

## IV-111 - AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO E QUALIDADE DA ÁGUA EM UM CORPO HÍDRICO SOB INFLUÊNCIA DE UMA PCH

**Denise Peresin<sup>(1)</sup>**

Graduação em Licenciatura Plena em Ciências - Hab. Biologia pela Universidade de Caxias do Sul - UCS (2004). Mestre em Biologia pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS (2012).

**Michel Mendes**

Graduação em Ciências Biológicas, Licenciatura e Bacharelado pela Universidade de Caxias do Sul - UCS (2014). Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Educação - UCS.

**Renata Cornelli**

Graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade de Caxias do Sul - UCS (2007). Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2010). Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2014). Bolsista DOCFIX no Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) - UCS.

**Vania Elisabete Schneider**

Graduação em Licenciatura Plena e Bacharelado em Biologia pela Universidade de Caxias do Sul - UCS (1989). Mestre em Engenharia Civil - Área de Concentração - Recursos Hídricos e Saneamento pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP (1994); Doutora em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (2005).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 - B. Petrópolis - Caxias do Sul - RS - Brasil - CEP: 95020-560 - Tel: +55 (54) 3218-2507 Fax: +55 (54) 3218-2507 - e-mail: deniseperesin@gmail.com

### RESUMO

Estudos de qualidade e avaliação das condições tróficas dos recursos hídricos constituem-se como ferramentas essenciais para o processo de gestão dos mesmos. No caso da construção de um reservatório para a produção de energia, as mudanças de um ecossistema lótico para lêntico, provocam uma série de alterações significativas, desde acúmulo de nutrientes até posterior eutrofização. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água em diferentes pontos no trecho de influência de uma pequena central hidrelétrica (PCH) localizada no nordeste do Rio Grande do Sul, através da Resolução CONAMA nº 357/05 e Índice de Estado Trófico (IET). Foram coletadas amostras de água em 5 pontos na área de influência da PCH, no período de 2010 a 2014. Os resultados de fósforo total e clorofila *a* foram analisados com base na Resolução nº 357/05 (CONAMA, 2005). O cálculo do IET foi realizado utilizando a metodologia baseada nas equações de Carlson (1977), modificado por Lamparelli (2004). Os resultados da análise pela Resolução CONAMA apontaram que as concentrações de fósforo total foram inferiores aos limites das classes 2 e 3, apenas no ponto 1. Nos demais pontos amostrados, as concentrações foram superiores aos limites definidos para estas classes. O parâmetro clorofila *a* em todas as campanhas e em todos os pontos, foi inferior aos limites definidos para a classe 2. Em relação ao IET os pontos 2 e 5 apresentaram os piores índices, indicando que estes possuem o maior potencial de eutrofização entre os pontos analisados. Há uma potencialização deste risco no ponto 2 (reservatório), por ser um ambiente lêntico, com maior tempo de retenção, além de receber contribuição do ponto 5, favorecendo desta forma o desenvolvimento de algas. O ponto 1 localizado em uma região mais preservada, apresentou a melhor qualidade e o melhor índice de estado trófico. Com base nestes resultados, fica evidente a necessidade de ações que restrinjam principalmente o aporte de fósforo total da área de drenagem do ponto 5, na busca de reduzir na sequência a possível eutrofização dos pontos 2, 3 e 4, que recebem contribuição deste afluente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade da água, IET, fósforo total, clorofila *a*, potencial de eutrofização.

### INTRODUÇÃO

A importância da qualidade da água é destacada na Lei nº 9.433 de 1997, a qual institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), sendo que no capítulo II, art. 2º, dos objetivos esta aponta o dever de “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos



respectivos usos” (BRASIL, 1997). Desta forma, os estudos de qualidade constituem-se como ferramentas essenciais para o processo de gestão dos recursos hídricos.

