



# Avaliação ambiental com base em indicador microbiológico de balneabilidade no município de Palmas-TO

Dayane Juliate BARROS<sup>[1;\*]</sup>; Anelise Kappes MARQUES <sup>[1]</sup> e Paula Benevides MORAIS<sup>[2]</sup>

<sup>[1]</sup> Universidade Federal do Tocantins, Campus Palmas. Laboratório de Microbiologia Ambiental e Biotecnologia. Avenida NS 15, 109 Norte - Plano Diretor Norte, 77001-090. Palmas-TO, Brasil. Email: [aneliseuft@hotmail.com](mailto:aneliseuft@hotmail.com)

<sup>[2]</sup> Professora do programa de Pós-Graduação Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (BIONORTE). Laboratório de Microbiologia Ambiental e Biotecnologia. Avenida NS 15, 109 Norte - Plano Diretor Norte, 77001-090. Palmas-TO, Brasil. E-mail: [moraispb@uft.edu.br](mailto:moraispb@uft.edu.br)

INFORMAÇÕES	RESUMO
<b>Recebido em:</b> 06/09/2015	O reservatório da UHE Lajeado-TO localiza-se na região central do estado do Tocantins e possui condições propícias a atividades de lazer. Suas margens apresentam um elevado potencial recreacional, portanto, as condições sanitárias necessárias às atividades de contato primário devem ser asseguradas à população. Indicadores de balneabilidade devem ser avaliados em ambientes com fins recreacionais com o objetivo de prever e evitar efeitos adversos à saúde humana e à biota aquática. O presente trabalho realizou a avaliação do parâmetro indicador de contaminação fecal, <i>Escherichia coli</i> , para a classificação da balneabilidade em quatro praias na capital do Estado do Tocantins, Palmas. São elas as Praias do: Caju, Prata, Graciosa e das Arnos. Para tal, foram realizadas a detecção e contagens de <i>Escherichia coli</i> pela técnica do substrato cromogênico, de amostras coletas em cinco semanas, entre os anos de 2012 e 2015. As águas apresentaram baixas contagens de <i>Escherichia coli</i> , que permitiram a classificação como muito boa ou excelente balneabilidade, conforme a Resolução CONAMA N° 274/2000. Dessa forma, o trabalho contribui para assegurar as atividades de lazer com segurança, e construir um banco de dados importante sobre as condições microbiológicas das praias pertencentes ao reservatório.
<b>Aceito em:</b> 25/11/2015	
<b>Publicado em:</b> 23/12/2015	
<b>Document Object Identifier</b> 10.18067/jbfs.v2i4.65	
<b>Termos de indexação:</b> Praias urbanas Qualidade da água Monitoramento *Autor para correspondência <a href="mailto:dayjuliati@gmail.com">dayjuliati@gmail.com</a>	

## Environmental Assessment based on microbiological indicators of balneability in Palmas, Tocantins, North Brazil

**ABSTRACT-** : UHE Lajeado reservoir is located in the central region of Tocantins State and it has favorable conditions to recreational activities. The margins of the reservoir exhibit a high recreational potential, thus, the sanitary conditions must be ensured to allow safe primary contact with waters. Balneability indicators should be assessed in environments with recreational purposes aiming the prediction and also to prevent adverse effects on human health and aquatic biota. The present work assessed the indicator parameter of fecal contamination, *Escherichia coli*, in order to establish the balneability of four beaches, which are: Cajú, Prata, Graciosa and Arnos, in the capital of Tocantins State, Palmas. The detection and counting of *Escherichia coli* used the chromogenic substrate technique of samples taken at five weeks interval during the period of 2012 and 2015. *Escherichia coli* counting were low and allowed the classification of the beach waters to be very good to excellent based on legal requirements CONAMA N° 274/2000. Hence, this work contributes to build an important database about microbiological conditions of the waters of Lajeado reservoir.

