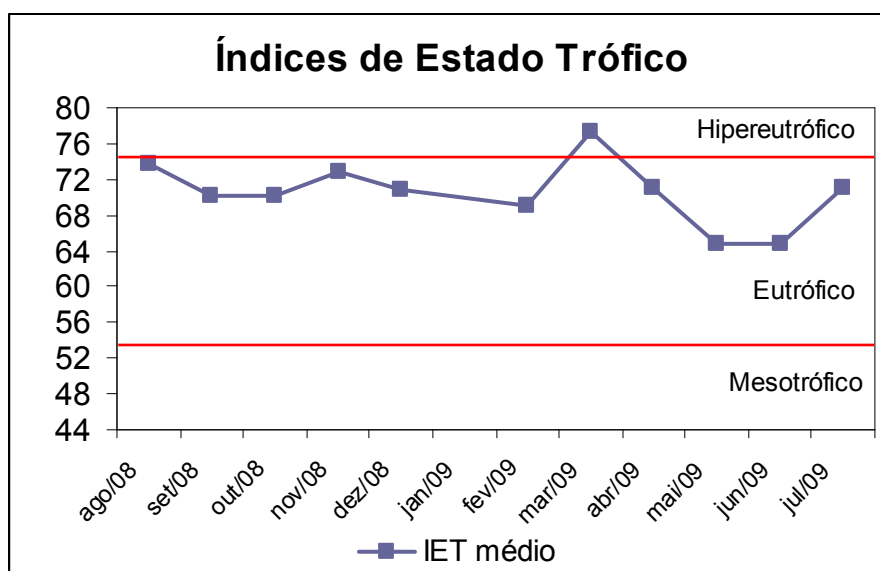


Figura 14: Classificação dos níveis de estado trófico do reservatório

4. CONCLUSÕES

Através da interpretação dos dados em gráficos, e dos cálculos do modelo simplificado de índices de estado trófico, pode-se afirmar que o lago está recebendo grande aporte de nutrientes, e poluição por matéria orgânica, que podem ser provenientes dos córregos afluentes, através de poluição difusa ou pontual, e/ou da drenagem urbana.

O reservatório, segundo a classificação proposta, foi classificado predominantemente como classe 4, e em parte do período como classe 3. De acordo com a Resolução CONAMA n° 357, as águas de classe 3, podem ser destinadas ao abastecimento público, após tratamento convencional ou avançado, à irrigação de culturas arbóreas, cerealistas e forrageiras, à pesca amadora, à recreação de contato secundário e à dessedentação de animais; e os corpos d'água, de classe 4, só podem ser destinados à navegação e à harmonia paisagística. Dessa forma, observa-se que o lago enquadrrou-se principalmente como classe 4, e sua água pode ser destinada somente aos usos descritos na resolução citada, para tal classe.

A classificação quanto ao nível de estado trófico, foi predominantemente como eutrófico, passando também pela classificação mesotrófico em uma data, e hipereutrófico em algumas datas.

O presente estudo conclui que o reservatório “Lago do Amor” encontra-se constantemente eutrofizado, e em degradação, e que esta condição reflete as características da bacia hidrográfica em que o mesmo está inserido. Então, este tipo de estudo pode ser uma ferramenta para fomentar investimentos de políticas públicas na recuperação de bacias hidrográficas e corpos d'água, para com isto, preservar o meio ambiente e a saúde da população.

BIBLIOGRAFIA

APHA; AWWA; WEF. (2005). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington American Public Health Association. 21 th ed.

BRAGA, B.; ROCHA, O.; TUNDISI, J.G. (1998). *Reservoir management in South America*. Water Resources Development. 14: 141-155.

BRANCO, S.M. (1986). *Hidrobiologia aplicada à Engenharia Ambiental*. CETESB/ASCETESB. São Paulo.3. ed.

CARLSON, R.E. (1977). *A trophic state index for lakes*. *Limnol. Oceanogr.* n. 22, p. 361-369.

CETESB (2006). *Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo*. Anexo V: Índices de qualidade das águas - Série Relatórios. São Paulo.

CONAMA (2005) *Resolução n° 357*. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente.

ESTEVES, F.A. (1998). *Fundamentos de limnologia*. Interciência 2. ed. Rio de Janeiro. 602p.

LAMPARELLI, M. C. (2004). *Grau de trofia em corpos d'água do Estado do São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento*. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Ecologia.

NUSCH, E. A. (1980). *Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination*. *Arch. Hydrobiologie*, 1980. n. 14, p. 14-36.

PLANURB – Instituto Municipal de Planejamento Urbano e Meio Ambiente (1997). *Carta de Drenagem de Campo Grande – MS*. Campo Grande.

PLANURB – Instituto Municipal de Planejamento Urbano e Meio Ambiente (2005). *Perfil socioeconômico de Campo Grande - MS*. 12° ed. Campo Grande, 2005.

REBOUÇAS, A. C. (2003). *Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez*. Bahia *Análise & Dados*. Vol. 13, n° especial. 341-345p.

RIVERA, E.A.C. (2003). *Modelo Sistêmico para compreender o processo de eutrofização em um reservatório de água*. Campinas. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas.

SANTOS, I. dos; FILL, H. D.; SUGAI, M.R.V.B; BUBA, H.; KISHI, R. T.; LAUTERT, L. F. (2001). *Hidrometria Aplicada*. LACTEC- Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. Curitiba, 372p.

COELHO, L.S. (2007). *Estudo da eutrofização e da qualidade da água do reservatório “Lago do Amor” (Campo Grande, MS)*. Campo Grande. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

SPERLING, M. von. (2005). *Introdução à qualidade da água e ao tratamento de esgotos*. Vol. 1, DESA, UFMG. 442p.

TOLEDO JR., A.P. *et al.* (1983). *A aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais*. CETESB, 12º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Santa Catarina. 22 -34p.

TOLEDO JR., A. P. (1990). *Informe preliminar sobre os estudos para a obtenção de um índice para a avaliação do estado trófico de regiões quentes tropicais*. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. (Relatório Interno CETESB). São Paulo, 12 p. + 32 figs

TUCCI, C.E.M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O.M.C. (2000). *Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a “visão mundial da água”*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol. 5, n° 3. 31-43p.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ARANTES JR., J.D.; MANZINI, N.F.; DUCROT, R. (2004). *The response of Carlos Botelho (Lobo, Broa) reservoir to the passag of cold fronts as reflected by physical, chemical, and biological variables*. Brazilian Journal of Biology . São Paulo, 177-186p.