Para Maia (2011) a qualidade da água, é um conjunto de variáveis físicas, químicas e biológicas de delimitada amostra de água. Estas variáveis respondem as cargas que são adicionadas a seus espaços e com isso, pode-se compreender e avaliar a situação de determinado corpo hídrico. As ações antrópicas através do lançamento de esgoto doméstico, carreamento de solo com fertilizantes, percolação de lixões, entre outros fatores levam a eutrofização dos recursos hídricos, é compreendida como um processo de enriquecimento de nutrientes no corpo d'água, principalmente de fósforo e nitrogênio. Neste processo, os sistemas lênticos são mais vulneráveis a eutrofização, principalmente em função do baixo fluxo da água que ali ocorre. Como destacado por Neverova-Dziopak e Kowalewski (2014) pouco se conhece sobre a eutrofização nos ecossistemas de águas correntes, como rios e arroios, visto que estes funcionam de maneira diferente, com às seguintes características específicas, como:

- fluxo de água, que desempenha um papel significativo como um fator limitante da eutrofização;
- mais intenso intercâmbio entre água e terra, que os torna "ecossistemas abertos" com o metabolismo do tipo heterotrófico.

No Brasil a utilização dos diferentes parâmetros físicos-químicos-biológicos propostos pela Resolução CONAMA nº 357/05 (CONAMA, 2005), propicia a classificação dos corpos de água doce nas classes: especial, 1, 2, 3 e 4, conforme a qualidade requerida para os seus usos preponderantes.

Buscando analisar as condições tróficas de ecossistemas aquáticos alguns métodos foram desenvolvidos como por exemplo: classificação trófica segundo OECD (1982); a curva de distribuição probabilística de estado trófico (SALAS e MARTINO, 1991); o Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson (1977); e Toledo Jr. *et al.* (1983) e o IET modificado por Lamparelli (2004).

O IET tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia. No método proposto por Lamparelli (2004) esta classificação se divide em: ultraoligotrófico, oligotrófico, mesotrófico, eutrófico, supereutrófico e hipereutrófico. O índice leva em consideração a concentração de fósforo total (PT) e clorofila *a*, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por fósforo e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas, ou potencial para o crescimento de macrófitas aquáticas.

No caso da construção de um reservatório para a produção de energia em uma central hidrelétrica, em um sistema lótico, transformando-o em sistema lêntico, provoca uma série de alterações significativas, desde acúmulo de nutrientes até posterior eutrofização. No entanto, apesar do barramento facilitar o acúmulo de nutrientes, é essencial o estudo das condições externas e da qualidade de água a montante, já que boa parcela da contribuição de nutrientes ocorre pelas atividades e afluentes da região. Um barramento, com exceção da vegetação afogada, não produz contaminação por si só; apenas armazena e concentra a contaminação gerada sem controle, por diferentes fontes antrópicas da bacia hidrográfica.

O objetivo deste trabalho foi de avaliar a qualidade da água em diferentes pontos no trecho de influência de uma pequena central hidrelétrica (PCH) no nordeste do Rio Grande do Sul, através da Resolução CONAMA nº 357/05 e do Índice de Estado Trófico (IET) segundo Lamparelli (2004).

Os resultados deste estudo darão indicativos do potencial de eutrofização do reservatório construído para a produção de energia, bem como dos seus afluentes. As informações produzidas servirão para que os gestores da bacia hidrográfica, poder público e responsáveis pela pequena central hidrelétrica desenvolvam ações para manutenção da qualidade da água neste recurso hídrico.

## METODOLOGIA

Para a realização deste estudo, as amostras foram coletadas em superfície, seguindo as orientações descritas pela NBR nº. 9.898 (ABNT, 1987) e pelo Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA, 2011). A rede de monitoramento foi elaborada com base nas características ambientais da região e na localização do

