

GERENCIAMENTO AMBIENTAL PARA O JARDIM BOTÂNICO da Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus Juiz de Fora - MG

*Gustavo Pereira Mesquita¹; Felipe Souza Freitas²; Paula de Oliveira Ribeiro³; Laís Cristina Barbosa Costa⁴; Renata de Oliveira Pereira⁵; Marconi Fonseca de Moraes*⁶*

RESUMO – Com o crescimento populacional acentuado no último século e conseqüente aumento do uso e contaminação dos recursos hídricos, demanda-se cada vez mais a necessidade por esse recurso, visando qualidade e quantidade referentes aos seus usos múltiplos. É nesse âmbito que este estudo realizado no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora/MG teve como objetivo principal realizar análises qualitativas e quantitativas dos recursos hídricos deste local. Os parâmetros monitorados durante a pesquisa foram: vazão, temperatura, pH, turbidez, cor, condutividade, oxigênio dissolvido e a demanda bioquímica de oxigênio. Apesar de não se ter observado fonte de poluição antrópica durante o período de monitoramento, ao comparar os resultados com o padrão do grupo das águas doces de classe 1 estabelecido pelo CONAMA 357/05, conclui-se que alguns parâmetros não atendem todas as exigências.

Palavras-chaves: recursos hídricos; qualidade da água; quantidade de água.

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT FOR BOTANICAL GARDEN – UFJF

ABSTRACT – With the accentuated population growth in the last century and consequently higher use and contamination of the water sources, demands a growing need for this resource, aiming quality and quantity for its multiple uses. Is in this context, that this study realized in the Botanical Garden of Federal University of Juiz de Fora/MG had as the principal goal doing qualitative and quantitative analysis of the water resources in the Botanical Garden. The parameters monitored during the research were: the water output, the temperature, pH, turbidity, color, conductivity, dissolved oxygen and the biochemical demand of oxygen. Although had not been observed any source of anthropic pollution during period monitored, when comparing the results to the standard of the class 1 freshwater group established by CONAMA357/05 it concludes that some parameters do not attend to all the requirements.

Keywords: water resources; water quality; water quantity

¹ Aluno de graduação da UFJF/JF, Faculdade Engenharia Sanitária e Ambiental – ESA – Bolsista de Iniciação Científica pela Pró-Reitoria de Pesquisa (Propesq). Email gustavo.mesquita@engenharia.ufjf.br

² Aluno de graduação da UFJF/JF, Faculdade Engenharia Sanitária e Ambiental – ESA – Bolsista de Iniciação Científica pela Pró-Reitoria de Pesquisa (Propesq). Email freitas.felipe@engenharia.ufjf.br

³ Aluna de graduação da UFJF/JF, Faculdade Engenharia Civil – Bolsista do Programa Jovens Talentos oferecido pela Capes. Email pauladeo.ribeiro@hotmail.com

⁴ Aluna de graduação da UFJF/JF, Faculdade Engenharia Civil. Bolsista do Programa Jovens Talentos oferecido pela Capes Email lais.cristina.costa@gmail.com

⁵ Professora adjunta da UFJF/JF, Faculdade Engenharia - ESA. E-mail renata.pereira@ufjf.edu.br

⁶ Professor adjunto da UFJF/JF, Faculdade Engenharia - ESA. E-mail marconi.moraes@ufjf.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da demanda por recursos hídricos, gerado pelo crescimento populacional, e consequente aumento de sua exploração para seus múltiplos usos, esta temática caracteriza-se como um importante problema da sociedade atual.

Diante deste problema, foi promulgada em 8 de Janeiro de 1997 a Lei nº 9.433 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), refletindo as recomendações da Conferência de Dublin, de 1992 (referidas na CNUMAD em 1992) e regulamentada no inciso XIX, art. 21 da Constituição Federal, que determina como competência da União instituir o SINGREH e definir os critérios de outorga de direitos de seu uso (Pereira e Medeiros, 2009).

Os Planos de Recursos Hídricos são planos a longo prazo com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos que visam a fundamentar e orientar a implementação da PNRH e o gerenciamento dos recursos hídricos (Brasil, 1997).

