

VI-218 - AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO DO RIO POTI EM TERESINA, PIAUÍ

Otávia Caracas Câmara ⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Estadual do Piauí – UESPI. Especialista em Gestão Ambiental. Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente – UFPI/TROPEN – rede PRODEMA.

Carlos Ernando da Silva ⁽²⁾

Doutor e Mestre pela Universidade Estadual de Campinas. Professor Associado do Departamento de Recursos Hídricos e Geologia Aplicada (DRHGA) - Centro de Tecnologia – UFPI

Lissa Gomes Araujo ⁽³⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Piauí - UFPI

Bruno Duarte Moura ⁽⁴⁾

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Piauí - UFPI

Eliesé Idalino Rodrigues ⁽⁵⁾

Professor da Universidade Federal do Piauí – UFPI / CEAD

Endereço ⁽¹⁾: Rua Ricardina Neiva, 130 – Catavento – Picos - Piauí - CEP: 64600-000 - Brasil - Tel: +55 (89) 9985-7393 - Fax: +55 (89) 3422-4403 - e-mail: otavia.caracas@hotmail.com

RESUMO

O processo de eutrofização artificial é o principal problema que os recursos hídricos sofrem atualmente. É um dos exemplos mais visíveis das alterações que o homem pode causar ao meio ambiente; desta forma, o principal objetivo é avaliar o processo de eutrofização que o rio Poti sofre, classificando o seu nível trófico, caracterizando os principais gêneros de Chlorophyta influenciadas pelo processo de eutrofização do rio e correlacionando com o índice de precipitação e o nível de eutrofização. O estudo compreende a porção mais a jusante da bacia hidrográfica do rio Poti, no município de Teresina, PI. Com 6 pontos de monitoramento ao longo de 35 km do rio, sendo a parte mais a montante caracterizada por uma região com baixo índice de urbanização, adentrando-se à malha urbana até o encontro com o rio Parnaíba. O monitoramento teve periodicidade mensal e as coletas foram realizadas na parte central do rio. As amostras foram coletadas, armazenadas e preservadas de acordo com as recomendações para cada variável de qualidade. As variáveis físico-químicas e biológicas foram pré-definidas para análise do grau de trofia, através do IET (Índice do Estado Trófico) e incluem: fósforo total, nitrato e clorofila-*a* fitoplânctônica. O processo de eutrofização foi correlacionado com a vazão do rio, considerando regime de precipitação na área de abrangência (período chuvoso, intermediário e seco). As técnicas analíticas utilizadas estão preconizadas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed (APHA; AWWA; WPCF, 1995). Os parâmetros analisados sofreram grandes alterações, isso se deve ao fato de se tratar de um ambiente aquático que sofre constantes modificações em seu percurso, provocadas pelas atividades antrópicas e naturais.

PALAVRAS-CHAVE: Eutrofização, classificação, recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

O processo de eutrofização artificial (resultante das atividades humanas) é o principal problema que as águas superficiais enfrentam nos dias de hoje (ESTEVES, 1998). É um dos exemplos mais visíveis das alterações que o homem pode causar ao meio ambiente. O controle da carga de nutrientes nos corpos d'água não é de simples implementação, e requer grandes investimentos de recursos financeiros e conscientização ambiental da população. Com o passar do tempo, acumulam-se nutrientes, que acarreta em um desenvolvimento cada vez maior das populações de fitoplâncton, observando-se com frequência o aparecimento de *blooms* de algas (WETZEL, 1993).

O monitoramento da qualidade da água de uma bacia hidrográfica é um dos principais instrumentos de base de uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos, pois funciona como indicativo que possibilita o acompanhamento do processo de uso dos recursos hídricos, apresentando seus efeitos sobre as características qualitativas das águas, visando subsidiar as ações de controle ambiental. Um dos instrumentos do

gerenciamento de recursos hídricos (Lei nº 9.433) é o enquadramento dos corpos de água em classes. Isso demanda o conhecimento da qualidade das águas e suas influências ambientais e antrópicas que podem alterá-la. Conforme o art. 2º, Inciso XXV dessa lei, o monitoramento visa verificar os padrões de qualidade de água de forma contínua ou periódica, de forma a acompanhar a evolução da qualidade hídrica dos corpos d'água.

