
QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO POTI E SUAS IMPLICAÇÕES PARA ATIVIDADE DE LAZER EM TERESINA-PI

Livânia Norberta de **OLIVEIRA**

Doutoranda em Geografia-UFPE e Mestra em Desenvolvimento e Meio Ambiente- UFPI

livanigeo@gmail.com

<http://lattes.cnpq.br/9967851444577561>

Carlos Ernando da **SILVA**

Doutor e Mestre em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas. Professor Associado do Departamento de Recursos Hídricos e Geologia Aplicada (DRHGA) - Centro

de Tecnologia – UFPI

carlosernando@gmail.com

<http://lattes.cnpq.br/4423443968266807>

Resumo: O presente artigo objetiva avaliar as condições de uso do rio Poti em Teresina para Lazer, tendo em vista que a capital piauiense apresenta elevadas temperaturas durante o ano, em detrimento de suas condições climáticas e estar localizada na confluência de dois importantes rios federais: o rio Poti e o Parnaíba, os quais sofrem grande pressão em consequência do expressivo crescimento urbano e o ineficaz sistema de esgotamento sanitário existente. Neste contexto o monitoramento da qualidade da água do rio Poti possibilita avaliar os impactos causados pela urbanização e propor soluções para melhor utilização dos recursos hídricos pela população. Para a pesquisa foram coletadas mensalmente amostras de água entre abril de 2009 e abril de 2013, em sete sítios selecionados no rio Poti, ao longo de 35 km de seu percurso desde a área urbana até sua foz no bairro Poty Velho. Foi aplicado um Índice de Qualidade da Água (IQA) com base em dez parâmetros. Constatou-se uma redução na qualidade da água do rio Poti conforme este adentra no núcleo urbano da cidade, por receber maior carga de efluentes sem a tratamento, deixando o rio impróprio para contato primário, assim como a vulnerabilidade do rio Poti e da população local frente ao impotente sistema de saneamento e consequente gestão corpos hídricos em Teresina.

Palavras-chave: Rio Poti. Teresina. Lazer.

WATER'S QUALITY OF THE POTI RIVER AND ITS IMPLICATIONS TO LEISURE ACTIVITY IN TERESINA-PI

Abstract: The present study aims to evaluate the use terms of the Poty river in Teresina for leisure, considering that the capital of Piauí presents high temperatures during the year, in detriment of its climate terms and being located in the confluence of two important federal rivers: the Poti and Parnaíba river, which suffer great pressure in consequence of the significant urban growing and of inefficient disposal sewage system. In this context the monitoring of water quality of the Poti river enables to evaluate the impacts caused by the urbanization and to propose solutions for best use of the water resources by the population. For the research were collected monthly water samples between April 2009 and April 2013, in seven selected in Poti river along its 35 km route from the urban area to its mouth in the neighborhood Poty Velho. An Index of Water Quality (IQA) was applied on ten parameters. Found a reduction in water quality of the river Poti as this enters the urban core of the city,

to receive greater load of effluents without treatment, leaving the river unsuitable for primary contact, as well as the vulnerability of the Poti river and the local population powerless against the sanitation system and consequent water management bodies in Teresina

Keywords: Poti River. Teresina. Leisure.

LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO POTI Y SUS IMPLICACIONES PARA LA ACTIVIDAD RECREATIVA EN TERESINA-PI

Resumen: Este artículo tiene como objetivo evaluar las condiciones de uso del río Poti en Teresina para el ocio, ya que la capital del Piauí muestra altas temperaturas durante el año, en detrimento de sus condiciones climáticas y se encuentra en la confluencia de dos grandes ríos federales: el río Parnaíba y Poti, que se someten a una gran presión como consecuencia del crecimiento urbano y el sistema existente del ineficiente alcantarillado. En ese contexto, el monitoreo de la calidad del agua del río Poti posible evaluar los impactos causados por la urbanización y proponer soluciones para mejorar la utilización de los recursos hídricos por la población. Para la investigación se recogieron muestras de agua mensuales entre abril de 2009 y abril de 2013, en siete seleccionados en el río Poti a lo largo de sus 35 kilómetros de recorrido desde el casco urbano hasta su desembocadura en el barrio Poty Velho. Un Índice de Calidad del Agua (IQA) se aplicó sobre diez parámetros. Encontró una reducción en la calidad del agua del río Poti, ya que entra en el núcleo urbano de la ciudad, para recibir mayor carga de efluentes sin tratamiento, dejando el río aptos para contacto primario, así como la vulnerabilidad del río Poti y la población local impotente contra el sistema de saneamiento y los organismos de gestión del agua consiguientes en Teresina.

Palabras clave: Río Poti. Teresina. ocio

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a humanidade vem se defrontando com uma série de problemas ambientais, financeiros e sociais. Neste quadro de preocupações com o ambiente os recursos hídricos adquirem especial importância, tendo em vista que a demanda por água está se tornando cada vez maior, sob o impacto do crescimento da população e do maior consumo imposto pelos padrões da vida moderna. Com isso, a qualidade das águas vem sendo degradada de maneira alarmante, podendo logo ser irreversível, sobretudo nas áreas mais urbanizadas.

A partir da Revolução Industrial, o crescimento desordenado e localizado das demandas, associado aos processos de degradação da qualidade da água, vem engendrando sérios problemas de escassez quantitativa e qualitativa, além de conflitos de uso, até mesmo nas regiões naturais com excedente hídrico (MOTA, 2008).

As conseqüências do processo inadequado do crescimento já comuns nas grandes cidades são: condições sanitárias mínimas, ocupação de áreas inadequada para habitação, degradação dos recursos hídricos, poluição do meio ambiente, dentre outras.

Segundo Damasceno (2005), em ambientes onde a ação antrópica é marcante, a qualidade da água deixa de ser afetada somente por fatores naturais, como nos centros urbanos onde a

situação dos recursos hídricos é agravada pelo crescimento acelerado e desordenado, sem a implantação adequada de saneamento básico.

Como a saúde humana depende do suprimento de água potável segura, adequada, acessível e confiável, a qualidade da água torna-se um dos indicativos da qualidade ambiental, por ser palco de interação dos diversos processos desenvolvidos no âmbito de uma bacia hidrográfica.

