

IV-051 – A INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO NA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO POTI EM TERESINA-PI

Livânia Norberta de Oliveira ⁽¹⁾

Geógrafa pela Universidade Federal do Piauí-UFPI. Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela UFPI e a 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

Endereço ⁽¹⁾: Avenida universitária, 176 - Ininga - Teresina - PI - CEP: 64049-550 - Brasil - Tel: (86) 3215-5535 - e-mail: livaniageo@hotmail.com

Endereço ⁽²⁾: Campus universitário Petrônio Portela – Ininga – Teresina – PI - CEP: 64049-550 – Brasil – Tel: (86) 3215-5698 – e-mail: carlosernando@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência da precipitação na qualidade das águas da bacia hidrográfica do rio Poti na cidade de Teresina, PI, Brasil. Foram realizadas coletas mensais em sete pontos, do P-0 ao P-6, ao longo de 35 km, no período compreendido entre abril de 2009 a dezembro de 2010. Com análise de 10 parâmetros que somados compõem o Índice de Qualidade das Águas (IQA), proveniente da resolução CONAMA nº 357, de março de 2005, sendo eles: pH; oxigênio dissolvido (OD); condutividade; temperatura da água; nitrato; fosfato totais; coliformes termotolerantes; demanda bioquímica de oxigênio (DBO); turbidez e sólidos totais. Os resultados indicaram que a qualidade das águas variou entre regular e bom, apresentando uma queda na qualidade conforme a entrada do rio no perímetro urbano. Havendo influência da precipitação no IQA, pois nos períodos de estiagens IQA demonstrou um melhor resultado que no período chuvoso.

PALAVRAS-CHAVE: Precipitação, Qualidade da Água, Rio Poti, Teresina.

INTRODUÇÃO

O regime de chuvas no Brasil apresenta uma sazonalidade marcante evidenciando uma estação seca e outra chuvosa que acontece em épocas diferentes de acordo com a localização geográfica. A região nordeste em especial a semi-árida sofre com longa estiagem de chuvas, que pode afetar as concentrações das variáveis físico-químicas presentes nos rios (ANA, 2009).

Os rios são considerados sistemas complexos, hierárquicos, que possuem três componentes principais interligados: o componente geológico e geomorfológico que constitui o modelo de base física, os componentes climáticos e hidrológicos, que são controladores abióticos fundamentais do sistema, através de regimes de vazão, qualidade da água e temperatura da água (MAITRE; COLVIN, 2008).

Comenta Maane-Messai *et al*, (2010) que a maioria das variações temporais da qualidade da água podem ser explicada através das variações climáticas e, principalmente, pelas variações na precipitação. Pois em uma escala global, as variações sazonais de precipitação possuem um efeito significativo sobre as concentrações de poluentes nos rios.

Em estudo sobre a qualidade da água do rio Pisuerga, localizado na região de Castilla y León (Centro-Norte da Espanha), interpreta Vega *et al* (1998) que fatores como a precipitação, o escoamento superficial e o interfluxo, influenciam no fluxo do rio, reforçando que as variações sazonais desses fatores possui forte efeito sobre as vazões e conseqüentemente, sobre a concentração de poluentes nas águas dos rios.

Dessa forma a concentração de poluentes orgânicos de um rio está estreitamente correlacionada com regime de vazão e a temperatura da água. Sua capacidade de auto-purificação depende de vários fatores como: o volume e velocidade da vazão, concentração de poluentes, taxa de composição dos poluentes dentre outros (GUOLIANG WEI. *et al*. 2009).

Segundo Nímer (1989) *apud* Lima (2002), o regime de chuvas de Teresina-PI é predominantemente torrencial, devido às condições da circulação regional das massas de ar que definem as variações da posição do CIT (Convergência intertropical), que se desloca numa pequena faixa de latitudes em torno do Equador geográfico, passando sobre a área continental do nordeste brasileiro entre o verão e o outono, quando provoca grande incidência de chuvas e trovoadas.

No período seco a massa de ar dominante sobre a região em que se encontra Teresina corresponde à Massa Atlântica, que se caracteriza por ser seca e estável, produzindo pouca ou nenhuma pluviosidade. Ocorrem também chuvas convectivas, que geralmente caem de forma pontuada e descontínua no espaço, atingindo uns bairros e outros não, em função do aumento da evaporação pelo calor elevado nessas áreas (LIMA, 2002).

Teresina está localizada na confluência de dois importantes rios federais, o Parnaíba e o Poti. O rio Poti é um dos maiores afluentes do rio Parnaíba. Sua bacia abrange parte do Estado do Ceará, e sua maior área de drenagem está no Estado do Piauí.