A aplicação dos princípios orientadores de gestão das águas deverá ordenar seu uso múltiplo, possibilitar sua preservação para as futuras gerações, minimizando ou mesmo evitando os problemas decorrentes da escassez e da poluição dos cursos de água, os quais afetam e comprometem diversos usos dos recursos hídricos (Setti *et al.*, 2000).

De acordo com Pereira e Medeiros (2009) junto com as políticas públicas para o gerenciamento de recursos hídricos, há ainda a participação popular também apontada como engrenagem para esse sistema, mas que deve ser tratada, sobretudo, como ferramenta de conciliação e mediação desses três elementos, isto é, o planejamento das políticas públicas, a formulação das leis regulamentadoras e o funcionamento das instituições devem ser submetidas a um intenso controle social.

Nesse âmbito de cooperação, para o funcionamento das políticas públicas de recursos hídricos, é de fundamental importância a participação das instituições federais de ensino no desenvolvimento dos Planos de Recursos Hídricos e na ação da outorga desses recursos. O regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água (Brasil, 1997).

Ainda no âmbito da outorga dos recursos hídricos, foi criada a resolução CONAMA 357/05 em que as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

Durante o ciclo hidrológico sabe-se que a água sofre alterações em sua qualidade em razão das inter-relações dos componentes do sistema de meio ambiente (Setti *et al.*, 2000). Tem-se assim, a necessidade de uma análise química minuciosa mesmo em áreas de vegetação parcialmente protegida verificando se seus parâmetros obedecem os pré estabelecidos pela resolução 357/05 para a determinada classe estudada.

É nesse contexto que o objetivo desse estudo foi avaliar qualitativamente e quantitativamente a água do lago que se localiza no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora/MG. O lago do Jardim Botânico da UFJF é um importante recurso hídrico da região por ser afluente à margem esquerda do Rio Paraibuna que por sua vez é afluente também a margem esquerda do Rio Paraíba do Sul.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Região de Estudo

Inicialmente analisou-se as características físicas do lago e do seu entorno para identificar quais seriam os pontos importantes para o estudo qualitativo e quantitativo da água (Figura 1A).

Observa-se a existência de um vertedor retangular de soleira espessa não nivelado, um escoamento do lago que sai próximo a parte destinada para receber a água vertida, um trampolim ligado a margem por uma ponte (ambos de concreto) e de algumas áreas não alagadas, mais próximas das margens. Desta forma determinaram-se seis pontos de coleta das amostras de água para a caracterização físico-química da água do lago (Figura 1B). Os pontos são: ponto 1 – onde há várias nascentes que abastecem o lago; ponto 2 localizado a jusante do ponto 1 de forma a representar uma seção média do lago; ponto 3 – local onde esta localizado o trampolim por ser mais afastado da margem; ponto 4 localizado na saída do lago, onde também localiza-se o vertedouro (Figura 2); ponto 5 – local em que ocorre um escoamento de água do lago que esta canalizado (Figura 4); ponto 6 – saída do lago (junção da água advinda do vertedor e a parcela da água escoada).