Os recursos hídricos são sistemas complexos que possuem vários componentes interligados, destacando-se o componente geológico e geomorfológico, que compõe o modelo de base física, os componentes climáticos e hidrológicos, que são reguladores abióticos fundamentais do conjunto, através de regimes de precipitação, qualidade da água entre outros (MAITRE; COLVIN, 2008).

Os despejos domésticos, industriais e fertilizantes químicos contribuem para disponibilidade de elementos inorgânicos, como compostos nitrogenados e fosfatos, contribuindo para o processo de eutrofização dos corpos d'água, ou seja, o crescimento exagerado de organismos autotróficos, particularmente algas planctônicas (fitoplâncton) e ervas aquáticas (macrófitas) (VALENTE; PADILHA; SILVA, 1997).

A deterioração da qualidade da água dentro de um rio indica que o ambiente encontra-se em processo de eutrofização, sofrendo descargas domésticas que podem conter entre outras substâncias, resíduos de detergentes e uma propagação rápida de substâncias orgânicas, principalmente de algas; é causada por um aumento desses nutrientes. Como resultado, a vida aquática é afetada por depleção de oxigênio (VALENTE; PADILHA; SILVA, 1997).

A eutrofização é um dos estados da sucessão natural dos ecossistemas de rios. À medida que o tempo passa, acumulam-se nutrientes, que, por sua vez, acarreta em um desenvolvimento cada vez maior das populações de fitoplâncton, observando-se com frequência o aparecimento de blooms de algas (WETZEL, 1993).

Von-Sperling (2000) descreveu que a relação (razão) entre as concentrações de nitrogênio e de fósforo permite concluir sobre a ocorrência do nutriente limitante no processo de eutrofização. A proporção de carbono, nitrogênio e fósforo nas células das microalgas, de acordo com a razão de Redfield é 106:16:1 (TURNER et al., 1998). Valores dessa razão acima de 16 indicam o fósforo como limitante, enquanto que valores abaixo de 16 indicam o nitrogênio como fator limitante para o crescimento do fitoplâncton.

Relata Maane-Messai et al. (2010) que a maioria das variações sazonais ocorridas em um corpo hídrico podem ser explicada através das mudanças climáticas e, principalmente, pelas variações na precipitação. Entretanto, segundo relatos dos pesquisadores, estas alterações na precipitação possuem um efeito significativo sobre as concentrações de poluentes nos corpos hídricos, seja trazendo mais nutrientes ou diluindo as concentrações já existentes.

A capacidade de auto-purificação depende de vários fatores como: volume e velocidade da vazão, concentração de poluentes, taxa de composição dos poluentes, dentre outros (GUOLIANG-WEI. et al., 2009).

A chuva é o principal agente regulador dos cursos de água, tendo em vista que as variáveis consideradas na qualidade da água podem sofrer influência do meio externo através da ocorrência de atividades antrópicas e do regime de precipitação. Com isso, espera-se que ela seja também uma importante variável a ser considerada em estudos envolvendo a qualidade da água de rios.

Desta forma, a avaliação do processo de eutrofização do rio Poti, através do seu monitoramento qualitativo, constrói a base para decisões de caráter múltiplo e integrado dos seus recursos, de forma a minimizar os impactos ambientais e possibilitar a avaliação conjunta das características da água, em conformidade com os usos estabelecidos; além disso, define projetos de recuperação e identificação do grau de poluição existente.

Almeja-se neste trabalho definir o processo de eutrofização que o rio Poti sofre, classificando o seu nível trófico, caracterizando as principais Chlorophyta que influenciam no processo de eutrofização do rio e correlacionando com o índice de precipitação e o nível de eutrofização.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o monitoramento da avaliação do processo de eutrofização do rio Poti, foram definidos seis pontos de coleta conforme mostra a tabela 1 distribuídos ao longo de 35 km, compreendendo parte das zonas rural e urbana de Teresina, levando-se em consideração a acessibilidade a tais pontos, ilustrado na figura 1.

Tabela 1: Pontos de amostragem no rio Poti, em Teresina-PI.