Tendo em vista que as variáveis que discriminam a qualidade da água podem sofrer influência do meio externo através da ocorrência de precipitação, por ser a chuva o principal agente regulador dos cursos de água. Espera-se que ela seja também uma importante variável a ser considerada em estudos envolvendo a qualidade da água de rios.

O monitoramento qualitativo se constrói a base para decisões de caráter múltiplo e integrado dos recursos hídricos, de forma a minimizar os impactos ambientais e possibilitar a avaliação conjunta das características da água, em conformidade com os usos estabelecidos além de definir projetos de recuperação e identificação do grau de poluição existente.

Por não haver nenhum estudo focando a influência da precipitação na qualidade da água do rio Poti, e considerando de grande relevância o monitoramento da qualidade da água deste rio. Almeja-se nesse trabalho fazer uma avaliação quantitativa da influência da precipitação na qualidade da água do Rio Poti em Teresina.

O trabalho foi executado a partir do levantamento de dados pluviométricos de Teresina, junto a Embrapa Meio Norte que monitora a estação agrometeorológica de Teresina e a Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMAR), associado ao monitoramento mensal de dez variáveis de qualidade da água do rio Poti no perímetro urbano de Teresina. Posteriormente, foi realizada a correlação da precipitação acumulada com as variáveis de qualidade da água.

Dos estudos realizados, concluiu-se que a água do rio Poti encontra-se entre boa e razoável para uso da população segundo cálculo simples do IQA, havendo influência do resultado do IQA com o índice de precipitação.

O desenvolvimento desse trabalho conta com o apoio do CNPQ e do laboratório de saneamento do Centro de Tecnologia da UFPI.

MATERIAIS E MÉTODOS

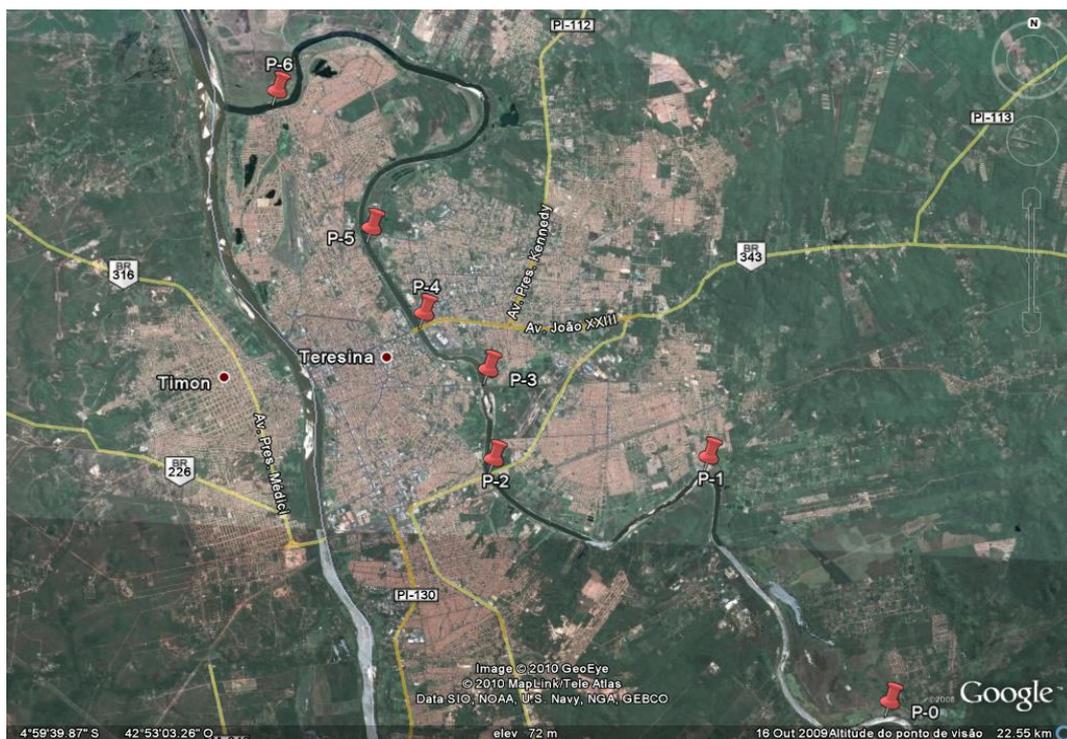
A realização desta pesquisa foi feita em diferentes fases, tais como levantamento bibliográfico e documental referente à bacia do rio Poti, junto à Agência Nacional de Águas (ANA), a Companhia de Pesquisas em Recursos Minerais (CPRM) e a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMAR).