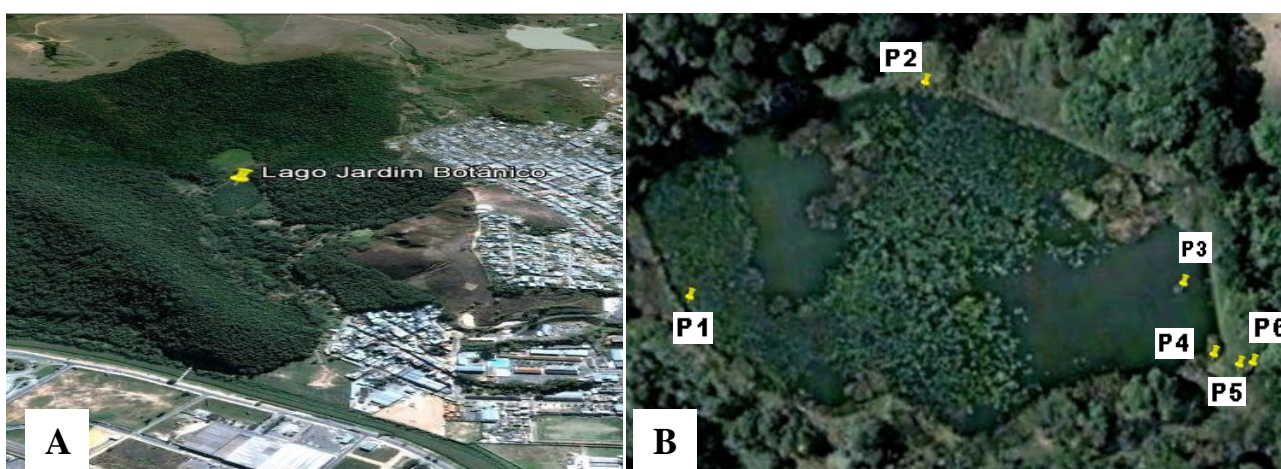


Figura 1– (A) Vista Panorâmica do Jardim Botânico/JF e da sua vizinhança. (B) Vista do lago do Jardim Botânico/JF e dos 5 pontos de amostragem.

Efetuaram-se algumas intervenções para permitir o desenvolvimento deste estudo, como o nivelamento do vertedouro, a canalização do escoamento, a instalação de uma régua linimétrica com o zero no nível do vertedouro para conhecer a altura da lâmina líquida para posterior cálculo da vazão (Figura 2), a instalação de um pluviômetro (Figura 3) na área encontrada mais próxima do centro do lago no ponto 1 (Figura 1B) e a canalização da água escoada (Figura 4).

Quantitativamente foram analisadas as vazões do vertedouro, e a vazão de um escoamento secundário, ambos direcionados para o mesmo local. Qualitativamente foram analisados a temperatura, o oxigênio dissolvido, o potencial hidrogeniônico, a cor, a turbidez, a condutividade elétrica e a demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20}).



Figura 2 - Vertedor retangular – ponto de coleta



Figura 3 – Pluviômetro.



Figura 4 – escoamento do lago.

2.2 Medição da Vazão

Durante cinco meses, realizaram-se visitas diárias de segunda a sábado, preferencialmente na parte da manhã, a fim de medir a vazão do escoamento (ponto 5), fazer a leitura do nível da régua (ponto 4) e do pluviômetro (ponto 1). A vazão do escoamento foi medida utilizando um recipiente de volume conhecido (6L) e o tempo gasto para enchê-lo era cronometrado, realizando-se 12 repetições para minimizar o erro.

De acordo com Azevedo e Alvarez (1982) para a medição da vazão proveniente do vertedouro utilizou-se a equação $Q = 1,71 \times L \times H^{2/3}$, onde L representa o comprimento do vertedouro de 1,81 metros e H a altura da lâmina líquida em metros (utilizando a régua linimétrica).

Vale ressaltar que as visitas a campo aconteceram de segunda a sábado, assim a precipitação lida na segunda-feira, era considerada a precipitação total acumulada de sábado, após a ida a campo, e de domingo, não considerando a evaporação. A vazão média do escoamento foi também a média das vazões lidas de segunda a sábado, a vazão final foi obtida pela soma da vazão no vertedouro e da vazão no cano (escoamento).

2.3 Análise dos parâmetros físico-químicos

Realizaram-se coletas de amostras de água com frequência mensal, totalizando até o momento cinco coletas (17/12/12, 07/01/13, 01/02/13, 18/03/13, 15/04/13) a fim de analisar as características físico-químicas da água do lago nos cinco pontos descritos no item 2.1. Os parâmetros monitorados foram: temperatura, pH, turbidez, cor, condutividade, oxigênio dissolvido (OD) e a demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5,20}$).

Os equipamentos utilizados para efetuar as medidas dos parâmetros físico-químicos foram: Turbidímetro Del Lab DLT WV (turbidez); ALFAKIT Microprocessado (cor); sonda multiparamétrica Hack -HQ 40d e sonda multiparamétrica HANNA - HI 9828 (pH, temperatura, condutividade e oxigênio dissolvido). Com exceção da primeira coleta foi feita a $DBO_{5,20}$ das amostras coletadas utilizando o Hach Bodtraktm e II Hach Bodtracktm por respirometria.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Medição da Vazão

Para se ter uma ideia quantitativa e possível outorga dos recursos hídricos do Jardim Botânico/JF, foi obtida a vazão média mensal total, que corresponde a vazão média mensal do escoamento adicionada a vazão média mensal do vertedouro, que foi correlacionada com a precipitação total mensal (Tabela 1).