**Index terms:** Urban beaches, Water quality, Monitoring.



**Copyright:** © 2015 JBFS all rights. This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

**Financiamento:** Os autores reportam que houve suporte e auxílio financeiro da Fundação Municipal de Meio Ambiente de Palmas e FAPTO (Projeto 2003147)

**Conflito de interesse:** Os autores declaram que não há conflito de interesse.

### Como referir esse documento (ABNT):

BARROS, D. J.; MARQUES, A. K.; MORAIS, P. B. Avaliação ambiental com base em indicador biológico de balneabilidade no município de Palmas-TO. *Journal of Bioenergy and Food Science*, Macapá, v.2, n.4, p.172-177, out./dez., 2015. <http://dx.doi.org/10.18067/jbfs.v2i4.65>

## INTRODUÇÃO

Os corpos hídricos exercem papel essencial dentro de uma sociedade [1]. Diante do novo

cenário mundial, em que a preocupação ambiental torna-se cada vez mais acentuada, os países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, ainda

enfrentam problemas básicos com o saneamento ambiental [2]. A ausência desse tipo de serviço tem como consequência a precariedade de condições de saúde para uma gama significativa da população brasileira, que sofre com a ocorrência de doenças de veiculação hídrica, principalmente [3].

O uso recreacional dos corpos hídricos está estabelecido na legislação ambiental brasileira, como uso preponderante para os corpos d'água enquadrados nas classes 1 e 2, desde que sejam acatadas as condições de balneabilidade. Define-se por balneabilidade, o contato direto e prolongado com a água, onde o risco de ingestão de quantidades apreciáveis de água é elevado [1].

A avaliação de balneabilidade tem por base a utilização de indicadores microbiológicos. A legislação em vigor, que regulamenta a avaliação da qualidade sanitária das águas para balneabilidade é a Resolução N° 274, de 29 de novembro de 2000, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Esta Resolução propõe a avaliação da condição de balneabilidade das praias pela medição das concentrações de um ou mais organismos indicadores presentes nos dejetos humanos, ou de animais de sangue quente, e estes números são empregados na classificação do meio como próprio ou impróprio para Balneabilidade [2].

De acordo com a referida resolução, as condições de balneabilidade das águas doces são avaliadas em categorias, definidas de acordo com os teores de coliformes fecais (termotolerantes), *Escherichia coli* [4] ou enterococos.

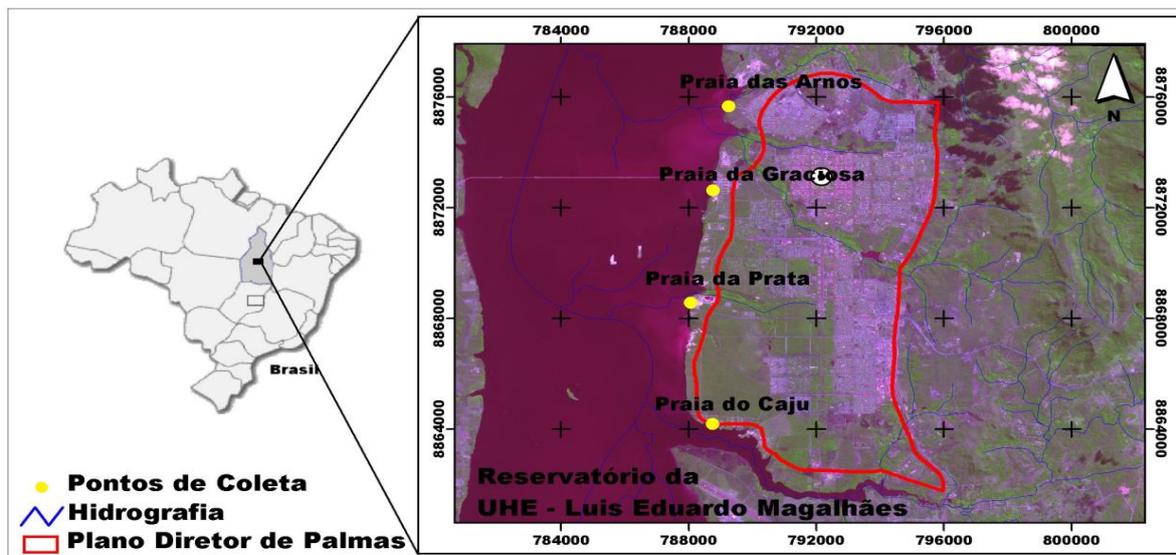
Nesse contexto, o objetivo da pesquisa foi avaliar o Índice de Balneabilidade das praias localizadas no Reservatório da UHE Lajeado, Palmas -Tocantins durante o período de 2012 a 2015.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado nas praias da capital do Estado do Tocantins, Palmas, localizada na região central do estado, situando-se próximo ao paralelo 10° 11' 04" e do meridiano 48° 20' 01" oeste. A área original do município, segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) é de 2219 km<sup>2</sup>. Sua altitude é de 260 m. Segundo estimativa realizada pelo IBGE para o ano de 2014, a capital conta com uma população de 265.409 habitantes.