Para o levantamento de informações referentes ao crescimento urbano de Teresina, e aos índices pluviométricos nessa cidade foi feito junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), cuja estação meteorológica de Teresina é monitorada pela EMBRAPA Meio Norte.

Para o monitoramento da qualidade da água do rio Poti foram definidos sete pontos de coleta (tabela 1) distribuídos ao longo de 35 km, compreendendo parte das zonas rural e urbana de Teresina, levando-se em consideração a acessibilidade a estes pontos (Figura 1).

Tabela 1 – Pontos de amostragem no rio Poti

Ponto	Nome	Latitude	Longitude
P-0	Usina Santana	-5°10'12,55"	-42°40'59,44"
P-1	Curva São Paulo	-5° 6'44.88"	-42°43'52.97"
P-2	Ponte rodoviária	-5° 6'53.28"	-42°46'41.97"
P-3	Ponte Wall Ferraz	-5° 5'40.77"	-42°46'49.06"
P-4	Ponte Juscelino Kubitschek	-5° 4'57.23"	-42°47'41.23"
P-5	Ponte Primavera	-5° 3'49.41"	-42°48'25.36"
P-6	Ponte M. G. Castelo Branco	-5° 2'0.94"	-42°49'44.02"

**Figura 1 – Localização dos pontos de coleta.**

Fonte: Google Earth, 2010.

Foram analisados dez parâmetros de qualidade que juntos compõem o IQA: Oxigênio Dissolvido (OD) mg/L, pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) mg/L, Nitrato (mg/L), Fosfato Totais (mg/L), Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL), Temperatura (°C), Turbidez (NTU), Condutividade Elétrica (µS/cm) e Sólidos Totais (mg/L).

Neste estudo, optou-se pela utilização do IQA Produtório, por ser considerado uma ferramenta mais fidedigna para avaliação das águas naturais. Utilizando a seguinte equação,

$$IQA_{\text{Produtório}} = \prod_{i=1}^{i=8} q_i^{w_i} \quad (1)$$

onde:

qi: nota de qualidade do parâmetro

wi: peso relativo do parâmetro de qualidade.

A nota de qualidade de cada parâmetro foi estabelecida através de curvas de variação que relacionam seu respectivo valor a uma nota que varia de 0 a 100. As notas de qualidade foram obtidas com auxílio do sitio Water Quality Index: <<http://www.water-research.net/watrqualindex/index.htm>> que utiliza dos pesos relativos

de cada parâmetro demonstrados na Tabela 2. A classificação da qualidade da água segundo os valores do IQA apresentados na Tabela 3.

Tabela 2 – Parâmetros de qualidade e seus pesos relativos.

Parâmetros	Pesos Relativos (wi)
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	0,19
Coliformes fecais (NMP/100 mL)	0,18
pH	0,12
DBO _{5,20} (mg/L)	0,12
Fosfato Total (mg/L)	0,11
Nitrato (mg/L)	0,11
Turbidez (NTU)	0,09
Sólidos Totais (mg/L)	0,08

Fonte: Water Quality Index, 2010.

Tabela 3 – Classificação do IQA.

Faixas de IQA	Classificação da qualidade da água
0 – 25	Muito Ruim
26 – 50	Ruim
51 – 70	Regular
71 – 90	Bom
91 – 100	Excelente

As campanhas de coleta foram realizadas mensalmente no período compreendido entre abril de 2009 a dezembro de 2010. As amostras coletadas foram armazenadas em sacos plásticos esterilizados de 150 ml e galões de 5 litros, transportadas em caixa isopor com gelo até o Laboratório de Saneamento do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Piauí.

Os valores de pH, Temperatura e Oxigênio Dissolvido, foram medidos *in loco*, com o uso do pHmetro, marca WTW, modelo 330i e oxidímetro portátil da marca HANNA, modelo HI 9146. A determinação da turbidez foi realizada em laboratório com o auxílio de um turbidímetro portátil da marca ALPHAKIT.

A condutividade elétrica e a concentração de Oxigênio inicial e final para quantificação da Demanda Bioquímica de Oxigênio foi realizada com o uso do medidor Multiparâmetro de Bancada, marca WTW, modelo Multi 720. A determinação da concentração de Nitrato, Fosfato e Sólidos Totais seguiu as diretrizes do Standard Methods (APHA, 2005).