Comenta Tucci (2006), que existe uma tendência do desenvolvimento urbano em contaminar a rede de escoamento superficial com despejos de esgotos cloacais e pluviais, inviabilizando o manancial em trechos urbanos. Situação observada com o rio Poti em Teresina, por não existir um sistema de esgotamento sanitário que contemple toda a cidade, trazendo prejuízos para saúde do rio, sobretudo no período de estiagem.

O monitoramento da qualidade da água é um dos principais instrumentos para execução de uma política de gestão de recursos hídricos, por servir como um sensor que permite o acompanhamento do processo de uso dos recursos hídricos, apresentando seus efeitos sobre as características qualitativas das águas, visando subsidiar ações de controle ambiental.

Neste contexto este artigo objetiva avaliar a qualidade da água do rio Poti no perímetro urbano de Teresina, através do monitoramento da qualidade da água deste rio, correlacionando seu índice de qualidade com as atividades de lazer ofertadas para a população. Tendo em vista a cidade apresentar características climáticas que proporciona elevadas temperaturas durante o ano, situação que favorece o uso deste rio como opção de lazer.

RIOS URBANOS

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).

Mesmo o Brasil possuindo a vantagem de dispor de abundantes recursos hídricos, possui também a tendência desvantajosa em desperdiçá-los. A legislação de proteção de mananciais aprovada na maioria dos Estados brasileiros protege a Bacia Hidrográfica utilizada para abastecimento das cidades, exigindo-se que nessas áreas seja proibido o uso do

solo urbano de modo que possa comprometer a quantidade e a qualidade da água para abastecimento. No entanto, tal legislação não vem sendo cumprida, nem fiscalizada pelos órgãos competentes, deixando-os vulneráveis à ação antrópica (MAROTTA; SANTOS; ENRICH-PRAST, 2008).

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

Frente a isso, interpreta-se que a concentração dos poluentes orgânicos de um rio está estreitamente correlacionada ao regime de vazão, com sua capacidade de auto-purificação dependente 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).

Todavia, apesar da grande influência da drenagem pluvial na poluição dos rios, o lançamento de esgotos domésticos e industriais ainda configura-se como a principal causa da degradação da qualidade das águas dos rios que possuem parte de seu leito em áreas urbanas (SPERLING, 1996; TUCCI, 2006).

No atual mundo globalizado, o crescimento das atividades econômicas demanda maior abastecimento de água e saneamento, o que acaba por exercer uma maior pressão sobre os recursos hídricos e os ecossistemas naturais. Frente a essa realidade, a urbanização exige investimentos significativos em infra-estrutura hídrica para o abastecimento e o esgotamento das águas residuais, como forma de evitar que as águas poluídas e não tratadas representem riscos à saúde pública (TUCCI, 2006).

Segundo o IBGE (Censo 2010) existe no Brasil aproximadamente 185.712.713 habitantes, com quase 90% dessa população vivendo no espaço urbano, o que conseqüentemente provoca impactos aos recursos hídricos, por não existirem na mesma proporção do aumento da população, investimentos em saneamento básico das áreas densamente povoadas.

A extensão dos tecidos urbanos à margem da legislação de uso do solo e associada à especulação imobiliária vem sendo reproduzida por diferentes classes sociais, resultando na ocupação de áreas ribeirinhas sem infra-estrutura sanitária adequada e causando degradação da qualidade das águas naturais (TUCCI, 2008).

Dessa forma, a principal causa de degradação das águas no espaço urbano tem sido o lançamento de efluentes domésticos sem o tratamento, os quais são ricos em matéria orgânica e nutrientes, comprometendo a saúde e sustentabilidade dos corpos hídricos.

O aumento antropogênico das concentrações de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, nos ecossistemas aquáticos é denominado de "eutrofização artificial" (SMITH et al, 1999), Tal processo pode causar prejuízos à sociedade humana, especialmente no que tange a problemas de saúde pública, produtividade pesqueira, balneabilidade e de inúmeras outras possibilidades de uso pelos agentes sociais (ESTEVEES, 1998 apud MAROTTA; SANTOS; ENRICH-PRAST, 2008).

Conforme a SEMAR (2010) no Estado do Piauí apenas 10% dos municípios possuem um sistema de abastecimento satisfatório, 84% apresentam problemas nos sistemas de abastecimento, necessitando de adequações, 5% deles não apresentam sistema de abastecimento disponível. Ressalta-se que mais de 75% dos municípios do Estado são abastecidos por poços, e que 4%, ou seja, 11 municípios são abastecidos pelo rio Parnaíba, inclusive a capital, Teresina.

Atualmente o rápido crescimento econômico tem apresentado grandes desafios para os gestores de recursos hídricos, comentam Bin Liu e Robert Speed (2009), principalmente devido à crescente demanda por água, associada à escassez dos recursos disponíveis e ao aumento da poluição das águas. O que torna importante uma maior conscientização da importância do regime de fluxo para a saúde do rio, como também a necessidade de um maior número de pesquisa para sustentar as avaliações de fluxo ambiental.

A gestão dos recursos hídricos depende fundamentalmente de informações confiáveis, tanto no que diz respeito à demanda como à oferta de água, que só poderá ser adequadamente estimada se existir redes de monitoramento que gere dados sobre variáveis de interesse no setor de quantidade e de qualidade das águas (BRAGA; PORTO e TUCCI, 2006).

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS

Para cada uso da água são exigidos limites máximos de impurezas que a mesma pode conter, estabelecidos por organismos oficiais, que define os padrões de qualidade dos corpos hídricos, como meio de melhor determinar um manejo sustentável (MOTA, 2008).

Os usos preponderantes dos recursos hídricos estão estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005) que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e define treze classes de qualidade para

as águas doces, salobras e salinas do território nacional. Em seu artigo 24, dispõe que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta resolução e em outras normas aplicáveis.

O enquadramento de um rio em determinada classe se dá em função do uso que se pretende fazer da água. Logo, o estabelecimento de uma classe de qualidade para determinado rio requer um conhecimento de suas condições físico-químicas e biológicas. No entanto, dada a escassez de informações sobre grande parte dos rios brasileiros, a própria Resolução estabelece que na ausência desses dados o rio deva ser enquadrado na classe 2, como forma de garantir as condições de qualidades frente aos usos mais exigentes (BRASIL, 2005).