O Reservatório de Lajeado tem uma área total de 620 km<sup>2</sup> e uma extensão de 172 km, entre os municípios de Lajeado e Ipueiras, no Estado de Tocantins, Brasil, recebendo influência direta dos municípios de Brejinho de Nazaré, Ipueiras, Porto Nacional, Palmas, Lajeado, Miracema e Tocantínia. Em Palmas, praias permanentes foram construídas na margem direita deste reservatório. Três delas, Prata, da Graciosa, das Arnos estão localizadas em áreas urbanas, no centro de Palmas e a Praia do Caju que está distante do centro urbano, [5]. Essas quatro praias são as mais frequentadas por banhistas e turistas em Palmas e foram escolhidas para a realização do presente estudo (**Figura 1**).

**Figura 1.** Mapa de localização dos pontos amostrais



Fonte: Elaborado pelos autores

O clima em grande parte do estado, especialmente na região de Palmas, possui duas estações bem definidas, uma estação quente e chuvosa (de outubro a abril), com temperatura

média entre 24°C e 28°C e umidade relativa alta, entre 80% e 85%, e outra estação quente e seca (de maio a setembro), quando são frequentes

temperaturas máximas diárias de 34°C a 39°C e a ausência quase completa de chuvas [6].

As amostras da água do reservatório foram coletadas manualmente, utilizando frascos esterelizados com capacidade para 100mL. Foi realizada a coleta de uma amostra por semana em cada ponto amostral, durante as cinco semanas consecutivas, segundo orientação da resolução CONAMA 274/2000, em cinco campanhas entre 2012 e 2015. A coletas foram divididas em 5 tempos amostrais: 1º período de amostragem (26 de junho a 24 de julho de 2012), 2º período de amostragem (03 de julho a 4 de agosto), 3º período de amostragem, 4º período de amostragem (25 de janeiro a 22 de fevereiro) e 5º período de amostragem (01 de março a 29 de março).

Os frascos foram identificados e armazenados em caixas térmicas, sendo levadas ao Laboratório de Microbiologia e Biotecnologia Ambiental da Universidade Federal do Tocantins.

A técnica utilizada para detecção e quantificação de coliformes totais e *E. coli* foi a do substrato cromogênico Colilert (SOVEREIGN – USA), aprovado pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater [7]. O Colilert utiliza tecnologia de substrato definido (ONPG e MUG) para detecção de coliformes totais e *E. coli*. Os coliformes totais utilizam a enzima  $\beta$ -galactosidase para metabolizar o substrato o-nitrofenil- $\beta$ -D-galactopiranosídeo (ONPG) adquirindo coloração amarela. *E. coli* utiliza a enzima  $\beta$ -glucuronidase para metabolizar o substrato 4-metil-umbeliferil- $\beta$ -D-glucoronídeo (MUG), apresentando uma coloração fluorescente [8].

O reagente (Colilert) foi adicionado ao frasco de amostra de água coletado, que foi homogenizado até a completa dissolução dos grânulos. A solução foi colocada em uma cartela plástica contendo 97 cavidades, e levada a uma seladora para que a solução fosse distribuída uniformemente. Em seguida, a cartela plástica foi incubada a 37° C em uma estufa por 24 horas [9].

