



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NOS RIOS TOCANTINS E CACAU NO TRECHO DA CONSTRUÇÃO DA PONTE DA AMIZADE

Josélia Calixto Leitão Borsatto¹; Marcos Vinicius Borsatto²; José Fábio França Orlando³;
Marcelo Francisco da Silva⁴; Dany Geraldo Kramer Cavalcanti e Silva⁵

RESUMO

A ponte sobre o rio Tocantins reduz em 160 quilômetros o escoamento da produção do Estado do Tocantins até o Porto de Itaqui, em São Luís e liga Imperatriz à cidade de São Miguel (TO). Também chamada de Ponte da Amizade, ela garantirá uma redução dos custos de locomoção dos pedestres e transporte de cargas entre Imperatriz e as cidades vizinhas do Tocantins, dinamizando a economia nas regiões Sul do Maranhão e Norte do Tocantins. O presente estudo objetivou analisar os processos de contaminação dos rios Tocantins e Cacao, a fim de minimizar os impactos decorrentes da obra de construção da ponte sobre o rio Tocantins. Através das análises físico-químicas, bacteriológicas e fitoplanctônicas realizadas, nos meses de julho e outubro de 2007, e janeiro de 2008, não se observou alterações significativas em seus valores por conta do empreendimento em estudo.

Palavras-chave: monitoramento; água. rio Tocantins; rio Cacao.

ANALYSIS OF WATER QUALITY IN THE CACAU AND TOCANTINS RIVERS IN THE PORTION OF THE CONSTRUCTION OF “PONTE DA AMIZADE”

ABSTRACT

The bridge over the river Tocantins reduces 160 km the flow of production in the state of Tocantins to the Port of Itaqui in São Luís (MA) and connects the cities of Imperatriz (MA) and São Miguel (TO). Also called Friendship Bridge, it will ensure a lower cost of walking locomotion and carrying loads between the Imperatriz (MA) and the neighboring cities of Tocantins, stimulating the economy in the South of Maranhão and north of Tocantins. This study aimed to analyze the processes of contamination of rivers Tocantins and Cacao in order to minimize the impacts arising from the work of building the bridge over the river Tocantins.

Through physical-chemical, bacteriological and phytoplankton held in July and October 2007 and January 2008, there was no significant change in their securities on behalf of the enterprise under study.

Keywords: monitoring; water; Tocantins river; Cacao river.

Trabalho recebido em 23/02/2010 e aceito para publicação em 12/06/2010.

¹ Bióloga, especialista em Gestão Ambiental. Curso de Especialização – FAMA – Imperatriz / MA. e-mail: joseliabio@yahoo.com.br

² Engenheiro Civil, especialista em Gestão Ambiental. Curso de Especialização – FAMA – Imperatriz / MA. e-mail: marcos.borsatto@yahoo.com.br

³ Professor da UEMA. e-mail: fabioorlanda@yahoo.com.br

⁴ Prof. MSc da UEMA. e-mail: marxico@yahoo.com.br

⁵ Professor da UFRN – FACISA. Santa Cruz-RN. Doutorando do Programa de pós-graduação em Engenharia Mecânica – UFRN. e-mail: dgkes@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

As garantias de fonte de água adequada ao consumo humano e produção de alimentos vem sendo mitigados pelo crescimento da população mundial, às altas taxas de consumo de água, ao modelo de desenvolvimento adotado e à contaminação dos recursos hídricos pelas ações antrópicas (GIRÃO *et al*, 2007).

Dentre as ações consideradas de riscos aos corpos d'água, citam-se: desmatamento de matas ciliares, descarte de resíduos, despejo de esgoto (doméstico e industrial), ocupação desordenada de áreas próximas, atividades comerciais e industriais e empreendimentos (pontes e usinas), em diversas regiões do país (CARVALHO *et al*, 2007).

No Estado Maranhão e Tocantins, esses processos podem ser observados, com variação por grupo regional para os diversos fatores de riscos, como atividades industriais, agropecuárias e construções de empreendimentos que buscam fomentar o desenvolvimento regional (CARVALHO *et al*, 2007).

Um desses empreendimentos foi iniciado em 2006, pelo Governo do Estado do Maranhão, a Obra da Travessia sobre o Rio Tocantins, com extensão total de 1.020m e ponte sobre o Rio Cacau, com extensão total de 45 m, segundo Licença

de Instalação n° 385/2006, concedida pelo IBAMA. Por se tratar de uma grande obra, há os impactos ambientais inerentes ao empreendimentos, podendo levar a alterações das propriedades físicas, químicas e biológicas do ambiente local (CARVALHO *et al*, 2007), podendo não só afetar a biota como impactar áreas sociais, econômicas e de saúde na população local.