O conhecimento da situação de cada corpo de água permitirá que sejam definidas as medidas a serem adotadas para controle da poluição, bem como controlar as cargas de poluição que o mesmo poderá receber, em função dos seus usos e de sua capacidade de autodepuração, tornando-se necessário que sejam conhecidas as condições de qualidade dos recursos hídricos (MOTA, 2008).

Dessa forma, os sistemas de monitoramento tornam-se ponto de apoio para medidas que promovam a melhoria da qualidade da água e a redução dos impactos causados pelos aproveitamentos dos recursos hídricos, além de servirem como subsídio às decisões tomadas pelos gestores de bacias hidrográficas, permitindo o acompanhamento da eficiência das medidas a serem adotadas e auxiliar novas mudanças de rumo (REBOUÇAS, 2006).

O estado do Piauí possui uma densa rede hidrográfica, com diversas barragens e açudes sendo utilizados como áreas de lazer pela população, além de um litoral que atrai turistas em períodos de alta estação. Entretanto ainda não dispõe de um programa de monitoramento de qualidade da água. O maior número de informações disponíveis sobre a qualidade de água no Estado refere-se ao rio Parnaíba, por ser o principal manancial de abastecimento, com monitoramento realizado pela AGESPISA (Águas e Esgotos do Piauí SA), empresa responsável pela captação, tratamento e distribuição de água para consumo no Estado.

Um amplo programa de monitoramento da qualidade da água torna-se, portanto indispensável para avaliar o estado da qualidade da água dos rios. Uma vez que os dados de monitoramento da qualidade da água são coletados, há necessidade de traduzi-los em uma forma que seja facilmente compreendida e interpretada de maneira eficaz, para isso o Índice de Qualidade da Água (IQA) desempenha papel importante neste processo de tradução,

por ser considerada uma ferramenta de comunicação para transferência de dados de qualidade da água (BHATTI e LATIF, 2011).

Atualmente em vários países a qualidade da água dos rios é realizada usando o IQA, elaborado a partir de uma relação matemática que transforma várias análises dos parâmetros físico-químicos da água em um único número, para assim, facilitar a avaliação da qualidade das águas dos rios (MAANE-MESSAI et al, 2010).

O IQA utilizado nesta pesquisa baseou-se em dez parâmetros indicadores de qualidade de água, sendo eles:

I. Temperatura da água:

Desempenha importante papel no controle de espécies aquáticas, é considerada uma das características mais importantes do meio aquático por influir em algumas propriedades da água (densidade, viscosidade, oxigênio dissolvido). Seu valor pode variar entre 0°C e 30°C em função de fontes naturais (energia solar) e fontes antropogênicas (despejos industriais) (BRASIL, 2005).

II. Sólidos em suspensão:

São todas as impurezas, com exceção dos gases dissolvidos, são considerados sólidos suspensos em corpos d'água. Altas concentrações de sólidos em suspensão reduzem a passagem de luz solar, afetam organismos bentônicos e desequilibram as cadeias tróficas (TAVARES, 2005).

III. Turbidez:

É a medida da capacidade da água em dispersar a radiação solar. É expressa, entre outras unidades, por NTU (Nephelometric Turbidity Units) e sofre influência direta da presença de sólidos em suspensão, que impedem que o feixe de luz penetre na água, reduzindo a fotossíntese da vegetação submersa e algas (TAVARES, 2005);

IV. Condutividade Elétrica:

Capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica, cujos valores são expressos em micro Siemens ($\mu\text{S cm}^{-1}$). Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água;

V. pH (potencial Hidrogeniônico):

O pH da água depende de sua origem e características naturais, mas pode ser alterado pela introdução de resíduos; pH baixo torna a água corrosiva; influencia nos ecossistemas aquáticos naturais devido a seus efeitos na fisiologia de diversas espécies; águas com pH

elevado tendem a formar incrustações nas tubulações, sendo o recomendável a faixa de 6 a 9 (BRASIL, 2005);

VI. Nitrogênio:

Pode estar presente na água sob várias formas: molecular, amônia, nitrito, nitrato, é um elemento indispensável ao crescimento de algas, mas, em excesso, pode ocasionar um exagerado desenvolvimento desses organismos, fenômeno chamado de eutrofização, são causas do aumento do nitrogênio na água: esgotos domésticos e industriais, fertilizantes e excrementos de animais;

VII. Fósforo:

Encontra-se na água nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico; é essencial para o crescimento de algas, mas, em excesso, causa a eutrofização, suas principais fontes são: dissolução de compostos do solo; decomposição da matéria orgânica, esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, detergentes e excrementos de animais

VIII. Oxigênio Dissolvido (OD):

É indispensável aos organismos aeróbios e um dos principais parâmetros para controle dos níveis de poluição das águas. Altas concentrações de oxigênio dissolvido são indicadores da presença de vegetais fotossintéticos e baixos valores indicam a presença de matéria orgânica (provavelmente originada de esgotos). O teor de saturação depende da altitude e da temperatura; águas com baixos teores de oxigênio dissolvido indicam que receberam matéria orgânica. Seu valor indicado não é inferior a 5mg/L (BRASIL, 2005).

IX. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO):

É a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica por ação de bactérias aeróbias. Representa, portanto, a quantidade de oxigênio que seria necessário fornecer às bactérias aeróbias, para consumirem a matéria orgânica presente em um líquido (água ou esgoto). A DBO é determinada em laboratório, observando-se o oxigênio consumido em amostras do líquido, durante 5 dias, à temperatura de 20 °C.