Tabela 1 - Vazão média de escoamento, vazão média do vertedouro, vazão média total e precipitação total.

Mês	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
Vazão média do escoamento (L/s)	0,25	0,27	0,18	0,08	0,21
Vazão média do vertedouro (L/s)	0	72,56	58,68	58,69	53,57
Vazão média total (L/s)	0,25	72,83	58,86	58,77	53,78
Precipitação Total (mm/m ²)	5	424	124	296	38

Para o mês de Dezembro, não foi feita a leitura da régua, pois o vertedouro se encontrava desnivelado.

No mês de Março o escoamento cessou por aproximadamente duas semanas, o que não interferiu significativamente na vazão total por se tratar de uma parcela muito pequena da mesma representando no máximo 0,4% do escoamento total do efluente.

De acordo com os dados obtidos e representados na Tabela 1, a vazão média do escoamento e a vazão média do vertedouro não apresentaram uma proporcionalidade. Porém, esta é vista na vazão média total e na precipitação total em relação a Dezembro, Janeiro e Fevereiro na qual nota-se que, com o aumento e ou diminuição da precipitação total houve uma variação proporcional na vazão média total.

3.2 Parâmetros Físico-Químicos

Para a avaliação dos parâmetros físico-químicos considera-se que o lago do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora se encaixa no grupo das águas doces de classe 1 de acordo com a resolução CONAMA 357/05, uma vez que é uma região de conservação ambiental e não apresenta atividades como aquicultura ou pesca.

Em nenhum dos seis pontos analisados foram detectados materiais flutuantes devido a poluição, óleos e graxas, substâncias que comuniquem odor, corantes ou resíduos sólidos objetáveis respeitando os características para a classe 1.

A temperatura da água no local variou de 35°C no dia 17/12/12 no ponto 2 a 20°C no dia 15/04/13 no ponto 1 (Figura 5A), tal fato acontece por consequência da diferença de temperatura atmosférica (17/12/13 verão a 15/04/12 outono) e também devido a localização do ponto 1, o qual possui um tempo de detenção hidráulico no lago menor em relação ao ponto 2.