O teste é positivo para coliforme total se a cavidade mantivesse a coloração amarela e, para *E. Coli* se apesentasse coloração azul. A leitura foi feita com auxílio de uma lâmpada ultravioleta para *E. Coli*. O teste era negativo com a ausência de coloração. Os resultados quantitativos foram expressos em Número Mais Provável (NMP)/100mL [9].

As amostras poderão ser classificadas em próprias (excelente, muito boa ou satisfatória) ou

impróprias à balneabilidade segue o parâmetro do número de coliformes totais, indicado na Resolução CONAMA n°. 274/00. A água amostrada em cada ponto de coleta é enquadrada nas categorias Excelente, Muito Boa, Satisfatória ou Imprópria, conforme indicado na **Tabela 1**.

**Tabela 1.** Classificação da balneabilidade por categorias de qualidade e os respectivos limites para a concentração de organismos indicadores, segundo a Resolução CONAMA n° 274/00

Classificação	Categoria	Escherichia coli (NMP/100 MI)
	Excelente	200
Própria	Muito Boa	400
	Satisfatório	800
Imprópria	-	Acima de 800

NMP/100 mL número mais provável por 100 mL, em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 semanas anteriores

Fonte: Brasil (2000)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os indicadores de contaminação fecal foram detectados em todos os pontos amostrais. Os coliformes totais, e o subgrupo dos coliformes termotolerantes são bactérias aeróbicas e anaeróbicas facultativas, gram-negativas, não esporuladas, em forma de bastonetes, ocorrendo naturalmente na flora intestinal do homem e de animais homeotérmicos [11]. O principal representante do sub-grupo é a *Escherichia coli*, importante indicador de contaminação fecal. Os dados obtidos da análise bacteriológica das amostras de água coletadas nas cinco praias, bem como sua classificação de acordo com a legislação brasileira são apresentados na Tabela 2.

Todas as praias foram classificadas como próprias para banho, nos cinco períodos amostrais avaliados. A Praia do Caju (PC) apresentou contagens de *E. coli* inferiores a 800 NMP/100 mL, com exceção de uma coleta. De acordo com a Resolução, esta praia é classificada como própria para recreação de contato primário, na categoria “excelente” (NMP de *E. coli* inferior a 200 em pelo menos 80% das amostras coletadas). As menores contagens de *E. coli* (1,0 a 7,4 NMP/100 mL) ocorreram no período de “seca” da região, enquanto que as maiores contagens de *E. coli* (35,5 a 1553,1 NMP/100 mL) ocorreram no período chuvoso.

**Tabela 2.** Número mais provável de *Escherichia coli* em 100 mL de amostras, nos diferentes pontos de amostragem e sua classificação de acordo com a Resolução CONAMA 274/2000

Período de amostragem	Semana de coleta	Praias			
		(PC)	(PP)	(PG)	(PA)
<b>Período 1</b>	01	4,1	2,0	<1,0	22,1
	02	3,1	4,1	6,2	48,1
	03	7,5	1,0	9,7	139,6
	04	107,1	275,5	16	21,3
	05	2,0	3,0	39,9	8,6
<b>Classificação</b>		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
<b>Período 2</b>	01	5,2	17,5	78,9	5,2
	02	1	7,4	5,2	127,4
	03	7,4	9,7	7,5	410,6
	04	1,0	3,0	313,0	5,2
	05	4,1	1,0	3,1	15,6
<b>Classificação</b>		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
<b>Período 3</b>	01	1553,1	14,4	5,2	2,0
	02	155,3	4,1	14,8	4,10
	03	119,1	13,2	9,6	10,9
	04	160,7	22,8	4,1	16,9
	05	35,5	14,2	10,80	13,20
<b>Classificação</b>		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
<b>Período 4</b>	01	61,3	3,1	6,3	135,4
	02	4,1	9,7	25,9	63,8
	03	4,1	10,9	4,1	42,8
	04	<1,0	17,1	<1,0	196,8
	05	61,3	43,2	105	40
<b>Classificação</b>		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
<b>Período 5</b>	01	23,1	1553,1	488,4	579,4
	02	9,6	34,5	<1,0	8,6
	03	461,1	4,1	<1,0	21,1
	04	9,6	12,2	290,9	185
	05	12,0	143,9	50,4	8,4
<b>Classificação</b>		Excelente	Excelente	Muito boa	Excelente