X. Coliformes Termotolerantes:

São indicadores da presença de microrganismos patogênicos na água, os coliformes fecais existem em grande quantidade nas fezes humanas e quando encontrados na água, significa que a mesma recebeu esgotos domésticos, podendo conter microrganismos causadores de doenças.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A capital piauiense, Teresina, está localizada na mesorregião centro-norte do Estado, entre as coordenadas 5°08' de latitude sul e 42°8' de longitude oeste, ocupando uma área aproximada de 1.392 Km² da margem direita do rio Parnaíba, na porção do médio curso dessa bacia hidrográfica, onde recebe o rio Poti, um de seus maiores tributários (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010) Teresina apresenta uma densidade demográfica de 584,94 hab/Km², possuindo uma população aproximada de 836.475 habitantes, com aproximadamente 94,27% habitantes vivendo na área urbana e 5,73% habitantes vivendo na zona rural. Possui como principal base da sua economia o setor terciário, compreendendo as atividades de governo, comércio e de prestação de serviços.

O expressivo aumento do núcleo urbano de Teresina nas últimas décadas pode ser observado na Figura 1, através das imagens do satélite Land Sat 5 TM (1985 e 2010), onde visualiza-se uma dinâmica espacial mais acentuada da urbanização neste período de análise, sobretudo nas zonas leste e sul da capital e principalmente nas margens do rio Poti que percorre todo núcleo urbano da cidade, recebendo efluentes da população, devido ao deficiente sistema de esgotamento sanitário existente.

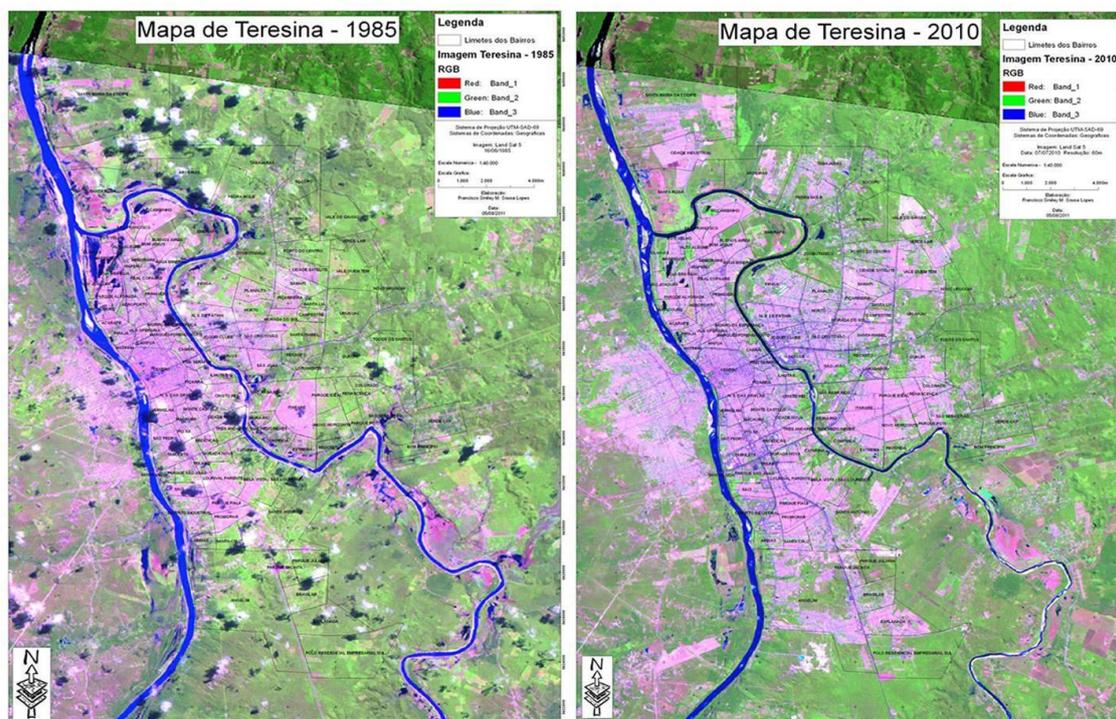


Figura 1- Imagem do satélite Land Sat 5, representando o perímetro urbano de Teresina-PI. (Fonte: Satélite Land Sat, 2010).

Em função do acelerado processo de urbanização ocorrido nos últimos anos, Teresina tem crescido acima da sua capacidade de atender às necessidades sociais de seus habitantes. Frente a essa realidade afirma Monteiro (2004) que a expansão da cidade, a ocupação das margens dos rios e o surgimento de bairros foram acompanhados de um grande número de loteamentos irregulares construídos em áreas impróprias para habitação, como a margem dos rios, lagoas e encostas, o que pode gerar problemas de drenagem, erosão do solo, intensificação do assoreamento dos rios, além da disseminação do lixo no solo e na água.

Teresina possui uma baixa cobertura do sistema público de esgoto sanitário, aproximadamente 17%, tal circunstância induz os habitantes ao uso de alternativas para o esgotamento sanitário de seus domicílios, como a adoção das fossas sépticas e o lançamento de esgotos a céu aberto nas vias públicas, conectadas às galerias de drenagem urbana, para posterior lançamento destes efluentes nos cursos d'água, tidos como receptores.

A baixa cobertura de tratamento de esgoto em Teresina, somada a insuficiente conscientização ambiental da população e poucos investimentos em ações preventivas da poluição dos seus corpos hídricos, chama atenção para a importância da realização do monitoramento da qualidade das águas de seus rios, como meio de subsidiar ações preventivas para controle da saúde dos recursos hídricos bem como da população.

Monteiro (2004) aponta que a inadequada política pública na área de saneamento e a redução na qualidade do tratamento proporcionará o aumento da poluição dos corpos receptores pelos efluentes domésticos, que poderá levar a não utilização dos rios Parnaíba e Poti para banhos, recreação e irrigação de frutas e legumes, por ocasionar maiores incidência de doenças de veiculação hídrica.

O rio Poti é um dos maiores afluentes do rio Parnaíba, possui sua cabeceira nos contrafortes orientais do Planalto da Ibiapaba no Estado do Ceará, a uma altitude aproximada de 600 m. Todo o seu curso possui direção definida pela estrutura geológica, encaixando-se em fraturas e falhas regionais (LIMA, 1982).

O escoamento do rio Poti passa a ter um caráter permanente no seu baixo curso, a partir da cidade de Prata do Piauí quando recebe seu maior tributário, o rio Berlingas, que oferece uma alimentação interna no fim do período chuvoso, entre janeiro e maio.