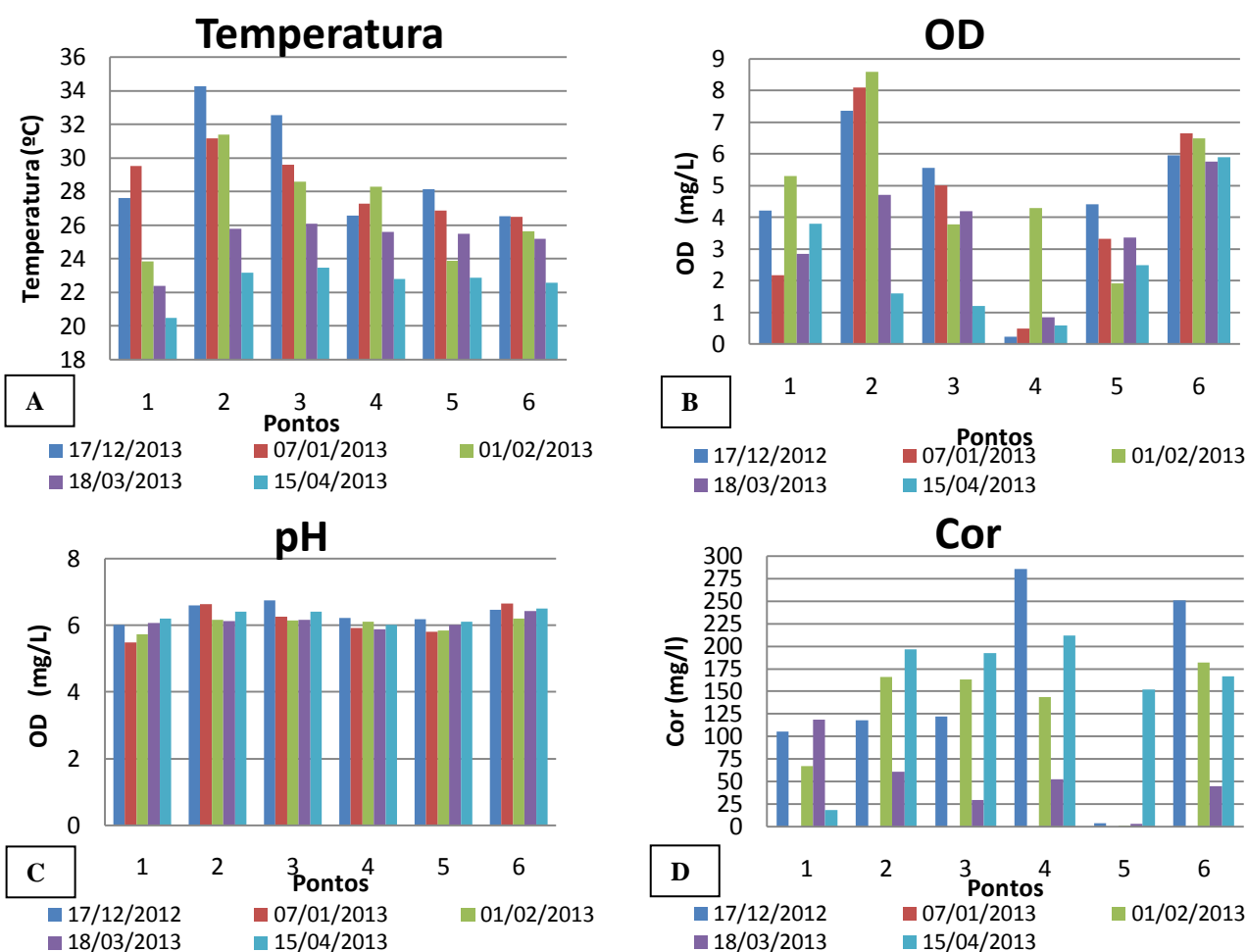
Observa-se que o OD em todos os pontos esteve, ao menos uma vez, com valores baixos (Figura 5B). Entre o ponto 1 e 2 observa-se uma tendência de aumento da concentração de OD, possivelmente devido a elevada atividade fotossintética do lago. Entre os pontos 2 e 3 observa-se uma tendência na queda do OD, esse fato deve-se ao incremento de matéria orgânica proveniente da própria vegetação e da fauna local ao longo do lago o que pode ser confirmado pela figura 5B, chegando o OD aos menores valores na saída do lago, ponto 4 (local do vertedouro). Após o vertedouro existe um canal composto de degraus o qual confere um incremento de OD à água, fato este confirmado através dos altos valores encontrados no ponto 6. Considerando apenas o ponto 6 como referência para a verificação deste parâmetro para classe 1 (OD não inferior a 6 mgL⁻¹ em nenhuma das amostras (CONAMA, 2005)) constata-se que o OD esteve abaixo de 6 mgL⁻¹ em duas campanhas apenas, com o menor valor chegando a 5,8 mgL⁻¹. Destaca-se que não se observou nenhuma fonte de poluição de origem antrópica durante os meses monitorados.

Os valores de pH variaram em torno de 6, chegando a 6,6 no ponto 2 e 5,5 no ponto 1 (Figura 5C), possivelmente devido a presença de ácidos húmicos e fúlvicos (von Sperling, 2005). Considerando o ponto 6, o valor de pH esteve dentro dos limites estabelecidos para águas de classe 1.

Observa-se que, os valores de cor aparente encontrados tiveram uma grande variação entre os pontos (Figura 5D). No ponto 1 verificou-se os menores valores, pois sendo o lugar de descarga das nascentes, não há transporte significativo de sólidos em suspensão e dissolvidos pela água. Depois constata-se um incremento da cor ao longo do lago acompanhado, principalmente pelo aumento de matéria orgânica, possivelmente devido a alta a decomposição da mesma (von Sperling, 2005).

Para a turbidez, o maior valor médio foi de 28,9 UNT (dentro dos limites de até 40 UNT estabelecidos na resolução CONAMA 357/05) no ponto 6 (Figura 5E).

