

## **I-181 - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E HIDROBIOLÓGICAS DE UM AMBIENTE LÊNTICO - RESERVATÓRIO DO RIBEIRÃO JOÃO LEITE EM GOIÂNIA/GO**

**Silvia Moreira dos Santos<sup>(1)</sup>**

Técnico em Saneamento pela Escola Técnica Federal de Goiás (ETFGO). Bacharel e Licenciada em Biologia pela Universidade Católica de Goiás-UCG. Especialista Formação de Professor pela Universidade Católica de Goiás-UCG. Professora da Secretaria Estadual de Educação- GO. Especialista em Docência Universitária pela Universidade Estadual de Goiás – UEG. Mestra em Ecologia e Produção Sustentável pela PUC – GOIÁS. Bióloga no Setor de Hidrobiologia da SANEAGO-GO.

**Adélia Maria Lima da Silva<sup>(2)</sup>**

Doutora em Química Analítica no IQ/USP. Professora Titular da PUC – GOIÁS.

**Rafaela Wolff de Pina<sup>(3)</sup>**

Bióloga pela Universidade Católica de Goiás - UCG. Especialista em Gestão Ambiental - UFPA. Mestranda em Engenharia do Meio Ambiente pela UFG. Bióloga no Setor de Hidrobiologia da SANEAGO-GO.

**Carlos Roberto Alves dos Santos<sup>(4)</sup>**

Técnico em Saneamento pela Escola Técnica Federal de Goiás. Bacharel e Licenciado em Biologia pela Universidade Católica de Goiás. Mestre em Ecologia pela Universidade Federal de Goiás. Professor na Uni-Evangélica no curso de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental. Professor na PUC Goiás no curso de Pós-graduação em Perícia Ambiental. Gerente do Controle de Qualidade do Produto do Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua J -03 Qd 81 Lt 09 Mansões Paraíso – Aparecida de Goiânia – GO – CEP: 74 950-050 - Brasil - Tel: (06) 3202-40-60 - e-mail: [silviamoreira@saneago.com.br](mailto:silviamoreira@saneago.com.br)

### **RESUMO**

O Ribeirão João Leite apresenta uma área aproximada de 765 km<sup>2</sup>, com uma extensão de 135 km. A área de estudo escolhida foi o reservatório implantado neste ribeirão, à montante da cidade de Goiânia, junto ao morro do Bálsamo. O objetivo foi avaliar as alterações ocorridas no ambiente lântico (reservatório), nos período de janeiro de 2010 a janeiro de 2011, assim como correlacionar os resultados hidrobiológicos e componentes abióticos por meio de análises estatísticas. As variáveis estudadas foram: climatológicas (temperatura do ar e precipitação), físico-químicas (temperatura da água, transparência, pH, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido, matéria orgânica, fosfato e nitrato total) e hidrobiológicas (clorofila *a*, feofitina *a* e densidade fitoplancônica). Durante o estudo, a precipitação total registrada foi de 1529 mm. A temperatura variou entre 26,2°C a 28,2°C no período de chuva e 22,6°C a 26,8°C durante a estiagem. O ambiente lântico favoreceu a permanência de águas limpas, claras e baixa turbidez. Em sua maioria os parâmetros analisados estiveram enquadrados dentro do mínimo exigido pelo CONAMA 357/2005. No período analisado ocorreram variações temporais e sazonais, demonstrando a característica particular do ambiente lântico. A riqueza total da classe Chlorophyceae (34%) superou a classe de Cyanophyceae, (18%), enquanto que todas as outras classes contribuíram com menos de 6% do total de riqueza de *taxa*. Durante o mês de março de 2010 foi registrada a primeira ocorrência de floração, sendo a espécie dominante *Cylindrospermopsis raciborskii*, uma cianobactéria com toxicidade já comprovada em outros estudos. A classificação do grau de trofia variou de oligotrófico a mesotrófico utilizando o parâmetro da clorofila *a* durante o período amostrado enquanto que para o teor de nitrato a classificação foi oligotrófico, pois, o nitrato variou de 0,02 a 0,09 mg. L<sup>-1</sup> N-NO<sub>3</sub>, e o fosfato oscilou entre mesotrófico, eutrófico e hipereutrófico (mar/2010).

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade da água, Físico-Química, Cianobactéria, Reservatório, Ribeirão João Leite.

### **INTRODUÇÃO**

Uma das alternativas para suprir a falta de água potável atualmente é através da construção de reservatório, o que requer grandes investimentos, alta tecnologia e alto custo, porém, é uma forma de se obter água em quantidade suficiente para abastecimento público. A cidade de Goiânia contava com dois sistemas de

abastecimento de água sem regularização, o que dificultava a operação do sistema de distribuição de água em meses de estiagens.

A fim de ampliar a oferta de água potável, a SANEAGO – Saneamento de Goiás S/A, em dezembro de 2009, iniciou o processo de enchimento do reservatório do Ribeirão João Leite-RRJL.

O grande desafio com a construção do reservatório é garantir água em quantidade e qualidade adequada para o tratamento e abastecimento de Goiânia e região metropolitana até 2025, atendendo uma população de 2.352.069 de habitantes, perfazendo 98% de atendimento.

A região da bacia do Ribeirão João Leite é caracterizada por atividades agropastoris e com o represamento da água do manancial, aliado as alterações do regime de escoamento natural de ambiente lótico para lântico ocorreram mudanças das características bióticas e abióticas nesse ecossistema aquático, principalmente pelo acúmulo de nutrientes, decorrente do processo de lixiviação.

A agricultura e a pecuária contribuem com a degradação da qualidade da água, assim como atividades antropogênicas (descargas de esgotos domésticos e industriais dos centros urbanos e a poluição difusa das regiões agricultáveis pela introdução de produtos químicos) provocam o enriquecimento artificial, alterando as características físico-química e biológica no ambiente aquático (ESTEVES, 1998).

Todos esses fatores contribuem para ocorrência de florações do fitoplâncton e de cianobactérias. A presença em quantidades expressiva de algas, principalmente as cianobactérias, pode comprometer a qualidade da água. Vários gêneros e espécies deste grupo podem produzir toxinas, as quais apresentam efeitos danosos para a biota aquática e para a saúde humana (DI BERNARDO, 2010).