Assim, faz-se necessário o levantamento de dados sobre o tema, dado a importância do Rio Tocantins e seus afluentes para a economia e ecologia da região, que compreende os Estados do Maranhão, Tocantins e Pará. Para tanto, o presente estudo objetivou identificar a qualidade da água do rio Tocantins e Cacau no trecho de construção da ponte da Amizade, entre o Estado do Tocantins e Maranhão.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O município de Imperatriz, situado em microrregião homônima e mesorregião Oeste maranhense, se distancia da capital, São Luís, cerca de 650 km, e o município de São Miguel do Tocantins, na microrregião Bico do Papagaio e mesorregião Ocidental do Tocantins, está a cerca de 520 km de Palmas, capital

tocantinense (CAVALCANTI e SILVA & SOUSA, 2006).

O rio Tocantins é formado a partir dos rios Almas e Maranhão, cujas nascentes situam-se na região central do País, no interior do Distrito Federal, no Planalto de Goiás, e percorre cerca de 2.400 km até a sua foz, na baía de Marajó, próxima a Belém do Pará (VELOSO *et al*, 2004).

O Riacho Cacau possui suas nascentes fora do município de Imperatriz, apresentando desenho irregular, com muitas contribuições e pequenos braços e ramificações. Localizado na parte sul do município, separando fisicamente a parte urbana da parte rural, nota-se um acelerado processo de ocupação humana ao longo de suas margens. Realiza um percurso tranquilo sem muitas perturbações por um local de área ainda verde, num desenho sinuoso com formações de pequenas ilhas e áreas alagadas até finalmente desembocar nas Coordenadas (5° 33' 56,9'' S e 47° 28' 46,9'' W), a altura da praia do Cacau do Rio Tocantins, segundo (RIOS, 2005; VELOSO *et al*, 2004).

Atualmente o rio Cacau transporta pelo seu leito uma vazão que é constituída em grande parte por lixos, dejetos que poluem e assoreiam sua calha, propiciando baixas velocidades com conseqüências diversas, provocando enchentes, como as que normalmente ocorrem todo ano no

período de chuvas. As cheias desabrigam os moradores próximos as suas margens transportando endemias, as quais o estabelecimento e proliferação são favorecidos pelas atuais condições do riacho (CONSPLAN, 2005).

Boa parte das regiões brasileiras, excetuando-se o semi-árido nordestino, possuem disponibilidades de água em quantidades suficientes para as atividades industriais, irrigação e para o abastecimento doméstico. Entretanto, a ausência de saneamento e o lançamento de efluentes domésticos e industriais, sem qualquer tratamento, na grande maioria dos corpos de água, resultam em extensa degradação da qualidade destas águas, definindo um quadro paradoxal de escassez (RAMOS *et al*, 2006).

O monitoramento da qualidade das águas é um dos mais importantes instrumentos da gestão ambiental. Ele consiste, basicamente, no acompanhamento sistemático dos aspectos qualitativos das águas, visando à produção de informações e é destinado à comunidade científica, ao público em geral e, principalmente, às diversas instâncias decisórias (RAMOS *et al*, 2006; CARVALHO *et al*, 2007).

Nesse sentido, o monitoramento é um dos fatores determinantes no processo de gestão ambiental, uma vez que propicia uma percepção sistemática e integrada da

realidade ambiental (RAMOS *et al*, 2006; CARVALHO *et al*, 2007).

De acordo com a Lei Federal nº 6938, de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e introduz a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) como uma das ferramentas para gestão e proteção ambiental (Brasil, 1981). Em 1986, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) regulamentou a AIA, por meio da Resolução nº 01, especificando estudos de impactos ambientais prévios à implantação de obras com potencial de impactar o ambiente (BRASIL, 1986).

No que se refere ao empreendimento da Ponte da Amizade, sobre o rio Tocantins, ligando os Estados do Maranhão e Tocantins, um estudo realizado pela Consplan (2005) apontaram que sua construção, poderia causar impactos ao meio ambiente, sendo principalmente decorrentes da alteração das propriedades físico-químicas das águas pela atividade de revolvimento do leito, bem como aplicação de produtos de construção (agregados, argamassa, impermeabilizantes) impactando desta forma a fauna e a flora adjacentes.

Para se determinar o nível deste impacto, faz-se necessário a utilização de parâmetros de natureza química, física e biológica, que devem ser comparados aos

padrões preconizados pela legislação (BRASIL, 2005).