Ponto	Nome	Latitude	Longitude
P – 0	Usina Santana (controle)	- 5° 10' 12,55"	- 42° 40' 59,44"
P – 1	Ponte rodoviária	- 5° 06' 53.28"	- 42° 46' 41.97"
P – 2	Ponte Wall Ferraz	- 5° 05' 40.77"	- 42° 46' 49.06"
P – 3	Ponte Juscelino Kubitschek	- 5° 04' 57.23"	- 42° 47' 41.23"
P – 4	Ponte Primavera	- 5° 03' 49.41"	- 42° 48' 25.36"
P – 5	Ponte M. G. Castelo Branco	- 5° 02' 00.94"	- 42° 49' 44.02"

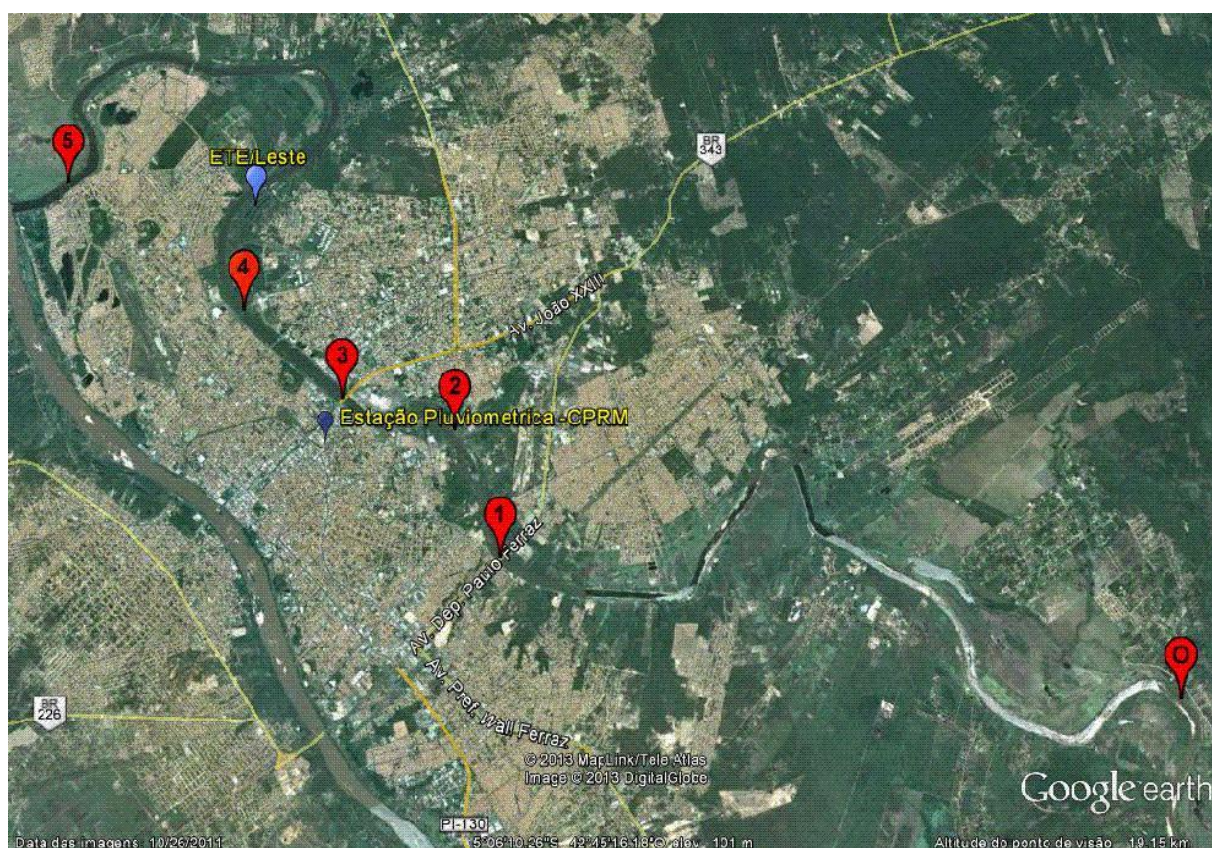


Figura 1: Localização dos pontos de coleta, ao longo do rio Poti, em Teresina-PI.

As campanhas de coleta foram realizadas mensalmente no período compreendido entre setembro de 2012 a fevereiro de 2013. As amostras coletadas foram armazenadas em frascos de vidro de 250 mL recobertos com papel alumínio e galões de 5 L, transportadas em caixa isopor com gelo até o Laboratório de Saneamento do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Piauí.