A incidência de florações de microalgas e cianobactérias têm consequências negativas sobre a eficiência e custo do tratamento da água para abastecimento público, sendo, fundamental que se faça um monitoramento preventivo, antes, durante e após o enchimento de qualquer barramento de água destinada ao consumo humano. Portanto, este trabalho faz parte do projeto ambiental do reservatório João Leite com o objetivo de caracterizar as condições abióticas e bióticas no período de um ano de enchimento do reservatório, avaliando as alterações ocorridas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo foi o reservatório implantado no Ribeirão João Leite, a montante da cidade de Goiânia que possui cerca de 1.040 ha (215 alqueires) com extensão longitudinal de 15 km, largura média de 800 m e profundidade média de 13 m (GUSMÃO & VALSECCHI, 2009) Figura 01.

No Quadro 01 estão inseridas as principais informações do RRBJL, como localização, tipo de construção, tipo de tomada de água, cotas e dimensões do vertedor e vazões de projeto, segundo informações obtidas por GUSMÃO & VALSECCHI, (2009).

O período amostral contemplou as estações de estiagem(maio a setembro) e chuva(novembro a março) e as campanhas amostrais foram realizadas no período de janeiro de 2010 a janeiro de 2011, preferencialmente no período da manhã, sendo uma coleta por semana, totalizando quatro coletas mensais em 52 campanhas (SANEAGO, 2010).

Para avaliar as estações de amostragem com base nos descritores físico-químicos e hidrobiológicos(dados da 52 campanhas) foi aplicada a análise de componentes principais (ACP) a fim de diminuir a dimensionalidade dos dados medidos nos locais amostrados. Todas as variáveis físico-químicas, exceto o pH, foram log-transformadas  $[\log(x+1)]$  para linearizar as relações bivariadas (MONDENUTTI & BALSEIRO, 1995). Os eixos retidos para interpretação foram aqueles que apresentaram autovalores maiores que os gerados aleatoriamente por um processo de randomização (critério *broken-stick*). Todas as ordenações foram feitas no *software* PC-ORD® (MACCUNE & MEFFORD, 1997).

O ponto escolhido foi dentro do reservatório, próximo a tomada de água, previamente demarcada, localizado nas coordenadas geográficas 691875 a E, 8168500 ao N. A estatística de posição e dispersão (máximo, média, mínimo e desvio padrão) foi aplicada aos dados para melhor análise da informação (tabela 2).

Para quantificar o fitoplâncton (FITO- densidade total- ind./ml; CIANO ou CIA-cianobactéria cel/ml) seguiu o recomendado para a técnica de sedimentação em câmara de Utermöhl (1958) descrita em APHA (2005), Norma Técnica CETESB L5 303 (1998) e variáveis hidrobiológicas (CLA-clorofila *a*, FEO-feofitina *a* µg/L) seguiu metodologia específica validada pelo laboratório SANEAGO (2004) descrita em APHA (2005). As análises de nitrogênio (NO<sub>3</sub>-nitrato mg/L N-NO<sub>3</sub>), fósforo (PT-fosfato total mg/L P-PO<sub>4</sub>) e matéria orgânica (MTO – mg/L O<sub>2</sub>) foram realizadas pelo setor de físico-química no Laboratório de Água da SANEAGO, de acordo com APHA (2005), enquanto que as análises de temperatura da água (TAG -°C) e do ar, potencial hidrogeniônico (PH), oxigênio dissolvido (OD – mg/L O<sub>2</sub>), condutividade elétrica (CDN- µS/cm) e turbidez (TUR-NTU) foram realizadas no campo, por meio de uma sonda multiparamétrica da marca HORIBA. A transparência (TRA- cm) foi realizada com disco de Secchi (ESTEVES, 1998).



**Figura 01. Localização do Reservatório do Ribeirão João Leite à montante da cidade de Goiânia. Fonte:** <http://maps.google.com/>

**Tabela 01. Resumo das principais características do Reservatório da Barragem do Ribeirão João Leite**

| Parâmetros                        | Descrição                          |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| Bacia Hidrográfica                | Rio Meia Ponte                     |
| Localização                       | Município de Goiânia               |
| Construção                        | CCR - Concreto Compactado com Rolo |
| Área inundada                     | 1040 hm <sup>2</sup>               |
| Tomadas de Água                   | fundo                              |
| Cota da Crista                    | 752,50 m                           |
| Cota da soleira do vertedor       | 749,00 m                           |
| Cota da soleira inferior          | 709,00 m                           |
| Comprimento da crista             | 389 m                              |
| Largura do vertedor               | 50 m                               |
| Vertedor                          | Livre na parte central             |
| Volume de acumulação              | 129 hm <sup>3</sup>                |
| Volume útil                       | 117 hm <sup>3</sup>                |
| Vazão média regular               | 6,23 m <sup>3</sup> .s             |
| Vazão Mínima (descarga sanitária) | 0,9 m <sup>3</sup> .s              |

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No reservatório do RRJL foram observados valores de temperatura da água elevado ( $> 20^{\circ}\text{C}$ ) (tabela 2), tanto no período chuvoso quanto no seco, sendo a mínima de 22,3 (jul/10) e a máxima de 29,5 (fev/10). Com as maiores temperaturas registradas no período da cheia (janeiro a maio/10 e outubro/10 a janeiro/11).

Em todo o período analisado, a turbidez mínima registrada (tabela 2) foi em janeiro/10 (2,0UNT) e a máxima em fevereiro/10 (39UNT), estes resultados corroboraram com a média da transparência registrada no mesmo período a qual variou entre 166,9cm no início do enchimento do reservatório (jan/10) e 366,7cm (dez/10), demonstrando eficiência do processo de sedimentação das partículas. A quantidade de luz solar absorvida pelo ambiente aquático diminui em função da profundidade, ou seja, em direção ao fundo do lago, de forma exponencial, sofre interferência da turbidez que provoca a dispersão da luz e da cor pela contribuição dos organismos fotossintetizantes e outros minerais, além de que, parte desta energia luminosa incidente é perdida.