METODOLOGIA

A realização desta pesquisa ocorreu em diferentes fases. O levantamento de informações referentes ao crescimento urbano de Teresina foi realizado junto ao Instituto

Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e à Prefeitura Municipal de Teresina através da Secretaria de Planejamento do Município.

Para o monitoramento da qualidade da água do rio Poti, foram definidos sete pontos de coleta (Quadro 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 2)

Quadro 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 da Primavera	-5° 3'49.41"	-42°48'25.36"
P-6	Ponte M. G. Castelo Branco	-5° 2'0.94"	-42°49'44.02"

Fonte: pesquisa direta, 2013

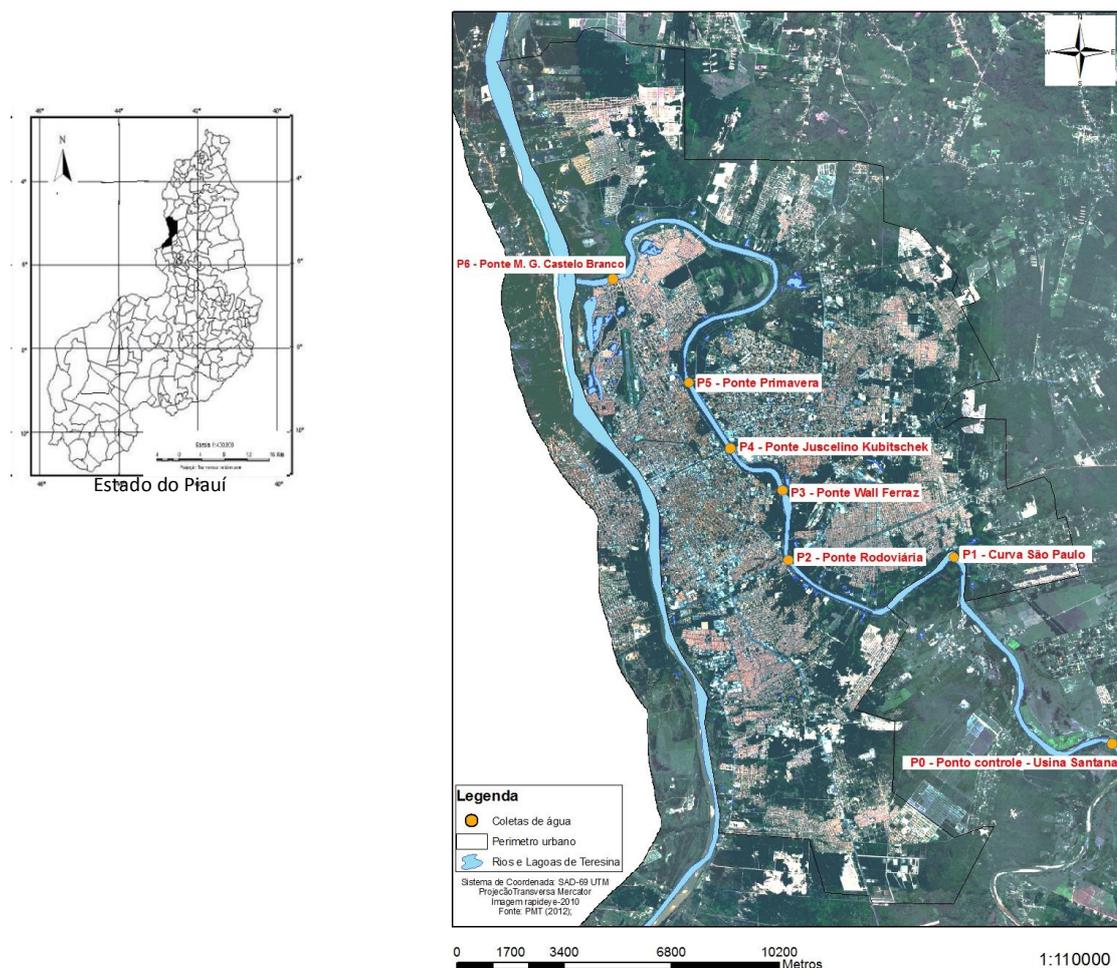


Figura 2- Imagem com a Localização dos pontos de coleta no rio Poti, Teresina –PI, Brasil. (Fonte: Google Earth, 2013).

Para determinar a qualidade da água do rio foi realizado através de coleta simples, a 25 cm da superfície, com periodicidade mensal, o monitoramento de dez parâmetros de qualidade que juntos compõem o Índice de Qualidade das Águas – IQA, sendo eles: pH; oxigênio dissolvido (OD) mg/L; condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$); temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$); nitrato (mg/L); fosfato (mg/L); coliformes termotolerantes (NMP/100mL); demanda bioquímica de oxigênio ($\text{DBO}_{5/20}$) mg/L; turbidez (NTU) e sólidos totais (mg/L). Todas as determinações analíticas foram realizadas de acordo com os procedimentos estabelecidos no Standard Methods (APHA, 2005).

Nesta pesquisa, optou-se pela utilização do IQA Produtório, por ser considerado uma ferramenta mais fidedigna para avaliação das águas naturais, utilizando-se da seguinte equação:

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

onde:

q_i : nota de qualidade do parâmetro

w_i : peso relativo do parâmetro de qualidade.

O Quadro 2 apresenta os pesos relativos dos parâmetros proposto ao IQA pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2008) utilizados nesta pesquisa, que distribuiu o peso relativo referente à temperatura aos demais parâmetros. As notas de qualidade de cada parâmetro foram estabelecidas através das curvas de variação que relacionam seu respectivo valor a uma nota que varia de 0 a 100, obtidas com auxílio do sitio *Water Quality Index*. A classificação da qualidade da água segundo os valores do IQA é apresentada no Quadro 3.

Quadro 2 – Parâmetros de qualidade e seus pesos relativos

Parâmetros	Pesos Relativos (w_i)
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	0,19
Coliformes fecais (NMP/100 mL)	0,17
pH	0,13
$\text{DBO}_{5,20}$ (mg/L)	0,11
Fosfato Total (mg/L)	0,11
Nitrato (mg/L)	0,11
Turbidez (NTU)	0,09
Sólidos Totais (mg/L)	0,09

Fonte: CETESB (2008)

Quadro 3 – Classificação do IQA

Os limites
padrões de
potabilidade dos
parâmetros
para medir o IQA
pesquisa (Quadro
foram

Faixas de IQA	Classificação da qualidade da água
0 – 25	Muito Ruim
26 – 50	Ruim
51 – 70	Regular
71 – 90	Bom
91 – 100	Excelente
Fonte: CETESB (2008)	

dos
usados
desta
4),

estabelecidos conforme a Resolução CONAMA nº 357 (Brasil, 2005) para classe 2.