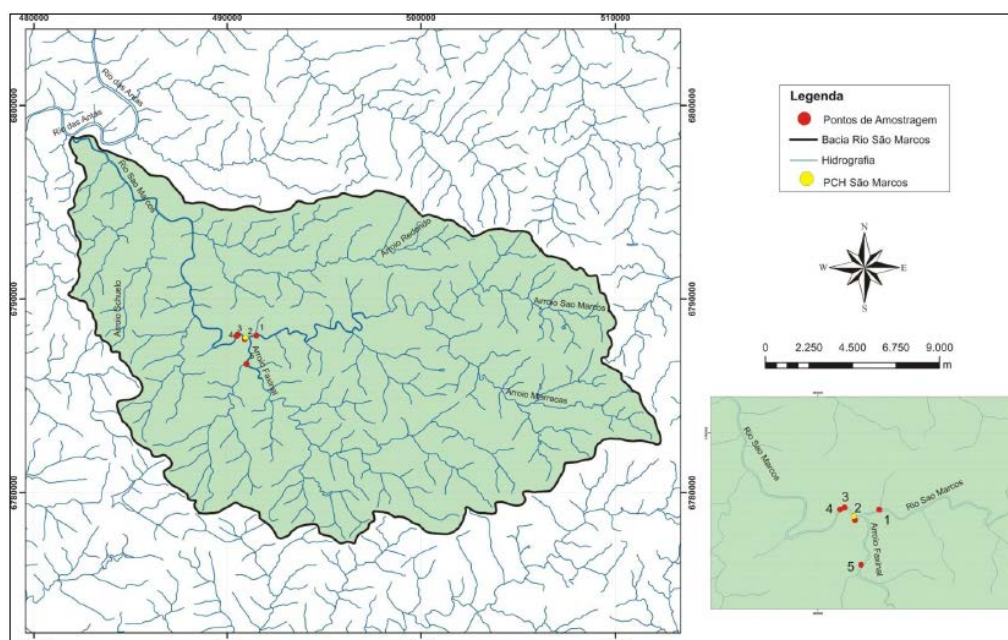


barramento. Foram escolhidos 5 (cinco) pontos de amostragem, cujas características e coordenadas geográficas são apresentadas no Quadro 1. As amostras foram coletadas no período de maio de 2010 a agosto de 2014.

**Quadro 1: Descrição dos pontos de amostragem**

| Ponto | Descrição do ponto  |
|-------|---|
| 1     | <u>Rio São Marcos</u> : montante da foz do Arroio Faxinal, que precede a área de alagado do barramento, localizado na área do camping do Rio São Marcos. Coordenadas geográficas: UTM 491510 e 6788136.                                     |
| 2     | <u>Montante do barramento</u> : montante do barramento, cerca de 20 metros à montante da ponte antiga, na margem direita do rio. Coordenadas geográficas: UTM 490905 e 6787939.   |
| 3     | <u>Alça de vazão reduzida</u> : cerca de 200 metros à montante da casa de máquinas e do canal de fuga, na margem esquerda do rio, correspondendo à alça de vazão reduzida do Rio São Marcos. Coordenadas geográficas: UTM 490539 e 6788170. |
| 4     | <u>Jusante Casa de Máquinas</u> : a 140 metros à jusante da casa de máquinas e do canal de fuga, na margem esquerda do rio. Coordenadas geográficas: UTM 490475 e 6788100.  |
| 5     | <u>Arroio Faxinal</u> : no Arroio Faxinal. Afluente do Rio São Marcos à montante do barramento. Coordenadas geográficas: UTM 491000 e 6786662.  |

A localização dos pontos na Bacia Hidrográfica do Rio São Marcos, pode ser visualizada na Figura 1.



**Figura 1: Localização dos pontos de amostragem na Bacia Hidrográfica do Rio São Marcos**

Fonte: elaborado por Taison Anderson Bortolin, 2010.

A Tabela 1 apresenta os limites de concentração de clorofila *a* e fósforo total para as Classes 2 e 3, conforme Resolução nº 357/05 (BRASIL, 2005) e que serão utilizados para a classificação dos corpos hídricos avaliados.