**Tabela 2- Dados de posição e dispersão físico-Químico e biológicos do reservatório ribeirão João Leite no período de janeiro de 2010 a janeiro de 2011.**

|        | ESTATISTICA   | TAG  | TUR  | TRA   | pH   | CDN   | OD   | MTO | CLA   | FEO   | FITO  | CIANO  | NO3    | PT    |
|--------|---------------|------|------|-------|------|-------|------|-----|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| jan-10 | Máximo        | 29,0 | 14,0 | 215,0 | 7,30 | 108,0 | 9,3  | 4,4 | 8,25  | 38,08 | 9492  | 9816   | 0,050  | 0,240 |
|        | Média         | 26,4 | 4,8  | 166,9 | 6,95 | 94,0  | 7,7  | 2,8 | 4,69  | 13,51 | 5123  | 1638   | 0,015  | 0,134 |
|        | Mínimo        | 23,7 | 2,0  | 15,0  | 6,45 | 80,0  | 7,0  | 1,2 | 0,76  | 2,67  | 850   | 0      | 0,010  | 0,020 |
|        | Desvio Padrão | 1,9  | 4,0  | 42,8  | 0,35 | 8,5   | 0,7  | 1,1 | 2,36  | 11,36 | 3573  | 3354   | 0,014  | 0,072 |
| fev-10 | Máximo        | 29,5 | 39,0 | 250,0 | 7,60 | 112,0 | 8,9  | 4,1 | 8,01  | 7,80  | 17927 | 10481  | 0,050  | 0,160 |
|        | Média         | 28,2 | 21,3 | 185,7 | 6,20 | 104,7 | 7,6  | 2,8 | 4,96  | 4,85  | 8427  | 3619   | 0,023  | 0,121 |
|        | Mínimo        | 27,0 | 12,0 | 100,0 | 5,24 | 99,0  | 6,5  | 1,0 | 0,00  | 0,00  | 890   | 654    | 0,010  | 0,080 |
|        | Desvio Padrão | 0,8  | 10,0 | 55,6  | 1,02 | 5,2   | 1,0  | 0,9 | 2,83  | 2,86  | 5195  | 3281   | 0,015  | 0,030 |
| mar-10 | Máximo        | 29,0 | 30,0 | 200,0 | 7,83 | 124,0 | 10,9 | 5,0 | 24,08 | 13,62 | 66531 | 132867 | 0,090  | 0,560 |
|        | Média         | 28,1 | 16,4 | 200,0 | 6,55 | 109,4 | 7,3  | 3,6 | 7,62  | 9,83  | 25098 | 55598  | 0,033  | 0,229 |
|        | Mínimo        | 27,2 | 10,0 | 200,0 | 5,26 | 103,0 | 4,5  | 2,5 | 0,00  | 0,00  | 2059  | 3639   | 0,010  | 0,010 |
|        | Desvio Padrão | 0,6  | 5,4  | 0,0   | 1,09 | 6,0   | 2,2  | 0,9 | 7,33  | 6,61  | 23744 | 45221  | 0,031  | 0,160 |
| abr-10 | Máximo        | 28,0 | 16,0 | 200,0 | 7,72 | 111,0 | 5,9  | 4,7 | 8,22  | 4,45  | 15025 | 9949   | 0,020  | 0,100 |
|        | Média         | 26,8 | 13,0 | 200,0 | 7,36 | 106,9 | 4,8  | 2,5 | 4,79  | 2,28  | 9427  | 2659   | 0,014  | 0,058 |
|        | Mínimo        | 23,5 | 8,0  | 200,0 | 6,59 | 100,0 | 2,3  | 0,8 | 3,10  | 0,00  | 3168  | 0      | 0,010  | 0,029 |
|        | Desvio Padrão | 1,5  | 2,6  | 0,0   | 0,43 | 4,7   | 1,3  | 1,6 | 1,88  | 1,36  | 4190  | 3498   | 0,005  | 0,031 |
| mai-10 | Máximo        | 26,8 | 20,0 | 200,0 | 7,00 | 115,0 | 6,5  | 5,6 | 36,47 | 48,78 | 8819  | 4549   | 0,150  | 0,036 |
|        | Média         | 24,9 | 12,5 | 200,0 | 5,88 | 111,4 | 6,4  | 3,9 | 8,61  | 9,24  | 4698  | 2163   | 0,037  | 0,025 |
|        | Mínimo        | 23,4 | 5,0  | 200,0 | 3,80 | 104,0 | 6,2  | 2,2 | 1,94  | 1,14  | 2390  | 580    | 0,010  | 0,009 |
|        | Desvio Padrão | 1,1  | 5,0  | 0,0   | 1,05 | 4,3   | 0,1  | 1,3 | 11,46 | 16,11 | 2246  | 1549   | 0,047  | 0,010 |
| jun-10 | Máximo        | 24,7 | 17,0 | 300,0 | 7,68 | 114,0 | 6,8  | 3,5 | 4,52  | 1,52  | 3305  | 2059   | 0,020  | 0,030 |
|        | Média         | 23,4 | 12,3 | 276,7 | 7,35 | 112,3 | 6,5  | 2,7 | 2,93  | 0,69  | 2199  | 893    | 0,013  | 0,027 |
|        | Mínimo        | 22,7 | 10,0 | 230,0 | 6,88 | 109,0 | 6,4  | 2,0 | 0,94  | 0,00  | 1576  | 206    | 0,010  | 0,022 |
|        | Desvio Padrão | 1,2  | 4,0  | 40,4  | 0,42 | 2,9   | 0,2  | 0,8 | 1,83  | 0,77  | 960   | 1015   | 0,006  | 0,004 |