Quadro 4 - Limites dos parâmetros de qualidade da água para classe 2

Parâmetros de Qualidade da água	Limites
pH	6 a 9
DBO 5 a 20°C (mg/L)	até 5
OD (mg/L)	Não inferior a 5
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500
Coliformes Termotolerantes /100 ml	1000
Fosfato Total (mg/L)	0,025
Nitrato (mg/L)	10
Turbidez UNT	100
Fonte: BRASIL, 2005	

As campanhas de coleta foram realizadas no período compreendido entre abril de 2009 a abril de 2013. As amostras coletadas nos pontos descritos no Quadro 1 e Figura 2, foram armazenadas em sacos plásticos esterilizados de 100 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 em Teresina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que o rio Poti não foi submetido a um processo de enquadramento de classificação adotou-se os requisitos de qualidade para águas da classe 2 (BRASIL, 2005). A avaliação da qualidade da água realizada através da associação dos diversos parâmetros é apresentada pelos valores do IQA para cada ponto monitorado na Figura 3. Onde se verifica determinada tendência na diminuição da qualidade da água conforme o rio Poti adentra no núcleo urbano de Teresina, entre pontos P-2 e P-6 que estão associados à maior concentração urbana, em contraste com os pontos P-0 e P-1 localizados em área de menor concentração demográfica. Havendo, portanto tendência na redução da qualidade da água a jusante do rio conforme este vai se aproximando da foz.

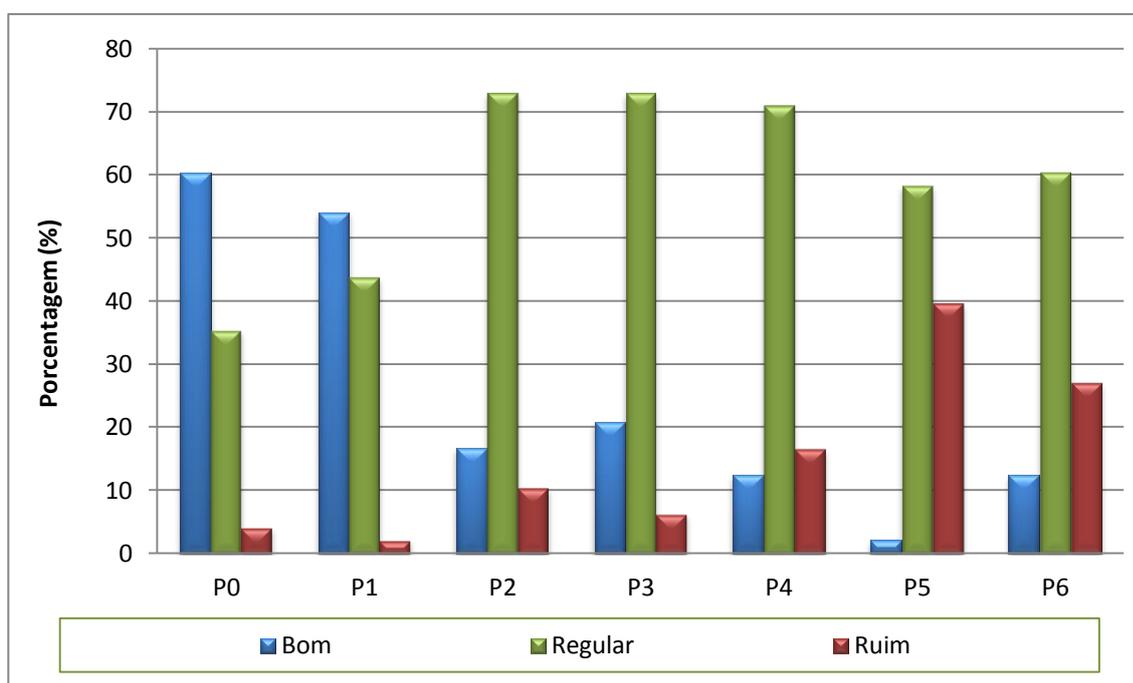


Figura 3- Classificação do IQA entre abril de 2009 a abril de 2013. (Fonte: Pesquisa direta, 2013).

Constata-se que os pontos com classificação Ruim do IQA estão concentrados na área mais urbanizada de Teresina, em decorrência do comportamento diferenciado na concentração de coliformes termotolerantes, comparado aos demais pontos localizados na área rural e semi-urbana como o P-0 e o P-1, classificados como Bom em 60% e 54% do monitoramento respectivamente. Em contraste os pontos P-5 e P-6 apresentaram 39% e 28% respectivamente frequência de classificação Ruim, devido o impacto do lançamento de esgoto sem tratamento a montante desses pontos. Verifica-se, portanto que a concentração das impurezas nos rios é variável e depende da forma como o solo é utilizado, das atividades desenvolvidas na área, dos fatores hidrológicos e das características do ambiente físico.

Constatou-se que os coliformes termotolerantes foi o parâmetro que mais influenciou nos baixos valores do IQA dos pontos localizados nas áreas mais densamente urbanizadas, associados ao ineficaz sistema de saneamento básico. Os mecanismos de poluição dos rios em áreas densamente urbanizadas alteram a qualidade da água e pode inviabilizar os usos preponderantes do rio pela população.

A presença de coliformes termotolerantes na água é um indicativo do lançamento de esgotos sanitários sem tratamento, apresentando um risco potencial à presença de organismos patogênicos com forte consequência à saúde pública.

O resultado do monitoramento do rio Poti em Teresina demonstrou resultados inaceitáveis para classe 2 (BRASIL, 2005) nos pontos P-2, P-5 e P6, devendo-se evitar o contato primário com a água nas proximidades destes pontos, em consequência dos altos valores para coliformes termotolerantes na maior frequência do tempo monitorado.