Legenda: PC- Praia do Cajú; PP- Praia do Prata; PG- Praia da Graciosa; PA- Praia das Arnos

A Praia do Prata (PP) e Praias das Arnos (PA) foram também classificadas como própria para a recreação de contato primário, na categoria excelente (NMP de *E. coli* inferior a 200 em pelo menos 80% das amostras coletadas). Nestas praias, tanto as maiores quanto as menores contagens ocorreram no período chuvoso.

Na Praia da Graciosa (PG) nenhuma amostra ultrapassou o limite de 800 NMP/100 mL *E. coli*, sendo classificada como “excelente” e “muito boa” para a recreação de contato primário. As menores e menores contagens de *E. coli* ocorreram no período chuvoso.

Em estudo anterior, Oliveira et al. [5] mostrou que todas as amostras de água foram positivas para a presença de *E. coli* nas Praias das Arnos, Graciosa, Caju e Prata no período de junho de 2008 a fevereiro de 2009. Os níveis mais elevados de *E. coli* foram obtidos na Praia das Arnos (133,2 NMP / 100 mL), Prata (95,8 NMP / 100 ml) e Caju (93,5 NMP / 100 ml). Embora não tenha feito a classificação da balneabilidade das praias, as contagens não ultrapassam os valores de 800 NMP / 100 mL, mostrando que os níveis de contaminação fecal estão estáveis.

Esta afirmação é corroborada pelo estudo de Martins e Rezende [12], que avaliaram os padrões de balneabilidade das praias de Palmas, no período de 2007 a 2009, e classificaram as praias monitoradas (Caju, Prata, Graciosa e Arnos) como “Próprias” para o contato primário.

Não houve um padrão de variações em decorrência da sazonalidade, embora os resultados da Praia do Caju (PC) mostraram que o período chuvoso levou ao aumento das contagens. Nas outras praias, as maiores contagens ocorreram também no período chuvoso, mas de maneira diferente da PC, as menores contagens também ocorreram no período chuvoso, mais no fim do mesmo. Este padrão parece indicar que o início das chuvas é responsável pelo carreamento de contaminações difusas nas praias. Enquanto que o período extenso de chuvas, ao lavar as áreas impermeáveis da zona urbana, leva à queda da contaminação carregada, e dilui os contaminantes que possam ter entrada através dos corpos receptores de esgotos e de estações de tratamento de esgotos.

O sistema de esgotamento sanitário do município de Palmas atende 50,3% da população urbana. A infraestrutura de esgotamento sanitário do Plano Diretor de Palmas é composta por cinco bacias, estando Prata, Vila União e Aurenny localizadas no plano diretor. As quadras que compõe a bacia do Prata têm seus esgotos tratados

na ETE Prata e as quadras que compõem as bacias do Brejo Comprido e Sussuapara têm seus esgotos tratados na ETE Vila União. Dentre estes, somente a ETE Vila União lança seu efluente tratado próximo a Praia das Arnos.

Apesar do índice de atendimento de esgotamento sanitário ficar abaixo dos 60% na capital do Estado do Tocantins, as praias mantêm a qualidade das águas provavelmente pela capacidade de diluição das águas do Rio Tocantins e a classificação tem sido mantida entre “muito boa” e “excelente”, sem riscos à balneabilidade.

## CONCLUSÃO

As praias do reservatório da UHE Lajeado são próprias para a recreação de contato primário.

O baixo tempo de retenção do reservatório, em torno de 24 dias, contribui para as baixas contagens de *E. Coli* nas praias artificiais.

Não há interferência da sazonalidade na classificação das águas das praias do reservatório, que estão balneáveis durante todo o ano.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem Fundação Municipal de Meio Ambiente de Palmas e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Tocantins (FAPTO).

## CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

1. Condução do experimento, análises e elaboração do artigo:

[Dr.<sup>a</sup> Anelise Kappes Marques](#)

[Dayane Juliate Barros](#)

2. Planejamento, orientação e revisão final do artigo:

[Dr.<sup>a</sup> Paula Benevides de Moraes](#)

## REFERÊNCIAS

- [1]. MORAIS, R.C.S.; SILVA, C.E. Diagnóstico ambiental do balneário Curva São Paulo no rio Poti em Teresina, Piauí. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.17, n.1, p.41-50, 2012. DOI:10.1590/S1413-41522012000100008
- [2]. SILVA, V.C.; NASCIMENTO, A.R., MOURÃO, A.P.C.; NETO, S.V.C.; COSTA, F.N. Contaminação por *Enterococcus* da água das praias do município de São Luís, Estado do Maranhão. **Acta Scientiarum Technology Maringa**, v.30, n.2, p.187-192, 2008. DOI:10.4025/actascitechnol.v30i2.5492
- [3]. ARAÚJO, G. F. R.; ALVES, R. I. S.; TONANI, K. A. A.; RAGAZZI, M. F.; JULIÃO, F. C.; SAMPAIO, C. F.; CARDOSO, O. O.; SEGURA-MUÑOZ, S.I. Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo. **O Mundo da Saúde**, v.35, n.1, p.98-104, 2011.
- [4]. LOPES, F. W. A.; MAGALHÃES JR, A. P.; VON SPERLING, E. Levantamento de indicadores para avaliação de condições de balneabilidade em águas doces no Brasil. **Anais...** In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013.

- [5]. OLIVEIRA, K. W.; GOMES, F. C. O.; BENKO, G.; PIMENTA, R. S.; MAGALHÃES, P. P.; MENDES, E. N.; MORAIS, P. B. Antimicrobial resistance profiles of diarrheagenic *Escherichia coli* strains isolated from bathing waters of the Lajeado reservoir in Tocantins, Brazil. **Revista Ambiente & Água**, v.7, n.2, p.30-41, 2012. DOI:10.4136/1980-993X
- [6]. BRAGANÇA, M. A. L.; LIMA, J. D. Composição, abundância e índice de infestação de espécies de formigas em um Hospital Materno-Infantil de Palmas, TO. **Neotropical Entomology**, v.39, n.1, p.124-130, 2010. DOI:10.1590/S1519-566X2010000100017
- [7]. APHA (American Public Health Association). **Standard Methods for the Examination of water and waste water**. 21th ed., APHA, AWWA, WEF. Washington, District of Columbia, 2005, 1368p.
- [8]. SCHUROFF, P. A.; LIMA, N. R.; BURGOS, T. N. LOPES, A. M.; PELAYO, J.S. Qualidade microbiológica da água do Lago Igapó de Londrina-PR e caracterização genotípica de fatores de virulência associados a *Escherichia coli* enteropatogênica (EPEC) e E. Coli produtora de toxina Shiga (STEC). **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v.35, n.2, p.11-20, 2014. DOI:10.5433/1679-0367.2014v35n2p11
- [9]. ALVES, N.C.; ODORIZZI, A.C.; GOULART, F.C. Análise microbiológica de águas minerais e de água potável de abastecimento, Marília, SP. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n. 6, p.749-751, 2002
- [10]. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº18, de 08 de janeiro de 2001. Trata da balneabilidade, dá definições e revoga artigos da resolução 020/86. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 29 nov. 2000.
- [11]. ZULPO, D. L.; PERETTI, J.; ONO, L. M.; GARCIA, J. L. Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste. **Semina: Ciências Agrárias**, v.27, n.1, p.107-110, 2006. DOI:10.5433/1679-0359.2006v27n1p107
- [12]. MARTINS, R. T. M.C.; REZENDE, C. S. A. Comparação dos padrões de balneabilidade das praias de Palmas, Estado do Tocantins, no período de 2007 a 2009. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 24, n. 2, p. 59-63, 2011.