| jul-10 | Máximo        | 23,0 | 13,0 | 250,0 | 7,95 | 112,0 | 6,5  | 3,5 | 24,03 | 8,08  | 18490 | 275    | 0,020  | 0,077 |
|        | Média         | 22,6 | 12,0 | 225,0 | 7,65 | 110,5 | 6,5  | 2,9 | 11,14 | 5,99  | 11208 | 194    | 0,018  | 0,040 |
|        | Mínimo        | 22,3 | 11,0 | 200,0 | 7,32 | 110,0 | 6,4  | 2,0 | 4,63  | 2,88  | 2367  | 11     | 0,010  | 0,022 |
|        | Desvio Padrão | 0,3  | 1,2  | 28,9  | 0,27 | 1,0   | 0,1  | 0,7 | 9,10  | 2,36  | 6855  | 123    | 0,005  | 0,025 |
| ago-10 | Máximo        | 23,3 | 32,0 | 300,0 | 7,95 | 113,0 | 6,9  | 2,0 | 6,94  | 4,52  | 6995  | 27     | 0,100  | 0,052 |
|        | Média         | 22,9 | 20,8 | 200,0 | 7,71 | 111,0 | 6,1  | 1,4 | 3,35  | 2,57  | 4651  | 7      | 0,045  | 0,034 |
|        | Mínimo        | 22,1 | 11,0 | 200,0 | 7,55 | 109,0 | 5,6  | 0,5 | 0,91  | 0,43  | 2779  | 0      | 0,020  | 0,017 |
|        | Desvio Padrão | 0,5  | 9,0  | 50,0  | 0,17 | 1,6   | 0,6  | 0,6 | 2,70  | 2,22  | 1846  | 14     | 0,038  | 0,015 |
| set-10 | Máximo        | 25,4 | 19,0 | 200,0 | 8,15 | 137,0 | 5,5  | 5,2 | 5,48  | 6,45  | 4638  | 83     | 0,040  | 0,068 |
|        | Média         | 24,4 | 14,0 | 200,0 | 8,09 | 120,3 | 5,2  | 4,1 | 3,19  | 3,73  | 3280  | 28     | 0,030  | 0,040 |
|        | Mínimo        | 23,6 | 10,0 | 200,0 | 7,96 | 114,0 | 5,0  | 3,2 | 1,78  | 2,42  | 1259  | 0      | 0,010  | 0,015 |
|        | Desvio Padrão | 0,9  | 3,9  | 0,0   | 0,09 | 11,2  | 0,2  | 0,9 | 1,59  | 1,86  | 1583  | 39     | 0,014  | 0,022 |
| out-10 | Máximo        | 27,8 | 26,0 | 200,0 | 8,19 | 122,0 | 5,6  | 4,5 | 4,67  | 8,01  | 11439 | 1235   | 0,030  | 0,024 |
|        | Média         | 26,2 | 17,5 | 200,0 | 7,79 | 119,8 | 4,9  | 3,5 | 2,01  | 4,36  | 7647  | 683    | 0,020  | 0,017 |
|        | Mínimo        | 23,0 | 12,0 | 200,0 | 7,12 | 117,0 | 4,4  | 2,6 | 0,00  | 0,47  | 3038  | 172    | 0,010  | 0,007 |
|        | Desvio Padrão | 2,2  | 6,2  | 0,0   | 0,50 | 2,1   | 0,5  | 0,8 | 2,20  | 3,55  | 3545  | 439    | 0,008  | 0,007 |
| nov-10 | Máximo        | 27,3 | 17,0 | 200,0 | 8,30 | 124,0 | 4,6  | 4,4 | 4,29  | 9,86  | 5685  | 7136   | 0,240  | 0,108 |
|        | Média         | 26,4 | 14,3 | 200,0 | 7,46 | 116,5 | 4,4  | 2,6 | 2,54  | 4,07  | 4005  | 1870   | 0,068  | 0,054 |
|        | Mínimo        | 25,1 | 13,0 | 200,0 | 6,31 | 110,0 | 3,6  | 1,0 | 0,67  | 0,38  | 2677  | 0      | 0,010  | 0,027 |
|        | Desvio Padrão | 1,0  | 1,9  | 0,0   | 0,83 | 7,0   | 0,5  | 1,5 | 1,83  | 4,23  | 1442  | 3514   | 0,115  | 0,037 |
| dez-10 | Máximo        | 28,4 | 18,0 | 500,0 | 7,67 | 120,0 | 6,4  | 3,0 | 1,75  | 24,95 | 9233  | 7892   | 0,440  | 0,106 |
|        | Média         | 26,8 | 15,0 | 366,7 | 7,39 | 109,5 | 5,1  | 1,6 | 0,86  | 9,06  | 5844  | 2386   | 0,088  | 0,054 |
|        | Mínimo        | 24,6 | 13,0 | 200,0 | 7,13 | 100,0 | 4,0  | 0,5 | 0,00  | 2,67  | 2651  | 0      | 0,010  | 0,022 |
|        | Desvio Padrão | 1,3  | 1,9  | 136,6 | 0,19 | 7,1   | 0,8  | 1,0 | 0,67  | 8,71  | 2351  | 3457   | 0,173  | 0,030 |
| jan-11 | Máximo        | 28,3 | 17,0 | 270,0 | 7,83 | 138,0 | 7,7  | 0,8 | 2,50  | 26,17 | 13832 | 1853   | 27,770 | 0,056 |
|        | Média         | 26,3 | 11,7 | 230,0 | 7,53 | 111,0 | 7,5  | 0,5 | 0,94  | 8,16  | 8571  | 1369   | 0,366  | 0,033 |
|        | Mínimo        | 23,9 | 3,0  | 200,0 | 7,16 | 101,0 | 7,0  | 0,1 | 0,00  | 0,64  | 8     | 824    | 0,005  | 0,018 |
|        | Desvio Padrão | 1,9  | 6,7  | 35,6  | 0,28 | 18,0  | 0,3  | 0,3 | 1,08  | 12,08 | 5962  | 515    | 2,754  | 0,017 |