A nível biológico exemplifica-se a comunidade fitoplanctônica (principal componente do primeiro nível trófico), o dos produtores primários, e, portanto, forma a base das cadeias alimentares que mantêm os recursos pesqueiros (VAILELA, 1991), que podem ser avaliados, quanto a impactos sobre os recursos hídricos. Estes produtores primários, podem ser avaliados quanto a sua diversidade de espécies, que indica o grau de estabilidade e complexidade do ambiente (MAKOTO & TSUTOMU, 1999).

A avaliação da produção primária acrescida de parâmetros físico-químicos dos sistemas aquáticos, não só permitem caracterização destes, como também avaliar sua capacidade de recarga e uso sustentável dos recursos vivos, principalmente naqueles que sofrem extrativismo ou eutrofização artificial e natural (SCHAFFER, 1985).

Os ecossistemas aquáticos incorporam, ao longo do tempo, substâncias provenientes de causas naturais, em concentrações raramente elevadas que, no entanto, podem afetar o comportamento químico da água e seus usos mais relevantes. Entretanto, as substâncias produzidas por ações antrópicas, podem resultar em sérios

problemas a este recurso, que demandam investigações e investimentos para sua recuperação (CALIJURI, 1998).

Os aspectos mais graves dos poluentes referem-se às substâncias potencialmente tóxicas, oriundas de processos industriais. Por outro lado, atualmente, observam-se, ainda, a presença, em ambientes eutrofizados, ricos em matéria orgânica, de microalgas capazes de produzir toxinas com características neurotóxicas e hepatotóxicas (CALIJURI, 1998).

De acordo com pesquisas os documentos, emitidos pelas Prefeituras e Governo Estadual, a implementação da ponte é fundamental para a interligação dos municípios de Imperatriz (MA) e São Miguel do Tocantins (TO) e não afeta o desenvolvimento das respectivas sedes municipais, bem como, complementa o sistema rodoviário do Estado do Maranhão interligando as rodovias BR-010 no Maranhão e TO-126 no Tocantins, rotas alternativas para escoamento da produção agrícola da região, pois reduz as perdas de produção (CONSPLAN, 2005).

O estudo permitiu avaliar a qualidade das águas e obtenção de dados relevantes para o estabelecimento de medidas de controle ambiental, visando minimizar os impactos decorrentes do empreendimento na qualidade da água no local do empreendimento.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Pontos de Coletas de Amostras

As escolhas dos pontos de amostragem e dos parâmetros a serem analisados foram feitas em função do corpo d'água, de seu uso benéfico, da localização das atividades de construção da ponte que possam influenciar na sua qualidade, e da natureza das cargas poluidoras, tais como: despejos industriais, esgotos domésticos, águas de drenagem agrícola e urbana.

As estações de coleta sistemática da água (n=8) foram inseridas, a montante e a jusante do local de instalação da ponte sobre o rio Tocantins, com distância de 200 metros da obra e com 3 pontos amostrais (um em cada margem e um no leito do rio a uma profundidade de 30 cm) (Figura 1).

No rio Cacau foi selecionado um ponto a montante e outro a jusante do local por onde vai passar a ponte sobre o mesmo (Figura 2). As coletas foram realizadas nos meses de julho e outubro de 2007 e janeiro de 2008, compreendendo o regime de vazante e cheia respectivamente, contemplando, desta forma, a sazonalidade da região. A Tabela 1 mostra as coordenadas dos pontos amostrados no rio Tocantins e Cacau.

Tabela 01. Pontos amostrados nos rios Tocantins e Cacao. (Out. 2007 e Jan. 2008).

PONTO	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS	
		X	Y
T1 J MD	Rio Tocantins – jusante – margem direita	224.904	9.385.320
T2 J ME	Rio Tocantins – jusante – margem esquerda	224.326	9.385.116
T3 JL	Rio Tocantins – jusante – leito	224.484	9.385.522
T4 M MD	Rio Tocantins – montante – margem direita	225.091	9.384.864
T5 M ME	Rio Tocantins – montante – margem esquerda	224.534	9.384.716
T6 M L	Rio Tocantins – montante – leito	224.826	9.384.672
C1 J	Rio Cacao – jusante	226.714	9.385.274
C2 M	Rio Cacao – montante	226.660	9.385.296

**Figura 01.** Pontos amostrados no rio Tocantins. **Figura 02.** Pontos amostrados no rio Cacao.

3.2 Métodos de coleta e análise das amostras

As amostras de água dos corpos hídricos analisadas foram coletadas diretamente em frascos de polietileno através da imersão dos mesmos a 30 centímetros abaixo da superfície da lâmina d'água. As amostras foram trazidas diretamente para o laboratório onde foram preservadas sob refrigeração (APHA, 1985).