Para a determinação de coliformes termotolerantes utilizou-se o método cromogênico (tecnologia do substrato definido), utilizando-se substrato Colilert (APHA, 2005). Sendo utilizadas as cartelas contendo 97 células (IDEXX Quanti-Tray/2000), que permitem a contagem de coliformes na faixa de 1 a 2419. Após o selamento, as cartelas foram incubadas a 35° C (\pm 5°C) por um período de 24 horas. A leitura dos coliformes termotolerantes foi feita com uso de luz ultravioleta, onde é considerada positivas as células das cartelas que apresentam coloração amarela/fluorescente.

Para correlacionar a qualidade da água do rio Poti com a variabilidade sazonal das precipitações, foi feito levantamento de informações de dados mensais de precipitação no perímetro urbano de Teresina, junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e a Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMAR), tanto no período de realização desta pesquisa, como num período histórico dos últimos trinta anos, para assim correlacionar o perfil de precipitação da área de estudo com as variáveis de qualidade do corpo hídrico.

RESULTADOS DA VARIAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

Observando a série histórica de precipitação dos últimos trinta anos em Teresina (figura 2) verifica-se que a média sazonal da precipitação tende a ser maior entre os meses de fevereiro a abril, tendo seu maior índice em março, e seus menores índices entre junho e outubro, chegando a zero os valores de precipitação no mês de agosto. O que consequentemente influencia na sazonalidade da vazão dos rios existentes na cidade, bem como nas variáveis de qualidade da água.

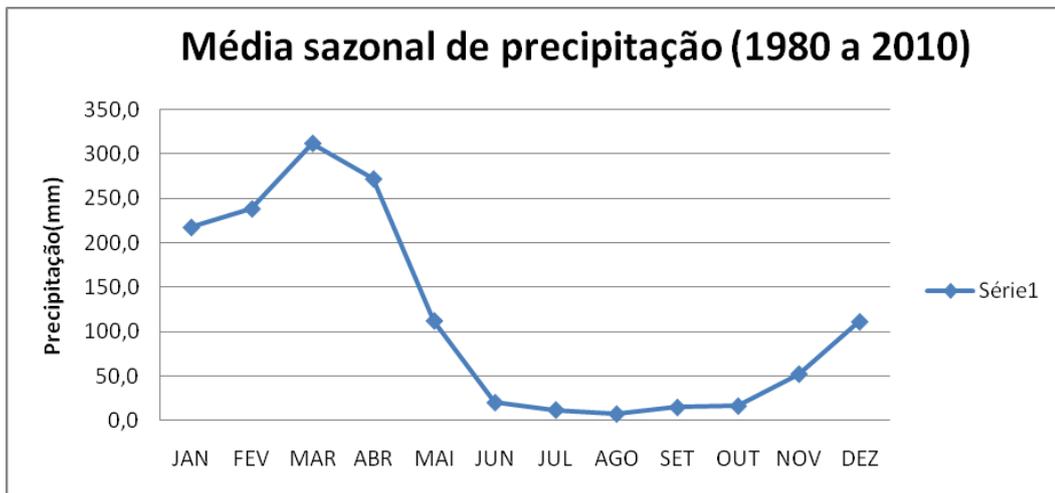
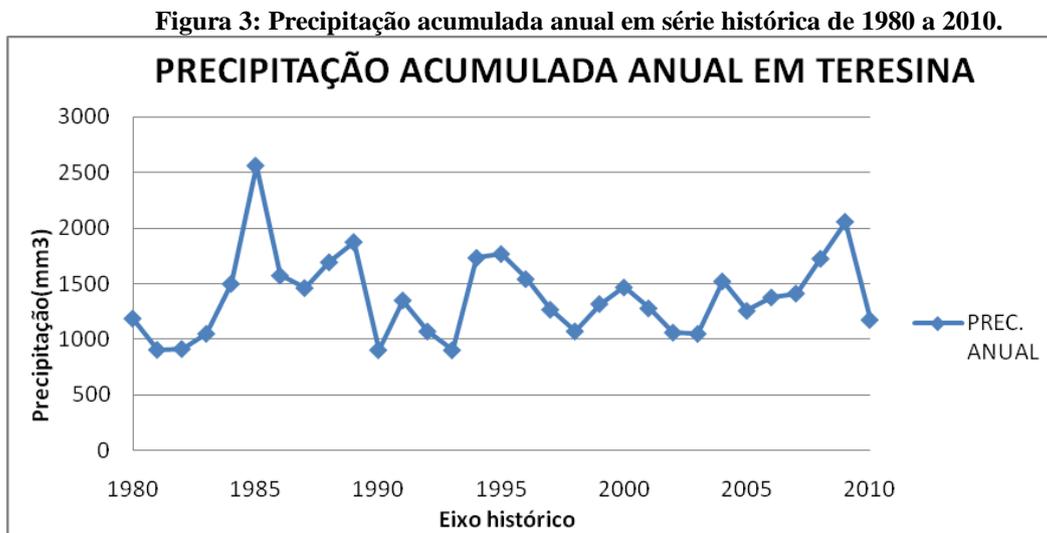