A coleta para determinação das principais Chlorophyta influenciadas por esse processo de eutrofização foi realizada no mês de março de 2013, considerado o mês com maior índice de precipitação na região (IBGE, 2010). A identificação taxonômica ocorreu com auxílio de bibliografias especializadas, nacionais e estrangeiras, como Bicudo e Menezes (2006), dentre outros.

Foram analisados três principais parâmetros a fim de determinar o processo de eutrofização sofrido pelo rio: nitrato ($\mu\text{g/L}$), fósforo total ($\mu\text{g/L}$) e clorofila-*a* fitoplanctônica ($\mu\text{g/L}$). A determinação da concentração de nitrato, fósforo total e clorofila-*a* seguiu as diretrizes do Standard Methods (APHA; AWWA; WPCF, 1995).

Para o desenvolvimento deste estudo, optou-se pela utilização do Índice do Estado Trófico - IET, modificado por Lamparelli (2004), sendo estabelecido para ambientes lóticos, utilizando as seguintes equações.

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((-0,7 - 0,6 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2)) - 20 \quad \text{equação (1)}$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln \text{PT})) / \ln 2)) - 20 \quad \text{equação (2)}$$

$$\text{IET} = [\text{IET (PT)} + \text{IET (CL)}] / 2 \quad \text{equação (3)}$$

onde:

PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em µg/L;

CL: concentração de clorofila-*a* medida à superfície da água, em µg/L;

ln: logaritmo natural.

Para a interpretação dos resultados, os pontos foram classificados conforme os resultados obtidos no IET. Utilizadas as médias geométricas das concentrações de fósforo total e clorofila-*a* fitoplanctônica para cálculo do IET (PT) na equação 1 e IET (CL) equação 2, sendo o IET final equação 3 resultante da média aritmética simples dos índices.

Os limites estabelecidos para as diferentes classes de trofia de rios estão descritos na tabela 2.

Tabela 2 - Classificação do Estado Trófico para rios segundo o Índice de Carlson modificado.

Categoria (Estado Trófico)	Ponderação
Ultraoligotrófico	$\text{IET} \leq 47$
Oligotrófico	$47 < \text{IET} \leq 52$
Mesotrófico	$52 < \text{IET} \leq 59$
Eutrófico	$59 < \text{IET} \leq 63$
Supereutrófico	$63 < \text{IET} \leq 67$
Hipereutrófico	$\text{IET} > 67$

(Fonte: CETESB, 2008)

Para correlação com o índice de precipitações, foi feito levantamento de informações de dados mensais de precipitação no perímetro urbano de Teresina, junto a Companhia de Pesquisas em Recursos Minerais (CPRM), para assim correlacionar o perfil de precipitação da área de estudo com as variáveis do processo de eutrofização sofrido pelo o corpo hídrico. Essa precipitação foi levada em conta como representativa de toda a bacia hidrográfica do rio Poti, embora a cidade de Teresina se encontre somente em sua porção mais a jusante.

Para a definição do nitrogênio e do fósforo como fatores limitantes para o crescimento do fitoplâncton, utilizou-se a razão de Redfield, de 106:16:1 (TURNER et al., 1998). Valores acima de 16 indicam o fósforo como limitante, enquanto que valores abaixo de 16 indicam o nitrogênio como fator limitante para o crescimento do fitoplâncton.

RESULTADOS DO ÍNDICE DE PRECIPITAÇÃO E OS PARÂMETROS ANALISADOS

Os parâmetros analisados sofreram grandes alterações como pode ser visto na tabela 3, isso se deve pelo fato de se tratar de um ambiente aquático que sofre constantes modificações em seu percurso, provocadas pelas atividades antrópicas e naturais.

Tabela 3: Valores médios dos parâmetros, no rio Poti, em Teresina-PI.