**Tabela 1: Limites de concentração de clorofila *a* e fósforo total para as Classes 2 e 3**

| PARÂMETRO                 | CONAMA N° 357/05          |                           |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                           | Classe 2                  | Classe 3                  |
| Fósforo total (mg P/L)    | ≤ 0,10 em ambiente lótico | ≤ 0,15 em ambiente lótico |
| Clorofila <i>a</i> (µg/L) | ≤ 30                      | ≤ 60                      |



São considerados neste índice os parâmetros de clorofila *a* e fósforo total. As faixas de classificação utilizadas no índice são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Faixas de classificação do IET

| Valor do IET       | Categorias de Estado Trófico | Características  |
|--------------------|------------------------------|--|
| $IET \leq 47$      | Ultraoligotrófico            | Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.  |
| $47 < IET \leq 52$ | Oligotrófico                 | Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.   |
| $52 < IET \leq 59$ | Mesotrófico                  | Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.  |
| $59 < IET \leq 63$ | Eutrófico                    | Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.                                    |
| $63 < IET \leq 67$ | Supereutrófico               | Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.                            |
| $IET > 67$         | Hipereutrófico               | Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas. |

Fonte: Lamparelli (2004), CETESB (2007) e Portal da Qualidade das Águas (2015).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figura 2 e Figura 3 são apresentados os limites para as classes 2 e 3 da CONAMA n° 357/05, dos parâmetros fósforo total e clorofila *a*, para os 5 pontos analisados em cada uma das 18 campanhas.

Figura 2: Fósforo Total e limites para Classe 2 e 3

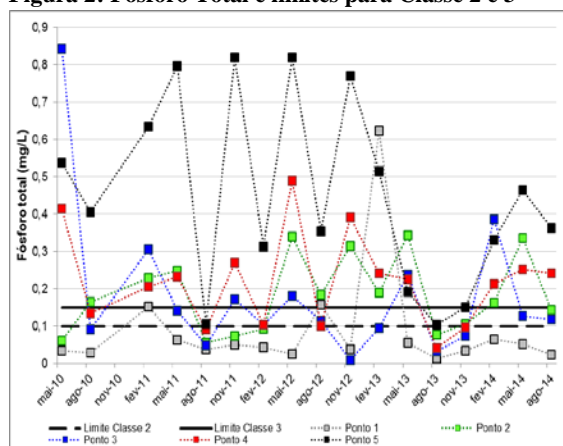
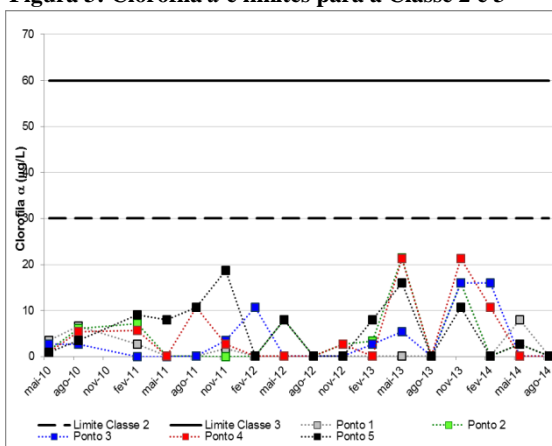


Figura 3: Clorofila *a* e limites para a Classe 2 e 3



Fonte: Elaborado pelos autores



Conforme Danelon, Netto e Rodrigues (2012), o fósforo é um elemento que pode ser encontrado em corpos d'água nas mais variadas formas, como ortofosfatos, polifosfatos e fósforo orgânico. Na natureza é proveniente da dissolução dos solos e decomposição de matéria orgânica, enquanto que por via antrópica, provém do uso de fertilizantes, dejetos de animais, detergentes, despejos domésticos e industriais, dentre outros.

Avaliando a Figura 2, dentre os pontos monitorados, apenas o ponto 1 registrou concentrações de fósforo total abaixo do permitido pela Resolução CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005) para rios Classe 3 e Classe 2, em quase todas as campanhas. Este ponto drena uma área relativamente bem preservada, com algumas lavouras, baixa ocupação antrópica e significativa mata ciliar. O ponto 5, situado no Arroio Faxinal a montante de sua foz no Rio São Marcos, em todas as campanhas realizadas registrou não conformidade de fósforo total para Classe 2. Em apenas duas delas foi atendido o limite para rios Classe 3, como é o caso de agosto/2011 e agosto/2013, o que se atribui da drenagem de uma área com grande presença de residências e indústrias. A alta concentração de fósforo quantificada no ponto 5 por sua vez afeta os pontos 2, 3 e 4, situados no corpo hídrico a jusante da foz do Arroio Faxinal. Nesses pontos, os valores de fósforo total ficaram acima do permitido para rios Classe 2 e Classe 3 na maior parte das campanhas.