Os baixos valores de condutividade são condizente com águas limpas e sem poluição de origem antrópica. Sendo que os maiores valores de condutividade analisados foram nos pontos 5 e 6 (Figura 5F).



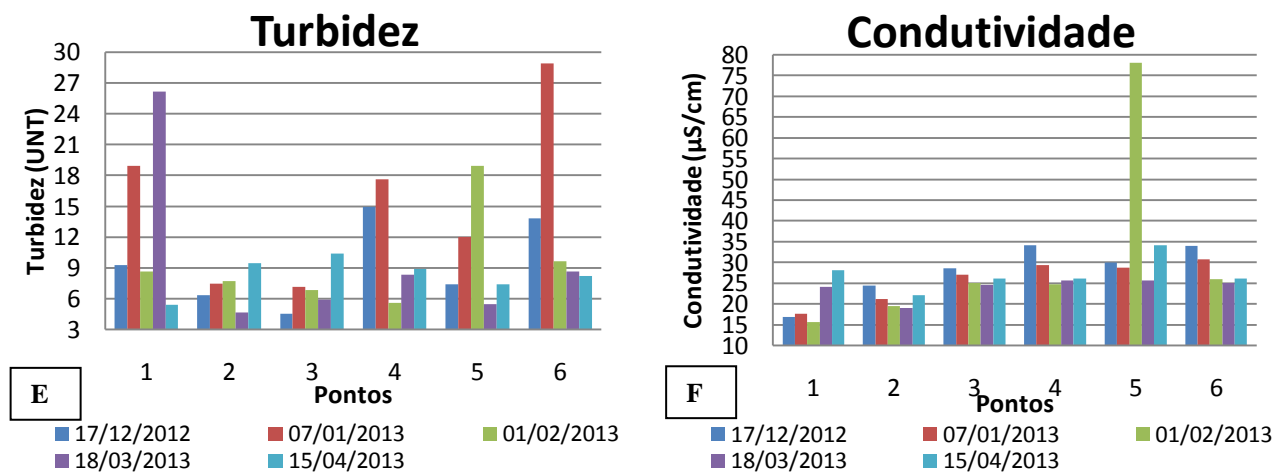


Figura 5 - **Parâmetros físico-químicos:** (A) Temperatura; (B) OD; (C) pH; (D) Cor; (E) Turbidez; (F) Condutividade

As $DBO_{(5,20)}$ apresentaram valores médios que variaram de $3,4 \text{ mgL}^{-1}$ no ponto 1 a $7,2 \text{ mgL}^{-1}$ no ponto 4, ambos acima do valor estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005, que deve ser de no máximo 3 mgL^{-1} para águas de classe 1. Tais valores se devem, ao fato de, no ponto 1, por ser área de abastecimento de água do lago pelas nascentes, havia pouca matéria orgânica. Houve um aporte de matéria orgânica proveniente de plantas e folhas aumentando assim a $DBO_{(5,20)}$ entre o ponto 1 e o ponto 4 (Figura 6). Verifica-se que no ponto 6 a $DBO_{(5,20)}$ durante as três primeiras coletas esteve próximo a 5 mgL^{-1} , ocorrendo uma redução da mesma na última campanha para o valor de $3,5 \text{ mg L}^{-1}$ próximo ao estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005. Esta diminuição da $DBO_{(5,20)}$ pode estar vinculada a menor precipitação observada no mês de abril, ocorrendo um menor aporte de material orgânico para o referido lago, fato este que poderá ser observado com a continuidade do monitoramento ao longo do ano. Para fins da resolução CONAMA 357/2005 verifica-se no ponto 6 que nenhuma das amostras estavam dentro dos padrão estabelecido.