Figura 2: Média sazonal de precipitação em Teresina (1980 a 2010).
 Fonte: estação agrometeorológica da Embrapa Meio Norte

Na figura 3, observamos a precipitação acumulada anual em Teresina a partir dos dados da estação agrometeorológica da Embrapa Meio Norte, onde percebemos uma variação do índice de precipitação no decorrer dos últimos trinta anos, tendo os anos de 1995 e 2007 alcançado os maiores volumes de precipitação, chegando a passar 2000 mm³ em 2007, quando o volume do rio subiu acima do normal. Já os anos de 1990 e 1994 encontram-se como os mais baixo índice pluviométrico, alcançando valores inferiores a 1000 mm³ ao ano.



Fonte: estação agrometeorológica da Embrapa Meio Norte

RESULTADOS DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO POTI

Os resultados obtidos, em laboratório podem ser verificados na tabela 4, que explana os valores médios das variáveis de qualidade da água do rio Poti, constatando-se que tais variáveis encontram-se em consonância com os padrões estabelecidos para classe 2, segundo a resolução CONAMA nº357/2005, com exceção dos coliformes termotolerantes que apresentaram concentração acima do limite máximo permitido (1000

NMP/100mL) nos pontos P2, P5 e P6.

Tabela 4 – Valores médios dos parâmetros de qualidade

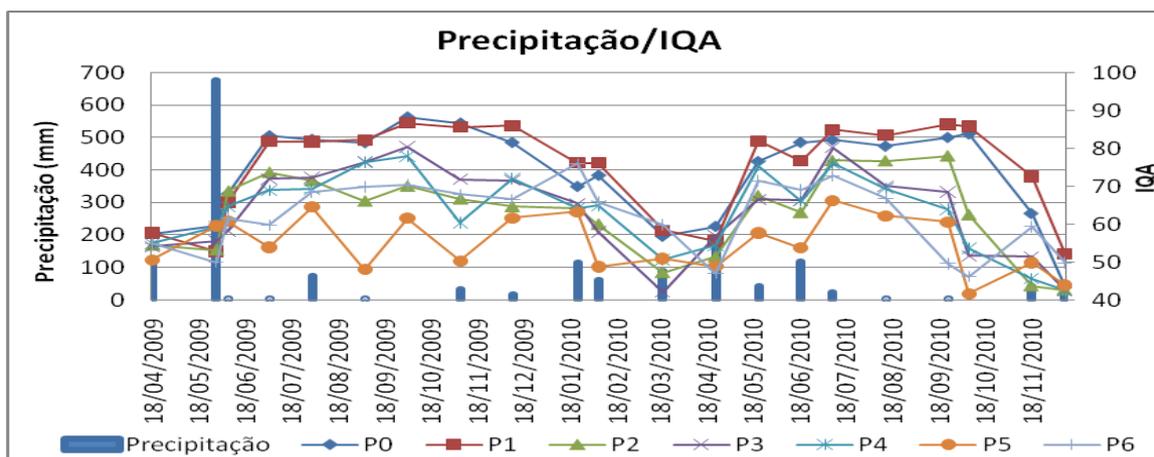
Parâmetros	Unidades	P-0	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6
Temperatura	°C	29,54	30,84	30,98	31,25	31,24	31,55	31,58
pH		7,62	7,70	7,92	7,68	7,81	7,79	7,81
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	135	166	1275	691	888	6030	1089
Turbidez	UNT	68,7	65,8	69,2	74,5	68,6	63,5	60,1
DBO	mg/L	0,8	0,9	1,5	1,4	1,5	2,1	2,3
Oxigênio Dissolvido	mg/L	6,0	6,1	6,0	6,3	6,0	5,7	6,3
Condutividade	µS/cm	186	188	193	200	203	208	208
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	202	188	187	183	188	170	167
Nitrato	mg/L	0,36	0,30	0,34	0,40	0,40	0,42	0,61
Fosfato	mg/L	0,08	0,07	0,09	0,09	0,08	0,10	0,10

Fonte: pesquisa direta 2009-2010.

O resultado da correlação do IQA com a variabilidade sazonal da precipitação em Teresina durante o período monitorado pode ser visualizado na Figura 4. Onde constatamos que nos meses de maior precipitação ocasionaram uma redução do IQA em todos os pontos de coleta, isto se deve ao aumento do escoamento superficial que carrega os poluentes dispersos na área de drenagem para os corpos hídricos.