O pH manteve um padrão com poucas oscilações ao longo do ano, variou de ácido em maio/2010 ( $5,21 \pm 1,05$ ) a neutro, tendendo a alcalino em novembro/2010 ( $8,30 \pm 0,83$ ). Estes resultados corroboram os registros de dezessete anos atrás realizado pela SANEAGO(1996), definindo com base na alcalinidade total e flutuações baixas do pH, como um meio aquático fracamente tamponado.

A análise de OD demonstrou que no período de estudo, os valores foram acima do mínimo estabelecido pelo CONAMA N° 357/2005 de 5,0 mg/L de O<sub>2</sub>, exceto março, abril, outubro, novembro e dezembro quando foi valores abaixo do recomendado. Observou-se que no período chuvoso (jan/10, fev/10, mar/10 e jan/11) os valores foram superiores a 7,0 mg/L de OD.

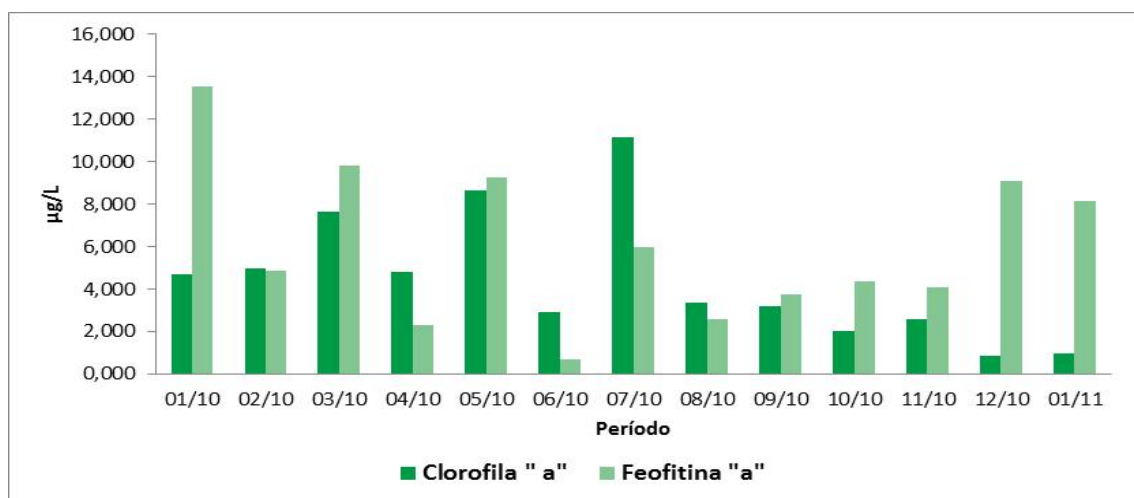
Para matéria orgânica os maiores valores foram registrados nos meses de março, maio, setembro de 2010(tabela 2), nos demais meses os resultados foram inferiores a 5,0 mg/L O<sub>2</sub>. Este comportamento pode ser explicado pelo processo de sedimentação que ocorreu de forma expressiva no reservatório. O maior valor registrado por SANEAGO(1996) no ribeirão João Leite esteve em 6,6mg/L O<sub>2</sub>, bem acima dos registros deste estudo.

Em janeiro/10 foi o menor registro da condutividade elétrica (tabela 2), mas aumentou progressivamente no período chuvoso, provavelmente, decorrente de incrementos internos e externos ao ambiente aquático, no entanto, o maior valor registrado foi no período de estiagem setembro/10 e na cheia janeiro/11.

Os principais nutrientes para o processo de eutrofização em águas são o nitrogênio e o fósforo. Para ambientes lênticos, o valor máximo permitido pela Resolução N°357/2005 do CONAMA é de 0,030 mg/L de fósforo total e de 10 mg/L N-NO<sub>3</sub>.

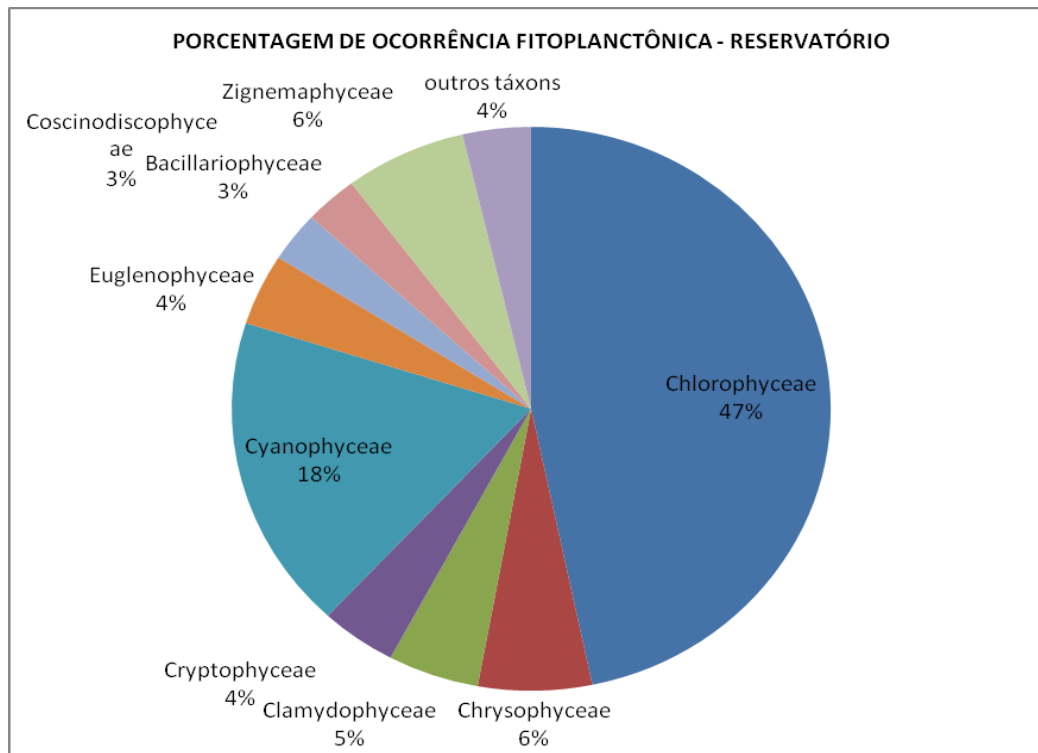
O teor de nitrato no reservatório sofreu uma variação média de 0,01 a 0,4mg/L N-NO<sub>3</sub> ultrapassando os limites estabelecidos pela legislação vigente, enquanto que os maiores teores de fósforo total foram registrados no primeiro trimestre de 2010, sendo em março 2010, o teor chegou a dezoito vezes o permitido, caracterizando um ambiente hipereutrófico ( $>100\mu\text{g/L P-total}$ ). Considerando o valor médio (tabela 2), o nível de trofia no reservatório, para o teor de fósforo apresentou uma ocorrência de 38,46% mesotrófico a 61,54% acima do conceito eutrófico (VOLLENWEIDER, 1968). SANEAGO (1996), já mencionava que a ocorrência dos níveis de trofia quanto ao fosforo total, neste curso d'água oscilava em 51,22% oligotrófico, 29,27% mesotrófico e 19,51% eutrófico concluindo estar este ambiente sujeito a fertilização.