Em campo foram determinadas as temperaturas da água e oxigênio dissolvido

utilizando-se o oxímetro modelo SL 510 da Alfa tecnoquímica. Nas determinações de pH foi utilizado o pHmetro modelo AT300 Master e para condutividade elétrica utilizou-se o condutivímetro digital portátil modelo CDR-870, ambos da empresa Alfa tecnoquímica, com procedimentos realizados sob orientação dos respectivos manuais.

As determinações físico-químicas efetuadas no laboratório feitas em triplicatas foram: turbidez, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, fosfato,

hidrocarbonetos totais, sólidos em suspensão, cloreto, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO). Os procedimentos analíticos adotados seguiram o Standard Methods (APHA, 1985).

Para os ensaios microbiológicos foram coletados em frascos estéreis, não tóxicos de vidro e mantidas sob refrigeração até o momento das análises. Para análise utilizou-se as Técnicas de Tubos Múltiplos (NMP), para determinação de coliformes totais (CT) e coliformes fecais (CF) (APHA, 1985).

As amostras para análise qualitativa de fitoplâncton foram coletadas pela filtragem de 30 litros de água em rede de plâncton cônica de 40 µm, em seguida fixadas em campo em solução de formol a 4% e levadas ao laboratório para análise sob microscopia óptica. A identificação taxonômica foi realizada com auxílio de bibliografias especializadas nacionais e estrangeiras, de acordo com Silva-Cunha & Eskinalzi-Leça (1990), Tomas (1997), Cupp (1943) e Komarék & Anagostinidis, (1989).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Parâmetros físicos e químicos

Diversas substâncias podem constituir risco para saúde humana, dentre eles estão os compostos nitrogenados no diferentes estados de oxidação: nitrogênio

amoniaco, nitrito e nitrato. A amônia (nitrogênio amoniaco) pode estar presente naturalmente em águas superficiais, em geral em baixas concentrações, devido à sua fácil adsorção por partículas do solo ou à oxidação a nitrito e nitrato (ALABURDA & NISHIHARA, 1998).

Contudo, o nitrogênio amoniaco pode ter sua concentração elevada como resultado da poluição, podendo ser convertido em nitrato. Da mesma forma, este, é encontrado com baixos teores, podendo ser convertido a nitrito pelas reações químicas do meio. O consumo de águas de abastecimento contaminadas por nitrato pode induzir à metemoglobinemia, especialmente em crianças, e a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas. O nitrito por sua vez, tem um efeito mais rápido e pronunciado do que o nitrato. Se o nitrito for ingerido diretamente, pode ocasionar metemoglobinemia independente da faixa etária do consumidor (ALABURDA & NISHIHARA, 1998).

Os níveis de compostos nitrogenados foram avaliados nos pontos supracitados, no mês de julho e outubro de 2007 os valores de nitrito para o rio Cacau apresentaram valores acima de 1,0 mg/L. Sendo que apenas no mês de julho de 2007 foram determinadas concentrações elevadas de Nitrogênio Amoniaco para todos os pontos analisados nos rios

Tocantins e Cacao, com valores acima de 2,0 mg/L. Já os níveis de nitrato mostram-

se dentro dos valores recomendados pela legislação (Tabela 2).

Tabela 2: Níveis de compostos nitrogenados.

PARÂMETRO	VALOR DE REFERÊNCIA	RIO TOCANTINS		RIO CACAU	
		MÉDIA MONTANTE	MÉDIA JUSANTE	JUSANTE	MONTANTE
NITRITO	1,0mg/L	0,890	0,600	2,620	2,500
NITRATO	10mg/L	1,007	1,277	3,780	3,240
NITROGÊNIO AMONICAL	1,0/2,0 mg/L	3,430	3,103	86,140	86,140

Os despejos domésticos, industriais e fertilizantes químicos contribuem para disponibilidade de elementos inorgânicos, como compostos nitrogenados e fosfatos. Estes contribuem para a eutrofização de corpos d'água ou seja o crescimento exagerado de organismos autotróficos, particularmente algas plantônicas (fitoplâncton) e ervas aquáticas (macrófitas) (Valente *et al*, 1997).

Este fenômeno pode causar diversos prejuízos, tais como liberação de toxinas, alteração da acidez da água (pH), pois consome gás carbônico pela absorção fotossintética (varia do dia para a noite). Fatores estes que podem levar a morte de

determinadas formas de vida aquáticas (Valente *et al*, 1997).

Neste contexto, o nível de fosfato total e pH tornam-se parâmetros importantes na avaliação da qualidade da água. O primeiro elemento, Fosfato total, nos pontos C1 e C2 do rio Cacao, mostraram-se aumentadas nos meses de julho e outubro de 2007. Já as amostras do rio Tocantins, apresentaram concentrações acima de 0,1mg/L, a jusante e montante, no mesmo período. De acordo com o pH, que para todos os pontos do mês de julho de 2007, apresentaram valores entre 7,5 e 8,0 (Tabela 3).