No período de estiagem, verificou-se uma melhora no índice de qualidade da água nos pontos P-0 e P-1, localizados no limite da zona urbana, demonstrando que nestes locais, a precipitação é a principal causa da degradação da qualidade da água. Já nos pontos localizados no núcleo urbano a elevação do IQA foi menos significativa, evidenciando a maior influência do lançamento de esgoto doméstico sem tratamento na qualidade da água do rio Poti, sobretudo no ponto P-5, que apresentou o pior índice de qualidade, tendo sido classificado como Ruim e Regular em todo o período de análise, devido a ocorrência de vários pontos de lançamento de esgoto a montante deste ponto.

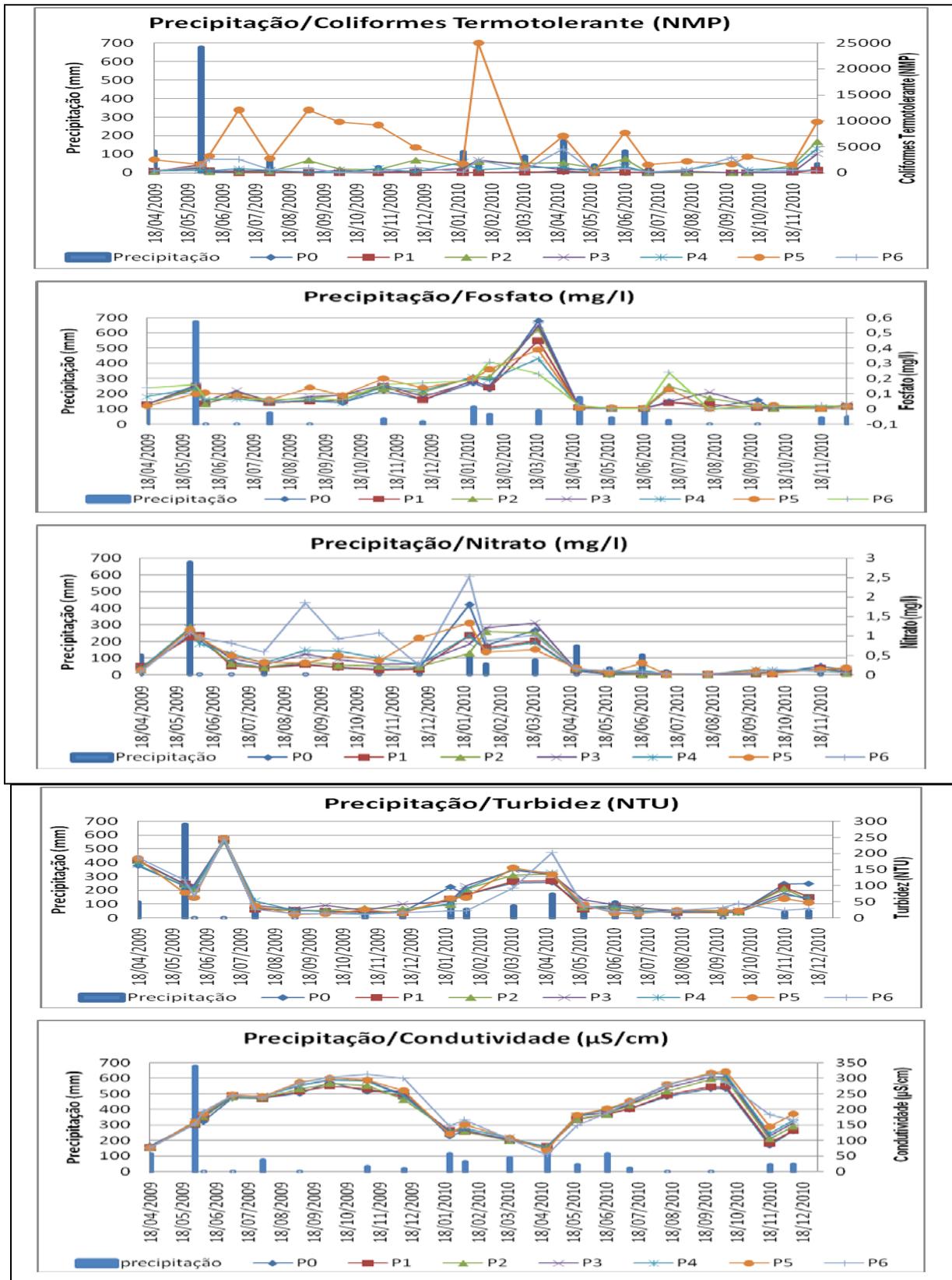
Figura 4: correlação do IQA com a precipitação acumulada em Teresina