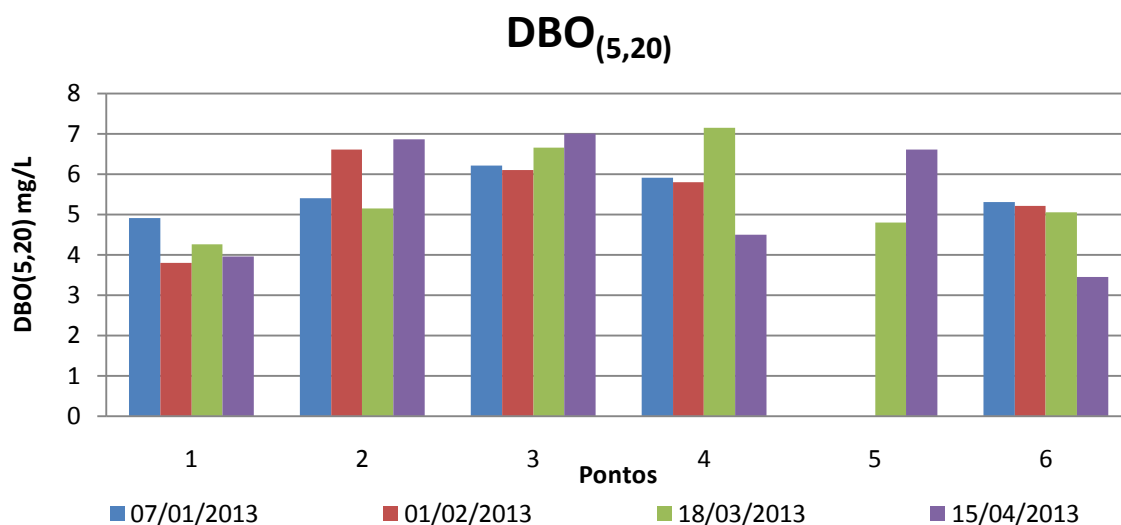


Figura 6 - Concentração de $DBO_{5,20}$ da água do lago do Jardim botânico ao longo de 5 meses.

4 CONCLUSÃO

Comparando-se os parâmetros analisados com os estabelecidos para as águas doces de classe 1 na resolução CONAMA 357/05, nota-se que, no ponto 6 os parâmetros OD e DBO não encontravam-se de acordo com os padrões estabelecidos na referida norma. Contudo destaca-se a importância da aeração para que o OD estivesse dentro dos padrões em 60% das amostras. Destaca-se que os elevados valores de DBO encontrados são provenientes de material orgânico de origem vegetal e não de origem antrópica.

Cabe ressaltar que vazão média total variou com o aumento e diminuição da precipitação total apenas nos três primeiros meses de análise. Isso não pode ser verificado nos outros meses pois como já citado, foi feita apenas uma medida a cada dia no período de segunda a sábado, e nem sempre feitas após a precipitação (intensidade de chuva). Essa defasagem na medida justifica a falta de proporcionalidade observada nos últimos meses no qual houve um acréscimo de precipitação em março e um decréscimo em abril, porém a vazão total destes meses equipara-se ainda com o mês de fevereiro.

Conclui-se que, apesar de ser uma área protegida com pouca ou nenhuma ação antrópica, o lago apresenta condições de preservação, porém não obedece todos os limites estabelecidos pela resolução 357/05 ao contrário do que era esperado.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (Fapemig) pelo auxílio na participação deste evento, a Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e a Propesq (Pró-Reitoria de Pesquisa) pelo auxílio e apoio financeiro oferecido que permitiram a realização dessa pesquisa e a apresentação dos seus resultados.

Agradecemos aos senhores José Carlos, Fernando Pena e Paulo Henrique Venâncio pelo auxílio e colaboração nas visitas e atividades realizadas no Jardim Botânico de Juiz de Fora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, N.; ALVAREZ, G. A.(1982). *Manual de Hidráulica*, 7. ed. - São Paulo: Edgard Blucher, São Paulo, v. 2, p.90.
- BRASIL (1997). Lei 9.433 de 8 de Janeiro de 1997. *Política Nacional dos Recursos Hídricos*. Brasília, DF.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE- CONAMA, (2005). *Resolução ° 357, de 17 de março de 2005*.
- PEREIRA, R.M.V.; MEDEIROS,R.(2009). *A Aplicação dos instrumentos de gestão e do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos na lagoa Rodrigo de Freitas, RJ, Brasil*. *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 4, n. 3,p. 211-229.
- SETTI, A.A. ;LIMA, J.E.F.W. ;CHAVES, A.G.M ;PEREIRA, I.C. (2000). *Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos*. 2ª ed. – Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas.
- VON SPELRING,M.(2005). *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.