Tabela 3: Níveis de Fosfato Total e pH.

PARÂMETRO	VALOR DE REFERÊNCIA	RIO TOCANTINS		RIO CACAU	
		MÉDIA MONTANTE	MÉDIA JUSANTE	JUSANTE	MONTANTE
FOSFATO TOTAL	0,1mg/L	0,134	0,356	0,193	0,200
pH	6,0 a 9,0	8,287	8,073	7,840	7,760

A deterioração da qualidade da água dentro do rio Cacao indica que o

ambiente encontra-se em processo de eutrofização, sofrendo descargas

domésticas que podem conter entre outras substâncias, resíduos de detergentes. Uma propagação rápida de substâncias orgânicas, principalmente de algas, é causada por um aumento destes nutrientes. Como resultado, a vida aquática é afetada por depleção de oxigênio (Valente *et al*, 1997).

Quando a carga dos esgotos lançados excede a capacidade de autodepuração do corpo de água, o rio fica sem oxigênio, provocando problemas estéticos e liberação de odor e impedindo a existência de peixes e outros seres aquáticos. Para avaliação destes parâmetro utiliza-se como principais indicadores o Oxigênio dissolvido (concentração de oxigênio dissolvido na água em mg L⁻¹), Demanda bioquímica de oxigênio (determina indiretamente a concentração de matéria orgânica biodegradável através da demanda de oxigênio exercida por microrganismo) e Demanda química de oxigênio (baseado na concentração de

oxigênio consumido para oxidar a matéria orgânica, biodegradável ou não) (Valente *et al*, 1997).

Visando-se avaliar os níveis de oxigenação nos rios Tocantins e Cacaú determinaram-se os níveis de DBO, DQO e oxigênio dissolvido. Para o rio Cacaú os valores encontrados para as análises de Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO à montante e à jusante para todos os pontos analisados em todos os meses, ultrapassaram os padrões legais de 5 mg/L de oxigênio.

As determinações de Oxigênio dissolvido, apresentaram valores acima de 5 mg/L de oxigênio apenas nos pontos C2 de outubro de 2007 e C1 de janeiro de 2008. Falhas durante a amostragem podem justificar estes valores, tendo em vista, a baixa taxa de fluxo de água neste curso d'água (Tabela 04).

Tabela 04: Níveis de demanda de oxigênio.

PARÂMETRO	VALOR DE REFERÊNCIA	RIO TOCANTINS		RIO CACAÚ	
		MÉDIA MONTANTE	MÉDIA JUSANTE	JUSANTE	MONTANTE
DBO	5,0mg/L	2,833	2,863	7,600	7,800
DQO	-	6,953	5,620	16,850	12,400
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	<5,0 mg/L	7,967	7,673	4,670	4,600

Outros parâmetros físico-químicos são utilizados para aferir a qualidade da água, tais como a temperatura e sólidos suspensos, que podem interferir nos níveis

de oxigênio dissolvido e condutividade elétrica do ambiente. Além de auxiliar nas especificações iônicas que poderiam estar sendo liberados compreendendo-se

processos biológicos e ecológicos da fauna aquática (Carvalho *et al* 2000).

Na avaliação dos níveis de cloreto, condutividade elétrica, Hidrocarbonetos totais, sólidos em suspensão, temperatura

da água e turbidez, observou-se que os valores encontram-se dentro dos padrões legais vigentes estabelecidos para águas doces (Tabela 5).

Tabela 5: Outros parâmetros físico-químicos.

PARÂMETRO	VALOR DE REFERÊNCIA	RIO TOCANTINS		RIO CACAU	
		MÉDIA MONTANTE	MÉDIA JUSANTE	JUSANTE	MONTANTE
CLORETO	250,0mg/L	0,062	0,057	0,050	0,090
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	- uS/cm	45,033	47,067	258,000	262,000
HIDROCARBONETOS TOTAIS	- mg/L	2,400	4,600	4,500	4,500
SÓLIDOS SUSPENSOS	- mg/L	0,640	1,200	1,200	1,240
TEMPERATURA DA ÁGUA	°c	28,600	30,033	30,500	30,600
TURBIDEZ	100,0 NTU	3,957	1,993	6,450	15,340

De um modo geral, a evolução da qualidade da água dos rios Tocantins e Cacao obedeceram ao aumento de chuvas na região, pelo fato de que estes dados foram obtidos no período de transição na sazonalidade da região. Segundo dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), as precipitações acumuladas mensais nos meses de julho e outubro de 2007 e janeiro de 2008, para as chuvas no município de Imperatriz, foram de 5, 20 e 205 mm, respectivamente. Considerados como os meses de estiagem, final de estiagem e período chuvoso, pela ordem.