A utilização de rios como áreas de lazer é uma realidade em quase todos os estados brasileiros, principalmente os da região Nordeste, caracterizados por registrarem altas temperaturas durante o ano, o que torna atrativo o turismo voltado para o lazer que oferece contato direto com a água. No Piauí, as praias fluviais dos rios Parnaíba e Poti são muito exploradas pela população para lazer durante o período de estiagem, quando expõe extensas faixas de areia ao longo de seu curso.

Teresina encontra-se sobre baixas latitudes, o que lhe condiciona receber intensa radiação solar durante todo o ano, situação que associado à sazonalidade das chuvas, devido suas condições climáticas, ocasiona sensações térmicas muito elevadas, principalmente durante o período de estiagem. A condição da cidade está inserida no interflúvio dos vales de dois importantes rios federais, o Parnaíba e Poti favorece o uso desses rios para lazer pela população, como forma de se refugiar das altas temperaturas. No entanto, o crescimento da cidade associado ao deficiente sistema de esgotamento sanitário e a disposição final de lixo, tem ocasionado uma significativa diminuição da qualidade da água dos rios Parnaíba e Poti, podendo prejudicar o uso destes para lazer de contato primário.

A Resolução CONAMA nº 357(BRASIL, 2005), dispõe que a prática de atividades recreativas, sobretudo aquelas com contato primário, é permitido para os rios enquadrados nas classes 1 e 2, desde que sejam observadas as condições de qualidade.

O uso do rio Poti em Teresina como área de lazer de contato primário ocorre mais intensamente no Balneário Curva São Paulo, localizado na zona sudeste da capital, local que há décadas é utilizado como área de lazer pela população. Inicialmente o Balneário era frequentado somente em algumas épocas do ano e apresentava estruturas de barracas.

Atualmente, apresenta uma estrutura física permanente, implantada pelo poder público municipal, com o objetivo de consolidar o local como área de atração turística e de lazer da capital, porém o descaso com a manutenção do local tem deixado o espaço sem atrativos de uso pela população local.

Com base em pesquisa, afirma Moraes (2011) que a maioria dos usuários do balneário residem na região do grande Dirceu (62%) e aproximadamente 35% residem em bairros das demais regiões de Teresina. Aponta ainda que 91% dos visitantes não utilizam o rio para banho, por considerarem a água poluída (46%), não gostarem de banhar no rio (19%), acham o local perigoso para banho (19%), não saber nadar (3%) e outros motivos (13%), predominando um lazer contemplativo da paisagem, associado ao consumo de comidas e bebidas nas barracas, com notável a insatisfação dos visitantes quanto às condições de limpeza do ambiente.

O monitoramento da qualidade da água do Balneário Curva São Paulo, realizado entre julho de 2009 e outubro de 2010 por Moraes (2011), indicou condições satisfatórias de balneabilidade em, aproximadamente, 90% do período monitorado, além de condições excelentes de balneabilidade nos períodos de estiagem, devido à redução da turbidez e do menor volume de água do rio Poti. Sugerindo o autor, que durante o período chuvoso, o uso recreativo do local deva ser evitado.

As condições satisfatórias de balneabilidade é resultado do baixo nível de ocupação urbana à montante do balneário. No entanto, esta região encontra-se em processo de urbanização, o que poderá resultar na deterioração da qualidade da água do Poti, caso não sejam tomadas as providências necessárias em relação à implantação dos serviços de saneamento básico (MORAIS, 2011, p.78).

Nesta pesquisa, o Balneário Curva São Paulo está indicado como o ponto P-1 de monitoramento, localizado na área semi-urbana de Teresina, o qual apresentou classificação Boa e Regular durante o período monitorado (Figura 1) apresentando as variáveis de qualidade analisadas conformidade com o determinado para os mananciais enquadrados para classe 2 (BRASIL, 2005).

Para estimular o uso do rio como área de lazer, propõe Moraes (2011) o estabelecimento de um programa de monitoramento da balneabilidade durante todo o período de estiagem e adequada sinalização do local, indicando a condição do uso do rio pelo órgão competente do Estado ou Município.

Outra forma de lazer que o rio Poti oferece em Teresina, é através do Parque Ambiental Encontro dos Rios, criado através da Lei Municipal nº 2.265 de Dezembro de 1993, com objetivos de promover a preservação ambiental permanente da área, de promover o

turismo ecológico e de resgatar a cultura popular do Cabeça de Cuia, possibilitando a realização de atividades de educação, de recreação e contemplação da natureza.

Um novo ponto turístico em Teresina localizado na margem direita do rio Poti é a Ponte Estaiada Mestre João Isidoro França (Figura 4), que possui um mirante de 95 metros de altura, com capacidade para 100 pessoas, de onde é possível ter uma vista panorâmica da cidade e do leito do rio Poti.



Figura 4- Ponte Estaiada Mestre João Isidoro França. (Fonte: Oliveira, 2011).

Na margem direita do rio Poti, estão localizados os dois principais shoppings Center de Teresina, edificados em áreas antes destinadas para o controle do escoamento, filtragem e absorção natural das águas que escoavam para o rio, aliviando o problema das cheias nas áreas ribeirinhas. Todavia, o aterramento das lagoas nesta área sem uma fiscalização eficiente das ligações de esgotos clandestinos para o rio Poti, vieram a tornar suas águas impróprias para o lazer de contato primário nestes locais, sendo constante a necessidade da retirada de aguapés deste rio em decorrência do nível de poluição das águas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento urbano desordenado de Teresina nas últimas décadas tem gerado diversos problemas ambientais como: o lançamento de efluentes domésticos de forma indevida nos mananciais, a ocupação de áreas ribeirinha por loteamentos irregulares, a diminuição de áreas verdes, a extração mineral predatória, aumento de pavimentação impermeável do solo, dentre outros, que exigem uma gestão mais rigorosa dos recursos naturais, sobretudo dos mananciais, tendo em vista que a capital piauiense é favorecida por

dois importantes rios federais e por um rico lençol freático, os quais se tornam ameaçados, por não existir um monitoramento de qualidade da água que auxilie nas intervenções do poder público e da população na conservação desses mananciais.