Parâmetros	Unidade	P-0	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
Fósforo total	µg/L	78,600	127,585	162,985	82,800	158,114	253,757
Clorofila - <i>a</i>	µg/L	30,402	52,542	41,774	61,001	78,400	219,857
Nitrato	µg/L	57,257	71,414	99,885	122,185	102,271	120,657
Razão N:P	-	0,728	0,559	0,612	1,475	0,646	0,475

Os pontos 4 e 5 possuem os maiores índices, estes estão localizados na área urbana da cidade, onde sofrem maior influência dos dejetos lançados sem tratamento, nutrientes inorgânicos que favorecem o processo de eutrofização sofrido pelo rio.

É possível observar que os valores da razão N:P ficaram bem abaixo de 16, ou seja, o nutriente limitante para o fitoplâncton no rio Poti é o nitrato e não o fósforo, que se encontra em concentrações bem elevadas.

Constatou-se que, quando tem início o período chuvoso no percurso do rio, os parâmetros também diminuem, isso provavelmente se deve ao aumento da vazão do rio de acordo com a figura 2.

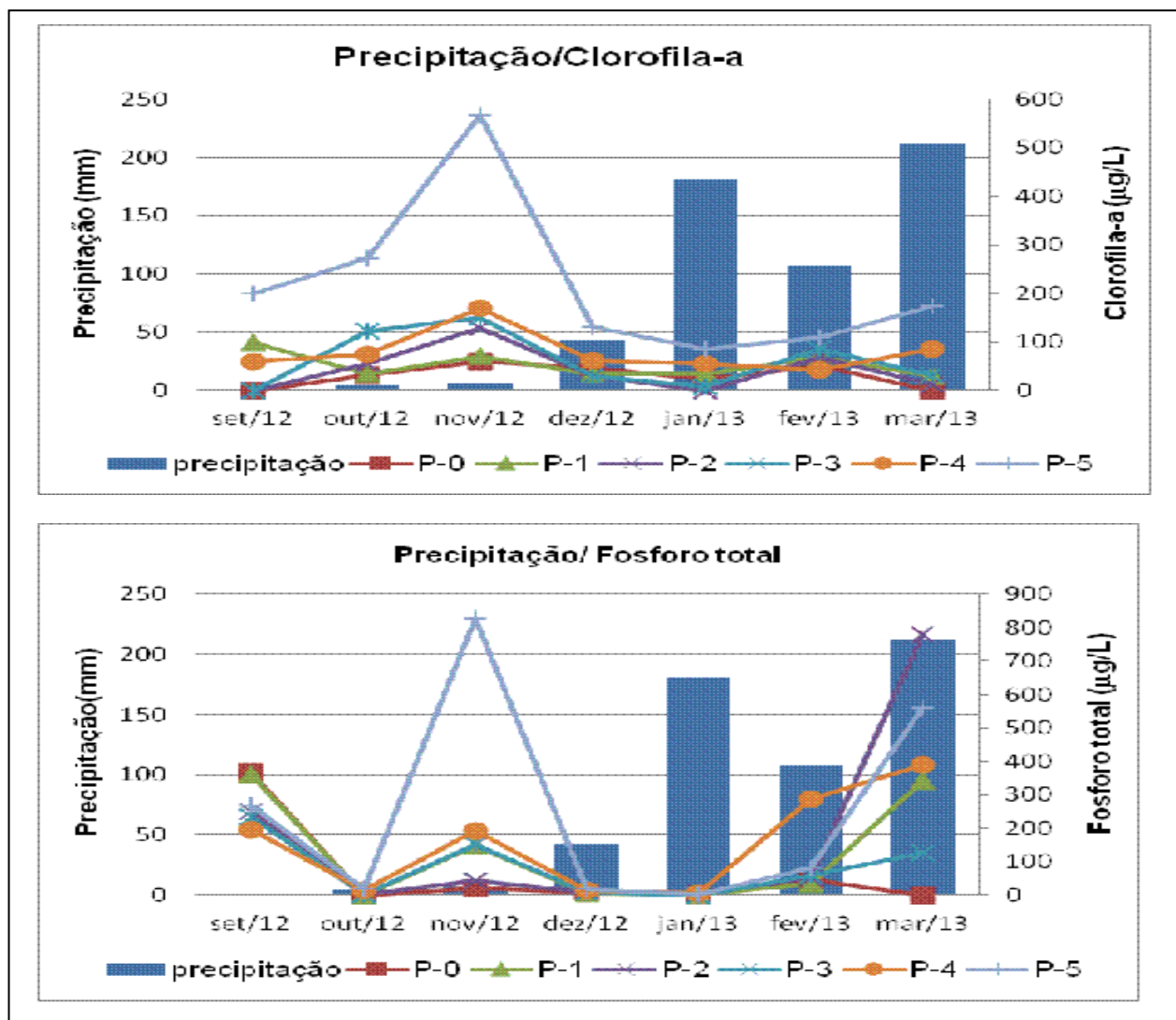


Figura 2: Correlação entre o índice pluviométrico e os parâmetros utilizados para a determinação do IET, no rio Poti, em Teresina-PI.