Neste período de coleta, a construção da ponte sobre o rio Tocantins estava em fase de fundação em estaca escavada no leito do rio, onde se fez

necessário à permanência de uma balsa no leito do rio com maquinário que podem gerar resíduos, como óleos e graxas. Por esse motivo, realizou-se o acompanhamento constante dessa atividade com a finalidade de evitar vazamentos, além da manutenção dos barcos que servem para transportar pessoas e equipamentos. Através das análises realizadas de Hidrocarbonetos Totais, pode-se observar que não há alteração nos valores encontrados nos pontos coletados.

4.2 Parâmetros microbiológicos

As fontes de contaminação antropogênica em águas são em geral diretamente associadas a despejos domésticos, industriais e ao chorume oriundo dos resíduos sólidos, que

contaminam os corpos d'água com microorganismos patogênicos (Freitas *et al*, 2001).

Nos países em desenvolvimento, em virtude das precárias condições de saneamento e da má qualidade das águas, as doenças diarréicas de veiculação hídrica, como, por exemplo, febre tifóide, cólera, salmonelose, shigelose, têm sido responsáveis por vários surtos epidêmicos e pelas elevadas taxas de mortalidade infantil, relacionadas à água de consumo hum (Freitas *et al*, 2001).

Mundialmente, utiliza-se para análise microbiológicas de águas, as Bactérias do grupo dos coliformes fecais,

tendo como principal representante a *Escherichia coli*, presente nas fezes humanas e animais (Almeida, *et al*, 2004).

Com base nessa referência, buscou-se avaliar não só os níveis de Coliformes Totais, mas também as Bactérias Heterotróficas. Sendo observado, níveis dentro dos padrões estabelecidos nas coletas realizadas no rio Tocantins. Já as análises desenvolvidas no rio Cacau, apresentaram níveis de Coliformes Totais, *Escherichia coli* e Bactérias Heterotróficas alterados (ausência total em 100 ml para consumo direto) em todos os pontos de coleta (Tabela 6).

Tabela 6 – Análises microbiológicas dos pontos amostrais nos Rios Tocantins e Cacau.

PARÂMETRO	VALOR DE REFERÊNCIA	RIO TOCANTINS		RIO CACAU	
		MÉDIA MONTANTE	MÉDIA JUSANTE	JUSANTE	MONTANTE
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100ml	20,67	18,67	2.400	2.400
COLIFORMES FECAIS	NMP/100ml	4,67	4,67	1.100	460

Os níveis do rio Cacau provavelmente são decorrentes dos de efluentes que não são tratados, em especial de origem domésticas, pela ocupação desordenada ao longo de seu percurso no município de Imperatriz, tornando suas águas inapropriadas para diversos usos humanos.

4.3 Parâmetros biológicos – Fitoplâncton

A avaliação da qualidade de água e da comunidade fitoplanctônica (principal componente do primeiro nível trófico), o

dos produtores primários, e, portanto, forma a base das cadeias alimentares que mantêm os recursos pesqueiros em ambientes destinados a recreação permite estabelecer formas de manejo destes sistemas, evitando possíveis problemas a saúde humana, (Vailela, 1991), que podem ser avaliados, quanto a impactos sobre os recursos hídricos. Estes produtores primários, podem ser avaliados quanto a sua diversidade de espécies, que indica o

grau de estabilidade e complexidade do ambiente (Makoto & Tsutomu, 1999).

Na avaliação das algas fitoplanctônicas encontradas, os grupos predominantes foram os pertencentes à Divisões Bacillariophyta, Chlorophyta e Cyanophyta (Figura 3 e 4).

A comparação entre os pontos de coleta com base na diversidade máxima estimada através do índice de diversidade de Shannon-Winner demonstrou haver uma

maior diversidade de espécies a jusante da obra no rio Tocantins o que pode ser explicado pela disponibilização de nutrientes armazenados no sedimento durante a execução das fundações da obra. Os pontos de coleta no rio Cacao não apresentaram diferenças significantes quanto à diversidade máxima.