Considerando a média mensal da clorofila *a*, o estado de trofia das águas em março, maio e julho de 2010 encontravam eutrofizadas. Deve-se ressaltar que após um ano do início do enchimento do reservatório (janeiro de 2011), observou-se que a água encontrava-se ultra-oligotrófica. Os resultados de feofitina *a* atingiram o máximo em janeiro,maio,dezembro/10 e janeiro/11, sendo o menor valor médio em junho/10 (Figura 02 ).



**Figura 02- Variação temporal do valor médio da clorofila “a” e feofitina “a” no reservatório no período de janeiro de 2010 a janeiro de 2011.**

Em relação à comunidade fitoplanctônica no reservatório, a riqueza registrada foi de 244 *taxa*, sendo a classe Chlorophyceae a mais representativa (114 *taxa*) da riqueza total. Este estudo demonstrou que as características do ambiente favoreceram a permanência dessa classe e os resultados obtidos contribuem com outros estudos registrados sobre a classe (SANT'ANNA et al., 1989; BEYRUTH, 1996; BICUDO et al., 1999; MATSUZAKI et al., 2004; TUCCI et al., 2006; NOGUEIRA et al., 2008). A alteração do ambiente lótico para lético favoreceu uma mudança da predominância das classes, conforme os registros de SANEAGO(1996), quando foi evidenciado as Bacillariophyceae com maior riqueza(41,4%) seguida de Chlorophyceae (31,3%) contrapondo ao que hoje foi verificado neste estudo.



**Figura 03 – Distribuição percentual das classes fitoplanctônicas no reservatório no período de janeiro de 2010 a janeiro de 2011.**

No reservatório foram registradas 44 espécies de cianobactérias, sendo observado valores de alerta ( $> 10000$  cel/ml) no mês de março e fevereiro/10(tabela 2). As espécies que mais contribuíram para o aumento de cianobactérias foram em ordem decrescente *Cylindrospermopsis raciborskii* (407.543 cél/mL), *Aphanothece minutissima* (122.318 cél/mL), *Aphanothece smithii* (28.775 cél/mL), *Planktolyngbya limnetica* (25.289 cél/mL), durante a estiagem houve a redução relevante dos *taxa* identificados e quantificadas, com destaque para a espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* com (23.552 cél/mL), a qual é comprovadamente tóxica, podendo comprometer a qualidade da água para o abastecimento público e onerar consideravelmente os custos do tratamento (TUCCI & SANT'ANNA, 2003; SANT'ANNA et al., 2006).