RESULTADO DA DETERMINAÇÃO DA PRESENÇA DE CHLOROPHYTA

As Chlorophyta também são chamadas de algas verdes e é considerado o mais numeroso e diversificado grupo de algas, sua grande maioria é de água doce. São grandes produtoras de clorofila, por isso são altamente fotossintetizantes.

Para a determinação das principais Chlorophyta influenciadas pela eutrofização, foi realizada uma coleta no período chuvoso, sendo identificados os seguintes gêneros apresentados no quadro 1.

Quadro 1: A presença de microalgas Chlorophyta nos pontos de coleta, no rio Poti, em Teresina-PI.

Pontos de coleta	Chlorophyta – Gêneros
P-0	-
P-1	<i>Ankistrodesmus</i>
P-2	<i>Staurastrum</i> <i>Micractinium</i>
P-3	<i>Microspora</i> <i>Pediastrum</i>
P-4	<i>Pediastrum</i>
P-5	<i>Microspora</i>

No ponto 0, localizado na zona rural do percurso, não foram encontradas microalgas verdes, já nos demais pontos ocorreu a presença. Também é nos demais que se encontra a maior concentração de clorofila-*a* fitoplanctônica.

RESULTADO DO IET

A classificação trófica pelo Índice de Estado Trófico – IET mostra que o regime de precipitação está diretamente ligado ao valor do IET, visto na figura 3.

O mês de março de 2013 mostra-se diferente dos demais, isso porque os dias chuvosos ocorreram depois da data da coleta para análise, ou seja, no dia da coleta o índice de precipitação estava mais baixo.

O curso do rio apresenta uma elevação do IET; quando passa pela malha urbana, este aumenta significativamente, principalmente observado nos pontos 4 e 5 mostrado na figura 3.

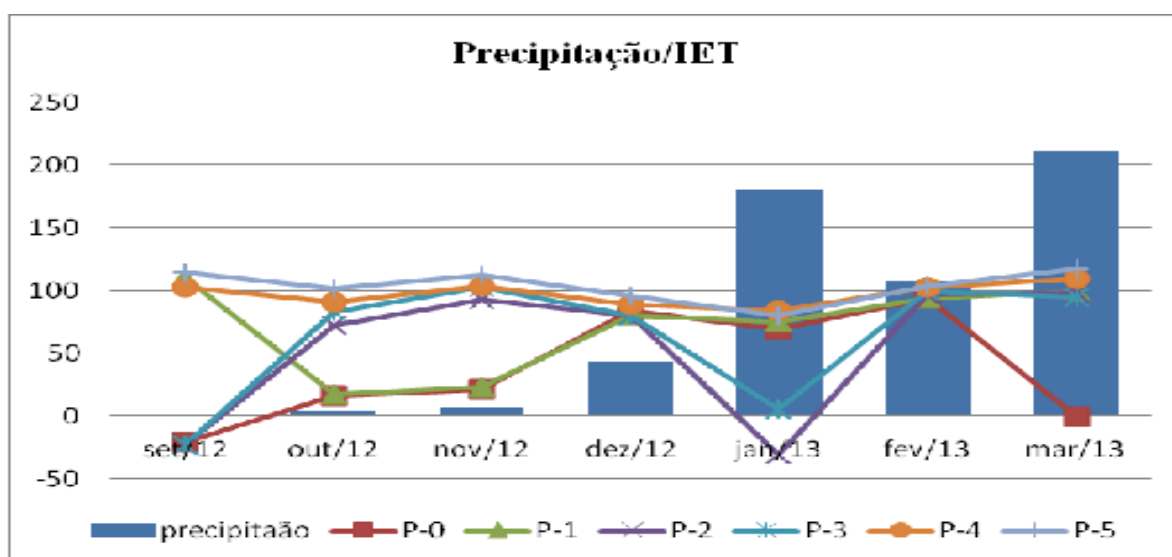


Figura 3: Correlação entre o índice de precipitação e o IET, no rio Poti, em Teresina-PI.