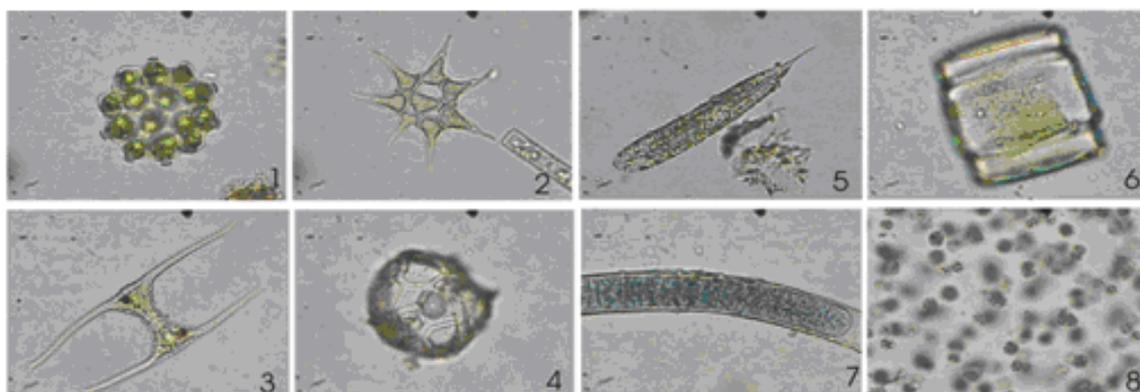


Figura 3. Algas encontradas nos pontos de coleta no rio Tocantins.

1 e 2 – Chlorophyceae; 3 – Zygnemaphyceae; 4 – Dinophyceae; 5 – Euglenophyceae; 6 – Bacillariophyta; 7 e 8 – Cyanophyceae

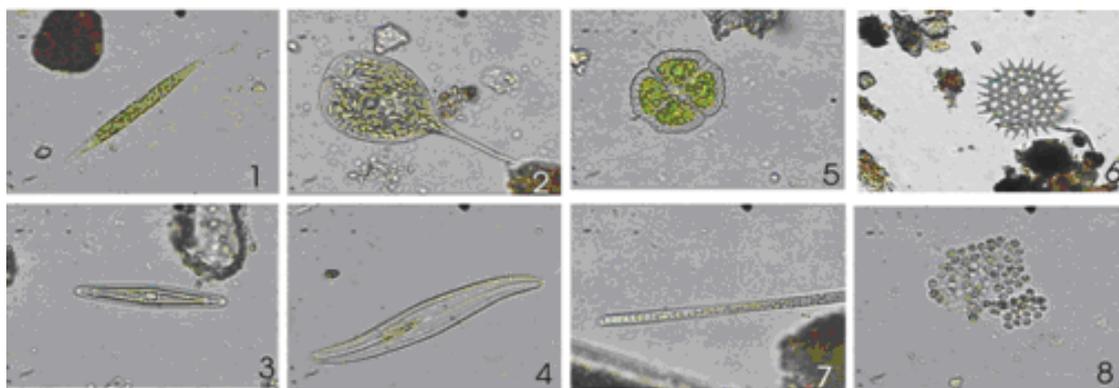


Figura 4. Algas encontradas nos pontos de coleta no rio Cacao.

1 e 2 – Euglenophyceae Chlorophyceae; 3 e 4– Bacillariophyta; 5 – Zygnemaphyceae –; Cyanophyceae 6 7 e 8 –

Nas proximidades da construção da ponte existe a atividade de extração de areia do rio com dragas, o qual pode

contribuir para a instabilidade do meio, quanto ao aporte de sedimentos; nesta mesma região do rio Tocantins ocorre anualmente atividades turísticas ao longo

dos bancos de areia localizados à montante e jusante da construção da ponte, no período de junho a dezembro e registra-se que próximo aos pontos localizados à jusante, encontra-se a captação de água da Companhia de Água e Esgotos do Maranhão – CAEMA.

4. CONCLUSÃO

Os resultados do presente trabalho sugerem, a continuidade das coletas para amostragem dos padrões de qualidade da água no intuito de se obter dados mais concretos a respeito dos efeitos que as atividades de construção da ponte causam no ambiente aquático, tendo em vista, as análises realizadas não apresentaram alterações em seus valores por conta do empreendimento que se instala nos rios Tocantins e Cacau no trecho sob análise, e sim pelas principais fontes poluidoras do rio Tocantins no trecho sob análise, como domicílios localizados às margens do rio, o esgotamento sanitário e o carreamento de material sólido desestruturado das margens pela erosão, confirmando os dados levantados no Estudo de Impacto Ambiental – EIA.

A deterioração da qualidade da água do rio Cacau indica que o ambiente encontra-se em processo de eutrofização, sofrendo descargas domésticas que podem conter entre outras substâncias, resíduos de detergentes. De um modo geral, a evolução

da qualidade da água dos rios Tocantins e Cacau obedeceram ao aumento de chuvas na região, pelo fato de que estes dados foram obtidos no período de transição na sazonalidade da região.