Na análise da Figura 3, observa-se que, os resultados de clorofila *a* em todos os pontos mantiveram-se abaixo dos limites estabelecidos tanto para Classe 3 como para Classe 2. A concentração de clorofila *a* está diretamente ligada à quantidade de algas presentes no corpo hídrico. No entanto, as algas só se estabelecerão se tiverem condições adequadas como disponibilidade de nutrientes, luminosidade, altas temperaturas e ambientes calmos. É por essa questão que se faz importante o monitoramento do teor de clorofila, pois este permite avaliar o nível de crescimento do principal agente causador da eutrofização em corpos d'água (OLIVEIRA *et al.*, 2013) e do fósforo por ser um dos principais agentes causador do processo.

Importante lembrar que enquanto a clorofila *a* apresenta a situação atual do sistema, o fósforo dá um indicativo de processos eutróficos que poderão surgir (CETESB, 2007).

A Tabela 3 apresenta o percentual de campanhas em que cada ponto foi classificado quanto ao estado trófico, bem como a média do valor do IET para cada ponto.

**Tabela 3. Percentagem em cada ponto dos estados tróficos e a média do IET.**

| Pontos<br>Estado trófico | Ponto 1     | Ponto 2     | Ponto 3     | Ponto 4     | Ponto 5     |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Ultraoligotrófico        | 53%         | 12%         | 41%         | 35%         | 29%         |
| Oligotrófico             | 0%          | 18%         | 0%          | 0%          | 0%          |
| Mesotrófico              | 29%         | 18%         | 12%         | 12%         | 6%          |
| Eutrófico                | 12%         | 41%         | 12%         | 24%         | 6%          |
| Supereutrófico           | 6%          | 12%         | 29%         | 18%         | 24%         |
| Hipereutrófico           | 0%          | 0%          | 6%          | 12%         | 35%         |
| <b>IET média</b>         | <b>46,3</b> | <b>56,2</b> | <b>51,1</b> | <b>53,6</b> | <b>58,2</b> |

Quanto à análise do IET (Tabela 3), observa-se que os pontos 1, 3 e 4 na maior parte das campanhas foram classificados como ultraoligotrófico, enquanto o ponto 2, foi classificado como eutrófico e o ponto 5 como hipereutrófico. Em relação à média do IET para cada ponto, verifica-se que os pontos 2 e 5 apresentaram em média o pior estado trófico, e o ponto 1 o melhor. É importante lembrar que o ponto 2 recebe contribuição direta do ponto 5 o que explica o segundo pior estado trófico dos pontos analisados. Ao comparar o estado trófico dos pontos 3 e 4, efluentes do ponto 2 (barramento), identifica-se uma média do IET um pouco melhor no ponto 3 (vazão remanescente), possivelmente resultante do poder de autodepuração ocorrente neste trecho. Outra possibilidade é de que a tomada d'água para o acionamento das turbinas esteja carreando uma maior quantidade de fósforo e clorofila *a* derivando em piores resultados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da análise através da Resolução CONAMA nº 357/05 apontaram que as concentrações de fósforo total foram inferiores aos limites das classes 2 e 3, apenas no ponto 1, na maior parte das coletas, indicando um baixo risco potencial de eutrofização. Nos demais pontos amostrados as concentrações foram



superiores aos limites definidos para estas classes, potencializando assim o risco de eutrofização. O parâmetro da clorofila *a* em todas as campanhas e em todos os pontos, foi inferior aos limites definidos para a classe 2. Em relação ao IET os pontos 2 e 5 apresentaram os piores índices, indicando que estes possuem o maior potencial de eutrofização entre os pontos analisados. Há uma potencialização do risco de eutrofização no ponto 2 (reservatório), por ser um ambiente lântico de maior tempo de retenção, além de receber contribuição do ponto 5, favorecendo desta forma o desenvolvimento de algas. O ponto 1 localizado em uma região mais preservada, apresentou a melhor qualidade e o melhor índice de estado trófico. Os resultados obtidos demonstram que o ponto 5, apresentou os maiores valores tanto para clorofila *a* como para o fósforo total, configurando-se como um ponto com altas cargas orgânicas em seu trecho, resultantes da contribuição das atividades antrópicas e favorecendo o alto potencial de eutrofização.