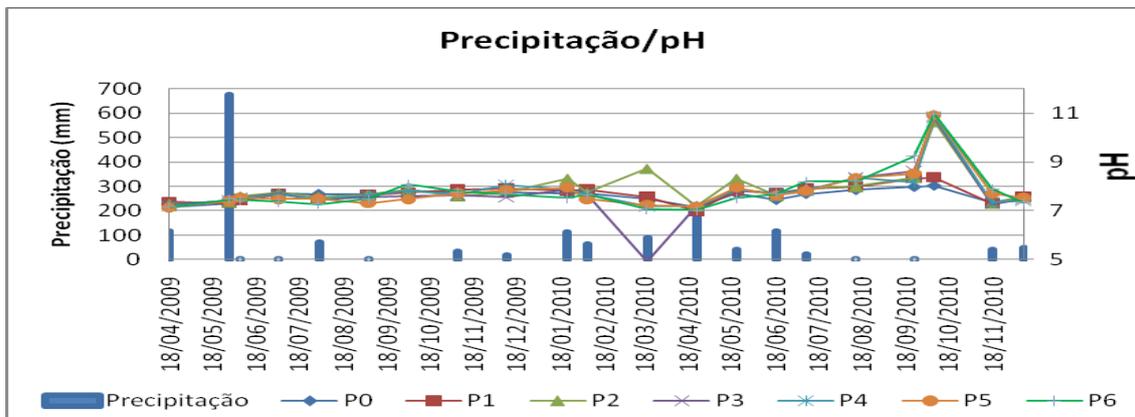
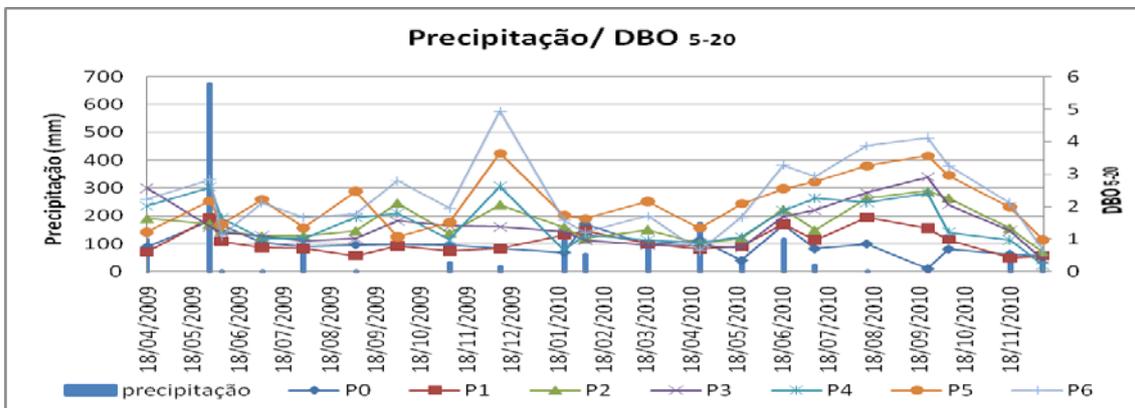
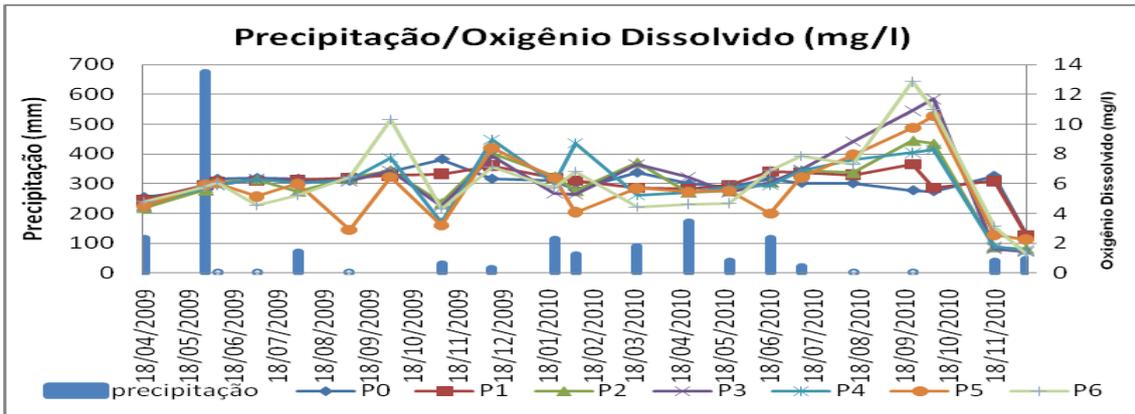
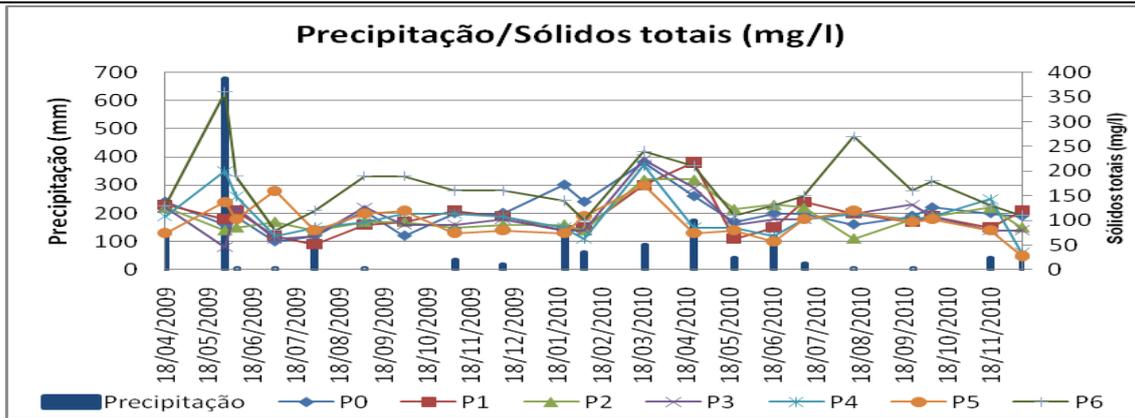