A capacidade do rio Tocantins de autodepuração o classifica como importante recurso hídrico que deve ser explorado e controlado.

5. AGRADECIMENTOS

À SEEBLA (Empresa de Engenharia Emílio Baumgart Ltda.) pelo aporte financeiro e logístico no desenvolvimento desta pesquisa;
À Universidade Estadual do Maranhão pela contribuição técnica de seus especialistas.

6. REFERÊNCIAS

- ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 32, n. 2, Apr. 1998.
- ALMEIDA, R. M. A.; HUSSAR, G. J.; PERES, M. R.; FERRIANI JUNIOR, A. L. Qualidade microbiológica do córrego “Ribeirão dos Porcos” **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v.1, n.1, jan./dez., 2004.
- APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 16 ed. New York, APHA, AWWA, WPCF, 1985.
- BRASIL, **LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981**. Ministério de Meio Ambiente.. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. 1981
- CALIJURI, M. C. **Respostas fisiológicas da comunidade fitoplanctônica e**

- fatores ecológicos em ecossistemas com diferentes estágios de eutrofização.** 1998. 293f. Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.
- CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, São Paulo, v. n.5, Sept./Oct. 2000.
- CARVALHO, A. P.; CAVALCANTI SILVA, D. G. K.; SOUSA, A. M.; GERMANO, B. C. C. Diagnóstico da degradação ambiental da bacia do rio Taquari em Araguatins (TO). **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 07, n. 20, Out – Dez, 2007.
- CAVALCANTI E SILVA, D. G. K.; SOUSA S., I. **Gestão de lixo hospitalar: uma análise da Estrutura curricular em cursos superiores de saúde ofertados por faculdades sediadas em Imperatriz – MA – Brasil.** 2006. 73f. Monografia de Especialização. Curso de Especialização em Metodologia do Ensino Superior – Universidade Estadual do Maranhão – UEMA. Imperatriz. 2006.
- Brasil. **Resolução Nº 01, de 23 de janeiro de 1986.** Conselho Nacional de Meio Ambiente. 1986.
- Brasil. **Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005.** Conselho Nacional de Meio Ambiente. 2005.
- CONSPLAN - Construção Projeto e Planejamento Ltda. **Estudo de Impacto Ambiental - EIA, da Ponte sobre o rio Tocantins e seus acessos, interligando os municípios de Imperatriz-MA e São Miguel do Tocantins – TO.** Teresina, 2005, 75p.
- CUPP, E. E. 1943. **Maryne plankton diatoms of the west coast of the North America.** Califórnia Scripps University of Califórnia, v.5, n.1: 1-238, 1943.
- FREITAS, M. F.; BRILLHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.17 n.3, Maio/Jun., 2001.
- GIRÃO, E. G.; ANDRADE, E. M.; ROSA, M. F.; ARAÚJO, L. F. P.; MEIRELES, A. C. M. Seleção dos indicadores da qualidade de água no Rio Jaibas pelo emprego da análise da componente principal. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza v.38, n.1, p.17-24, Jun./ Dez. 2007.
- 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.
- MAKOTO, O.; TSUTOMU, J. **Method in marine zooplankton ecology.** Florida. Krieger Publishing Company. 1999. 331p.
- RAMOS, M.C.; QUINTON, J.N.; TYRREL, S.F.. Effects of cattle manure on erosion rates and runoff water pollution by faecal coliforms. **Journal of Environmental Management**, v. 8, n.1, January 2006.
- RIOS, L. **Geografia do Maranhão.** São Luís. Central dos Livros. 4º ed. 2005.
- SCHAFFER, A. **Fundamentos de Ecologia e Biogeografia das águas continentais.** Porto Alegre. Editora da Universidade (UFRS), 1985.

- SILVA-CUNHA, M. G. C.; ESKINALZILEÇA, E. **Catálogo das diatomáceas (Bacillariophyceae) da plataforma continental de Pernambuco**. Recife. SUDENE – UFPE Estudos de Pesca). 1990.
- TOMAS, C. R. **Identifying Marine Phytoplankton**. Califórnia: Academic Press. 1997.
- VAILELA, I. **Marine Ecological Processes. Second Edition**. New York: Springer, 1991.
- 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.
- VELOSO, A. R.; MOREIRA, M. DAS G.; ARAÚJO, F. R. C. DE; CARVALHO, I.; ABREU, L. DE A. **A expansão urbana de Imperatriz e os impactos ambientais no rio Cacaú**. 2004. 60f. Monografia de Especialização. Pós-Graduação de Metodologia do Ensino em Geografia. Universidade Estadual do Maranhão / UEMA, Imperatriz, 2004.