Com base nestes resultados, fica evidente a necessidade de ações que restrinjam principalmente o aporte de fósforo total da área de drenagem do ponto 5, na busca de reduzir na sequência a possível eutrofização dos pontos 2, 3 e 4, que recebem contribuição deste ponto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA / CETESB. Agência Nacional das Águas / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Organizadores: Carlos Jesus Brandão [et al.]. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR N° 9.897**: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro: Brasil, 1987. 14 p.
3. BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm)>. Acesso em: 15 abr. 2015.
4. CARLSON, R.E. **A trophic index for lakes**. *Limnology and Oceanography*. v.22, n.2, p.361-369, 1977.
5. CETESB. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo - 2007**. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo: CETESB, 2008. 537 p. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/publicacoes.asp>. Acesso em: 29 fev. 2012.
6. CONAMA.. **RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005**: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2014.
7. DANELON, J.R.B.; NETTO, F.M. da L.; RODRIGUES, S.C.. **ANÁLISE DO NÍVEL DE FOSFORO TOTAL, NITROGÊNIO AMONÍACAL E CLORETOS NAS ÁGUAS DO Córrego Terra Branca no Município de Uberlândia (MG)**. **Revista Geonorte: Edição Especial**, Amazonas, v. 1, n. 4, p.412-421, jun. 2012. Disponível em: <[http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009\\_ANÁLISE DO NÍVEL DE FOSFORO TOTAL, NITROGÊNIO AMONÍACAL E CLORETOS NAS ÁGUAS DO Córrego Terra Branca no Município de Uberlândia \(MG\).pdf](http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_ANÁLISE%20DO%20NÍVEL%20DE%20FOSFORO%20TOTAL,%20NITROGÊNIO%20AMONÍACAL%20E%20CLORETOS%20NAS%20ÁGUAS%20DO%20CÓRREGO%20TERRA%20BRANCA%20NO%20MUNICÍPIO%20DE%20UBERLÂNDIA%20(MG).pdf)>. Acesso em: 26 set. 2014.
8. LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. 2004. 235p. Tese (Doutorado)–Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004
9. MAIA, A.A.D. **Determinação do Grau de Trofia no Baixo São José dos Dourados por meio da comparação entre dois diferentes Índices de Estado Trófico**. 2011. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Departamento de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira - São Paulo, 2011. Disponível em: <[http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/98047/maia\\_aad\\_me\\_ilha.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/98047/maia_aad_me_ilha.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 03 nov. 2014.
10. NEVEROVA-DZIOPAK, E.; KOWALEWSKI, Z.. Towards methodological problems of trophic state assessment of running waters. **Ecol Chem Eng S**. 2014;21(4):637-650.
11. O.E.C.D. 1982. Eutrophication of Waters. Monitoring. Assessment and Control. O.E.C.D. Paris. 154 pp



12. OLIVEIRA, S.F. et al. Avaliação da concentração de clorofila *a* e do IET durante período chuvoso no Reservatório da Usina Hidrelétrica Barra dos Coqueiros – Caçu GO. In: **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. 2013.
13. Portal da Qualidade das Águas. Indicadores de Qualidade- Índice de Estado Trófico (IET). (2015). Disponível em < <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-estado-trofico.aspx>>. Acesso em: 10 jan. 2015.
14. SALAS, H.J.; MARTINO, P., 1991; A simplified phosphorus trophic state model for warm-water tropical lakes. Wat. Res. 25(3):341-350.
15. TOLEDO JR., A. P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S.J.; AGUDO, E.G. “A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processos de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais”. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária**, 12, 1983, Camboriú. Anais... Camboriú: 1983, p.1-34.