CONCLUSÕES

O monitoramento realizado mostra uma tendência ao crescimento do nível trófico, isso ocorre porque, ao entrar na malha urbana, o corpo hídrico começa a receber efluentes sem tratamento e depois da sua principal estação de tratamento de esgoto esse índice continua sendo elevado, mostrando assim que o tratamento feito não elimina os nutrientes causadores do processo de eutrofização.

A elevação dos índices de fósforo total e clorofila-*a* fitoplanctônica diminui com o aumento da precipitação, com isso também diminui o processo de eutrofização. Para essa determinação, deve ser observada no dia da coleta a situação em que o rio se encontra, já que se trata de um meio que sofre mudanças constantes.

A presença de grande quantidade de Chlorophyta, algas fotossintetizantes que produzem o pigmento clorofila, está ligada ao elevado nível de clorofila-*a*, indicando o crescimento dessas algas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA; AWWA; WPCF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th ed. Washington: American Public Health Association. 1995.
2. BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. (Orgs). Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. 2.ed. São Carlos: RiMa, 2006.
3. CARLSON, R. E., 1977, A trophic state index for lakes. Limnol. Oceanogr., 22: 361-369.
4. CETESB (2008). Índices de Qualidade das águas, Critérios de Avaliação da Qualidade dos Sedimentos e Indicador de Controle de Fontes. CETESB- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo.
5. CUPP, E. E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of the North America. Califórnia Scripps University of Califórnia, v.5, n.1: 1- 238, 1943
6. GUOLIANG-WEI et al. Impact of Dam Construction on Water Quality and Water Self-Purification Capacity of the Lancang River, China. Water Resour Manage (2009) vol.23. p.1763–1780
7. IBGE. Censo demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
8. JONES, J. G. A guide to methods for estimating microbial numbers and biomass in freshwaters. London, Freshwater Biological Association, 1979, nº39, 112 p.
9. KOMARÉK, J.; ANAGOSTINIDIS, K. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 4- Nostocales. Algological Studies, Stuttgart, v. 50/53, p. 327-472. Jun./Dez., 1989.
10. LAMPARELLI, M. C. Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. 238f. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, São Paulo, 2004.
11. MAANE-MESSAI, S et al. Spatial and Temporal Variability of Water Quality of an Urbanized River in Algeria: The Case of Soummam Wadi. In: Water Environment Research (2010). Vol. 82, Number 8, p.742-749.
12. MAITRE, David C Le; COLVIN, Christine A. Assessment of the contribution of groundwater discharges to rivers using monthly flow statistics and flow seasonality. Água SA (Online) vol.34 no.5 Pretória outubro 2008. Disponível em: < http://www.scielo.org.za/scielo.php?pid=S1816-9502008000500004&script=sci_arttext>. Acesso 08 mar. de 2013.
13. MMA/PNUD. Agenda 21 Brasileira: Bases para discussão. Brasília: MA/PNUD, 2000.
14. TOMAS, C. R. Identifying Marine Phytoplankton. Califórnia: Academic Press. 1997.
15. TURNER, R.E.; QURESHI, N.; RABALAIS, N.N.; DORTCH, Q.; JUSTIE D.; SHAW, R.F.; COPE J. Fluctuating silicate:nitrate ratios and coastal plankton food webs. Proc. Nat. Acad. of Sci., v. 95, n. 22, p. 13048-13051, 1998.
16. VALENTE, J. P. S. ; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. Contribuição da cidade de Botucatu - SP com nutrientes (fósforo e nitrogênio) na eutrofização da represa de Barra Bonita. Eclética Química. v.22, São Paulo, mai./out., 1997.
17. VON-SPERLING, E. Avaliação do Estado Trófico de Lagos e Reservatórios Tropicais. Bio-Engenharia Sanitária e Ambiental. Encarte Técnico, Ano 11, p. 68 – 76, 1994.
18. WETZEL, R. G., Limnologia. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa. 1993.