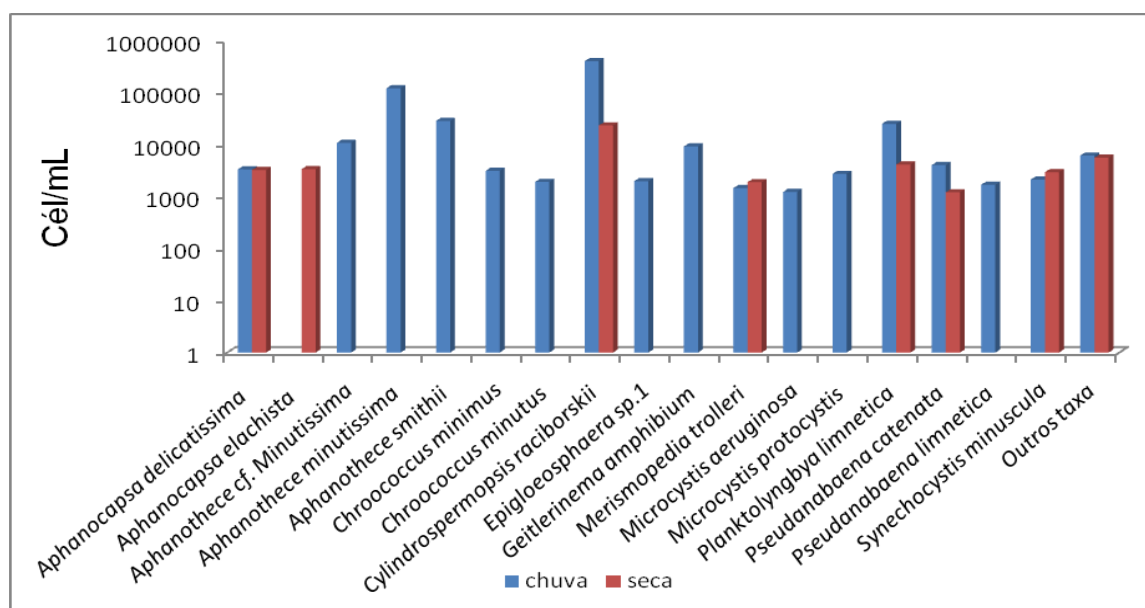


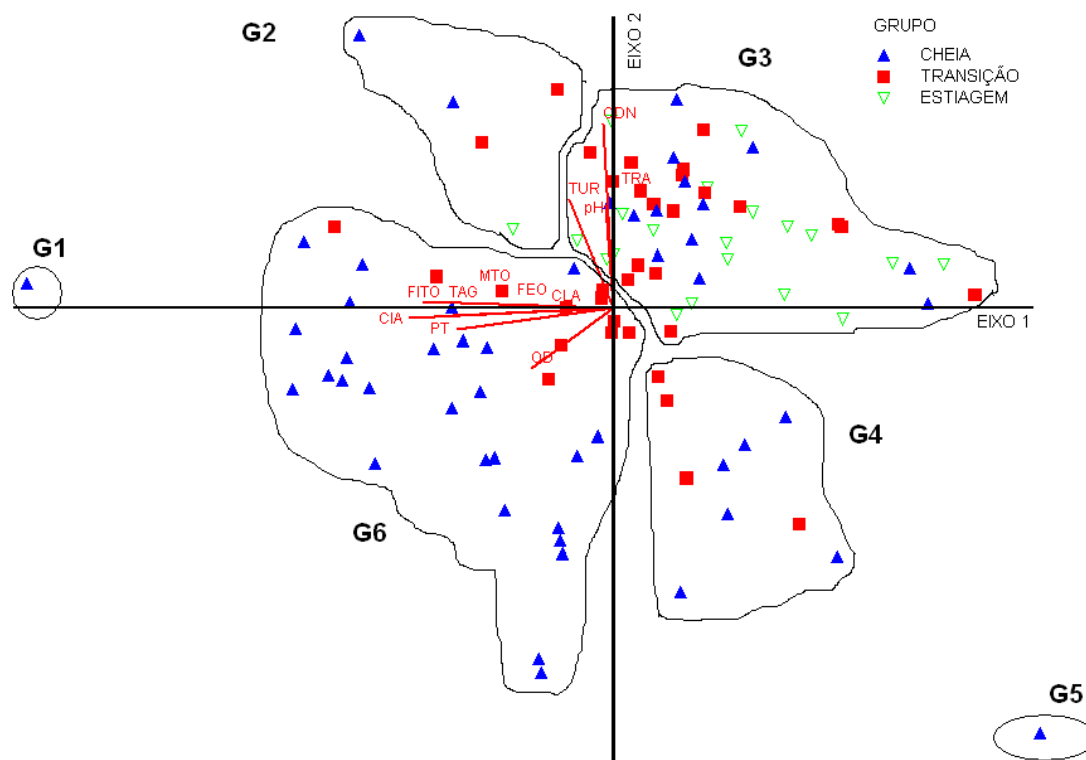
Figura 04 – Densidade de cianobactérias (Log (Cél/mL)) no reservatório nos períodos de chuva e seca.

Tabela 3. Correlação das Variáveis físico-químicas próximo a tomadas de água do reservatório do ribeirão João Leite com os componentes principal 1 e 2. Coeficientes expressivos em negrito e sublinhado.

| Variáveis    | Componente Principal   |                      |
|--------------|------------------------|----------------------|
|              | 1                      | 2                    |
| TAG          | <b><u>- 0,3598</u></b> | - 0,1089             |
| TUR          | - 0,1870               | <b><u>0,4152</u></b> |
| TRA          | - 0,0823               | <b><u>0,4007</u></b> |
| pH           | - 0,0093               | <b><u>0,3974</u></b> |
| CDN          | - 0,0885               | <b><u>0,5394</u></b> |
| OD           | - 0,2569               | - 0,3067             |
| MTO          | <b><u>- 0,3203</u></b> | 0,0473               |
| CLA          | - 0,2983               | - 0,0097             |
| FEO          | <b><u>- 0,3181</u></b> | - 0,0204             |
| FITO         | <b><u>- 0,3916</u></b> | 0,0955               |
| CIA          | <b><u>- 0,4063</u></b> | - 0,1283             |
| NO3          | - 0,1351               | 0,2234               |
| PT           | <b><u>- 0,3541</u></b> | - 0,1844             |
| Autovalor    | 3,34                   | 2,32                 |
| % Explicação | 25,75                  | 43,62                |

A análise de componentes principais (Tabela 3) demonstrou que os dois primeiros eixos foram significativos, respondendo por 43,62% da variabilidade total dos dados, evidenciando a existência de seis grupos (G1 a G6) (Figura 5). Os grupos formados representam o conjunto das estações que demonstraram as características físico-químicas mais próximas com base nos dados das amostras.





**Figura 05** Análise de componentes principais - ACP na amostragem do reservatório ribeirão João Leite no ano de 2010/2011, próximo à tomada de água com base nos dados mensais (duas amostras por semana) das variáveis bióticas e abióticas. Físico-químicos (Vetores: pH-potencial hidrogeniônico; TAG- temperatura da água; OD- oxigênio dissolvido; MTO- matéria orgânica; NO3-nitrato; TUR-turbidez; CDN - condutividade elétrica; CLA – clorofila *a*; FEO- feofitina; TRA - transparência ; CIA - cianobactérias; FITO-fitoplâncton ou densidade total e Fósforo total, próximo as tomadas de água no reservatório João Leite.

As seguintes variáveis estiveram correlacionadas positivamente com o primeiro eixo em ordem de importância: cianobactérias, densidade total fitoplanctônica, temperatura da água, fósforo total e feofitina; segundo eixo: condutividade elétrica, turbidez, potencial hidrogeniônico.

A biomassa de cianobactérias e a densidade total do fitoplâncton (CIA e FITO) caracterizaram o primeiro eixo (Tabela 3), diferenciando a qualidade da água para as amostras do grupo 1, 2 e 6 em relação ao grupo 3, 4 e 5, sugerindo incrementos no fitoplâncton no período de cheia. Em contrapartida o grupo 3 ficou caracterizado pelo segundo eixo por apresentar elevada transparência e baixa turbidez das amostras analisadas, bem como uma condutividade mais acentuada, aspectos limnológicos também observados para as amostras no grupo 2.

A menor distância entre os pontos (quadrado vermelho, triângulo azul cheio e triângulo verde vasado) que representam as amostras de água (Figura 5), expressam o quanto semelhante são as características físico-químicas, demonstrando diferenças acentuadas entre os períodos de cheia e seca, apresentando uma descaracterização para o período de transição e cheia de algumas amostras.