Fonte: pesquisa direta 2009-2010.

A análise individual dos parâmetros de qualidade (figura 5) permite identificar a existência de uma influência direta das chuvas em algumas variáveis como, a turbidez, a condutividade e os sólidos totais. Sendo os coliformes termotolerantes os responsáveis pelos menores índices de qualidade observados, sobretudo nos pontos localizados na zona urbana, o que demonstra a influência direta da densidade demográfica e da ausência de saneamento básico adequado na qualidade da água dos corpos hídricos urbanos.

Figura 5: análise individual das variáveis de qualidade da água





Fonte: pesquisa direta 2009-2010.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos através do monitoramento nos sete pontos de coleta (P0 ao P6) de abril de 2009 a dezembro de 2010 no rio Poti em Teresina, permite concluir que há uma correlação da sazonalidade da precipitação com o IQA, havendo a diminuição da qualidade da água conforme o rio vai adentrando na área urbana da cidade. Nas áreas periféricas da cidade (pontos P-0 e P-1), verificou-se os melhores índices de qualidade da água. Já no núcleo urbano, sobretudo no ponto P-5 e P-6, encontram-se os piores valores de qualidade, por conta do lançamento de esgotos domésticos sem tratamento nas proximidades destes pontos, sendo este apontado como o principal fator responsável pela degradação da qualidade da água no rio Poti.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agência Nacional de Águas (ANA); Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS). (2009). **Água, fatos e tendências**. 2ª edição, Brasília. ANA 2009.
2. BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (2005). Resoluções nº 357 de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes**. Diário Oficial da União, Brasília, 18 de março de 2005.
3. 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
4. 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.
5. 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=S1816-79502008000500004&script=sci_arttext>. Acesso 18 mar. de 2011.
6. LIMA, I. M.M.F.; OLIVEIRA, A.L.; FE, C.A.M. *et al.* **Teresina Agenda 2015**. A cidade que queremos. Diagnósticos e Cenários: Meio Ambiente. Prefeitura Municipal de Teresina, 2002.
7. SEMAR. **bacia do rio Poti**. In: atlas de abastecimento de água do Estado do Piauí. CD-ROM 1. 2004
8. SILVA, A. E. P. *et al.* **Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus**. 2008. Disponível em: <http://pituna.cptec.inpe.br/pesquisa/pessoal/fred/Artigo_Acta.pdf>. Acesso em: 18 de Abr. de 2010.
9. VEGA, Marisol *et al.* Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis. **Water Research**. Vol. 32, No. 12, p. 3581 a 3592, 1998. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V733VW2KW69&_user=10&_coverDate=12%2F31%2F1998&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=gateway&_origin=gateway&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1682694157&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=bd84b87d8ea2149920f755965916328c&searchtype=a>. acesso em: 16 de mar de 2011.