O monitoramento da qualidade da água do rio Poti em Teresina demonstrou existir determinado grau de poluição e contaminação nos pontos localizados no núcleo urbano da cidade, devido principalmente ao constante lançamento de efluentes domésticos sem tratamento e ao ineficaz sistema de esgotamento sanitário da cidade.

A não conformidade da qualidade da água do rio Poti frente aos requisitos de qualidade para classe 2 (BRASIL, 2005) está correlacionada a existência de coliformes termotolerantes acima do determinado, principalmente nos pontos P-2, P-5 e P-6. Tornando-se necessário para Teresina uma maior cobertura do sistema de tratamento de esgoto, assim como eliminar as ligações clandestinas de esgoto, como forma de evitar conseqüências indevidas à saúde dos seus mananciais e da população local, frente ao crescimento desordenado da sua área urbana.

Para o lazer, o monitoramento demonstrou adequado o uso do rio Poti de contato primário nas áreas menos urbanizadas, como no Balneário Curva São Paulo, contudo no núcleo urbano deve-se evitar o contato direto com a água devido altas concentrações de coliforme fecais na água em decorrência do constante lançamento de esgoto doméstico sem tratamento que possibilita a transmissão de doenças.

Como a grande pressão antrópica e o crescimento da demanda por serviços básicos de saneamento têm comprometido o uso dos mananciais em Teresina, utilizados para a diluição das cargas poluidoras. Torna-se necessário um manejo sustentável do solo e da água na cidade, assim como efetivar um programa de monitoramento e fiscalização ambiental para assegurar o controle sistemático da qualidade dos recursos hídricos e da qualidade de vida da população, de modo que sejam adotadas medidas de controle e preservação dos recursos hídricos frente às demandas previstas na legislação.

REFERÊNCIAS

BHATTI, M. T.; LATIF, M. Assessment of water quality of a river using an indexing approach during the low-flow season. **Irrigation and Drainage**. nº 60, p. 103-114, 2011.

BIN LIU e ROBERT SPEED. Water Resources Management in the People's Republic of China. **Water Resources Development**. vol. 25, nº 2, p.193–208, Jun 2009.

BRAGA, B.; PORTO, M.; TUCCI, C. E. M. Monitoramento de quantidade e qualidade das águas. . In: REBOLÇAS, A. C. et al. (Org.). **Águas doces no Brasil**. 3 ed. São Paulo: Escrituras, 2006. p. 145-160.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 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 mar. de 2005.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo. Apêndice a: significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>>. acesso em junho de 2011.

DAMASCENO, L. M. O. **Avaliação e monitoramento da qualidade da água do rio Poti na região de Teresina, PI**. 2005, 133f. Monografia do curso de graduação em Tecnólogo em Meio Ambiente. Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí. Teresina, 2005.

GUOLIANG WEI. *et al.* Impact of Dam Construction on Water Quality and Water Self-Purification Capacity of the Lancang River, China. **Water Resour Manage**. vol.23, nº 9, p.1763-1780, July, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **Censo 2010**: Piauí. 2013. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php> acesso em julho de 2012.

LIMA, I. M. M. F. **Caracterização Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Poti**. 1982, Tese de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1982.

MAANE-MESSAI, S *et al.* Spatial and Temporal Variability of Water Quality of an Urbanized River in Algeria: The Case of Soummam Wadi. **Water Environment Research**, vol. 82, nº 8, p.742-7499, aug. 2010

MAITRE, D. C. L.; COLVIN, C. A. Assessment of the contribution of groundwater discharges to rivers using monthly flow statistics and flow seasonality. **Água SA (Online)** vol.34, nº5, Pretória, outubro 2008. Disponível em: <http://www.scielo.org.za/scielo.php?pid=S1816-79502008000500004escript=sci_arttext>. Acesso em agosto de 2011.

MAROTTA, H; SANTOS, R. O. dos; ENRICH-PRAST, A. Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambientais. **Rev. Ambiente e sociedade**. vol.11 nº1, p.67-79, Jan./Jun, 2008.

MONTEIRO, C. A. B. **Caracterização do esgoto sanitário de Teresina: eficiência, restrições e aspectos condicionantes**. 2004, 233f. Dissertação do Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2004.

MORAIS, R. C. de S. **Diagnóstico Socioambiental do Balneário Curva São Paulo-Teresina-Pi.** 2011, 88f. Dissertação do Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.

MOTA, S. **Gestão ambiental de recursos hídricos.** 3 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2008.

_____. **Urbanização e meio ambiente.** 4 ed. Atual. Ver. Rio de Janeiro; Fortaleza. ABES, 2011.

PORTO, M.F.A e PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos avançados.** vol. 22. n.63,p. 43-60. 2008

REBOUÇAS, A. da C. Água doce no mundo e no Brasil. In. REBOUÇAS, A. da C. *et al* (org.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** 3 ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. p. 1-35

SATÉLITE LANDSAT 5. Geoprocessamento de imagens de Satélite Landsat 5 do sítio urbano de Teresina em 1985 e 2010. Teresina, 2011.

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí. **Relatório síntese.** Piauí. 2010.

SMITH, V. H.; TILMAN, G. D.; NEKOLA, J. C. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. **Environmental Pollution,** Massachusetts, EUA, v. 100, n. 2, p. 179-196, jul. 1999.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2 ed. Belo Horizonte: UFMG, 1996, 243p.

TAVARES, A.R. **Monitoramento da qualidade das águas do rio Paraíba do Sul e diagnóstico de conservação.** 2005. 176p, Dissertação de Mestrado, Instituto Tecnológico de Aeronáutica-ITA, São José dos Campos, São Paulo. 2005.

TUCCI. C. E. M. Águas urbanas: interfaces no gerenciamento. In: PHILIPPI Jr., A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável.** Barueri- SP: Manole, p. 375-411, 2005.

_____. Água no meio urbano. In: REBOUÇAS, A. da C., et al (org.). **Águas doces no Brasil.** 3 ed. São Paulo: Escrituras, 2006. P.399-432.

_____. **Águas urbanas. Estudos avançados.** vol.22, nº63, p. 97-112, 2008.

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. 3581-3592. 1998.