## CONCLUSÕES

Neste estudo foi possível caracterizar as condições abióticas e bióticas no período de um ano de enchimento do reservatório do ribeirão João Leite inferindo que:

- As elevadas temperaturas da água coincidem com o período de maior precipitação na região;
- A elevada transparência da água está associada a baixa turbidez registrada, favorecida pelas elevadas temperaturas da água, que aceleram o processo de sedimentação do material particulado;

- Em decorrência das baixas oscilações do pH, este caracterizou-se de ácido a neutro tendendo ao básico na estiagem, o que sugere ser águas levemente tamponadas;
- Os níveis de oxigênio dissolvido estiveram satisfatórios, apresentando-se dentro dos teores de sustentação da vida aquática;
- As concentrações de matéria orgânica registradas não demonstraram ser a causa de déficit de oxigênio dissolvido devido as condições aeróbias do meio aquático;
- A condutividade elétrica apresentou elevada, contudo não evidenciando contribuições de cátions e ânions expressivos no reservatório;
- Os teores de nutrientes (nitrato e fosforo total) evidenciam um processo de fertilização das águas do reservatório, com oscilações de mesotrófico a eutrófico;
- No reservatório foi registrada uma relevante riqueza de taxa com maior representatividade para a classe Chlorophyceae seguida de Cyanophyceae.;
- As espécies que contribuíram para a densidade de cianobactérias (cel/ml) em ordem decrescente: *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Aphanothece minutissima*, *A.smithii* e *Planktolyngbya limnetica*, destas relatadas a primeira espécie é comprovadamente tóxica;
- Os componentes principais explicaram 43,62% da variabilidade total dos dados, apresentando os aspectos biológicos como diferencial na qualidade de água pelo incremento no período chuvoso.

Diante dos resultados obtidos é necessário programas para contenção do processo de fertilização na bacia do ribeirão João Leite, ainda em fase inicial neste barramento, bem como estudos experimentais para ações de controle no reservatório e preparação dos profissionais nas práticas de remoção de algas e de cianobactérias no tratamento de água da cidade de Goiânia.

Agradecemos a todos os colegas que direta e indiretamente contribuíram para a efetivação deste estudo, bem como a companhia de Saneamento do Estado de Goiás S/A-SANEAGO.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA (American Public Health Association), 1998. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington, DC: APHA.
2. BEYRUTH, Z. **Comunidade fitoplanctônica da Represa de Guarapiranga: Aspectos ecológicos, sanitários e subsídios para reabilitação da qualidade ambiental**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.
3. BICUDO, C. E. M., RAMIREZ, J. J. R., TUCCI, A.; BICUDO, D. C. **Dinâmica de populações fitoplanctônicas em ambientes eutrofizado: O Lago das Garças**, São Paulo. In: Henry, R. (Ed.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, funções e aspectos sociais**. Fundibio Botucatu, p. 449-508, 1999.
4. CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. 1998.
5. CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 357** de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Ministério do Meio Ambiente do Brasil. Disponível em <http://www.ima.al.gov.br/legislacao/resolucoes-conama>. Acessado em 12 de março de 2010.
6. DI BERNARDO, L.; MINILLO, A.; D. D. A. **Florações de Algas e de Cianobactérias: suas influências na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamento**. São Carlos: Ed. LDiBe, 2010
7. ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
8. GUSMÃO, C. A.; VALSECCHI, J. C. **Projeto Básico Ambiental da Barragem e do Reservatório de Regularização e Acumulação do Ribeirão João Leite em Goiânia, Goiás – Brasil**. BVSDE. Biblioteca virtual desarrollo sostenible y salud ambiental., 2009. Disponível em <http://www.bvsde.paho.org/sde/ops-sde/bvsde.shtml>. Acessado em 12 de março de 2010.
9. MATSUZAKI, M.; MUCCI, J. L. N.; ROCHA, A. A. **Comunidade Fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo**. Rev. Saúde Pública, 38 (5): 456-68, 2004.
10. McCUNE, B. & MEFFORD, J. J. **PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data**, version 3.0.
11. MONDENUTTI, BE & BALSEIRO, E. G. **Transformacion de dadtos**. In: LOPRETTO, E. C. & TELL, G. (eds). **Ecossistemas de Aguas Continentales. Metodologias para su estudio**. La Plata. Ediciones Sur. 1995. V3.361-364p.

12. NOGUEIRA, I. S. **Estrutura e dinâmica da comunidade Fitoplânctonica da Represa samambaia, Goiás, Brasil.** Tese de Doutorado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 1999.
13. NOGUEIRA, I. S., NABOUT, J. C., OLIVEIRA, J. E., SILVA, K. D. **Diversidade (alfa, beta e gama) da comunidade fitoplanctônica de quatro lagos artificiais urbanos de município de Goiânia, GO.** Hoehnea, 35 (2): 219-233, 2008.
14. SANEAGO - **Procedimento e Relatório de Monitoramento Intensivo na Área do Reservatório do João Leite.** Goiânia, 2010.
15. SANEAGO - Método ME08.0291 (06): **Determinação Quali-Quantitativa de Fitoplâncton.** Goiânia, 2004.
16. SANEAGO - **Relatório do monitoramento do ribeirão João Leite período 1994-1995.** Goiânia.66p.1996.
17. SANT'ANA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P. & SORMUS, L. **Fitoplâncton do Lago das Garças, Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil: estudo taxonômico e aspectos ecológicos.** Hoehnea, 16: 89-131, 1989.
18. TUCCI, A. & SANT'ANNA, C. L. **Cylindrospermopsis raciborskii (wołoszynska) Seenayya & Subba Raju (Cyanobacteria): variação semanal e relações com fatores ambientes em um reservatório eutrófico, São Paulo, SP, Brasil,** Ver. Bras. Bot. Vol. 26 nº. I São Paulo Mar. 2003.
19. TUCCI, A., SANT'ANNA, C. L., GENTIL, R. C.; AZEVEDO, M. T. P. **Fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, Brasil: um reservatório urbano eutrófico.** Hoehnea, 33: 147-175, 2006.
20. UTERMÖHOL, H. **Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton methodik,** Mitt. Int. Ver. Limnol., 9: 1-38, 1958.