



# ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DOS MORROS GARAPENSES E A QUALIDADE DAS ÁGUAS DAS SUAS PRINCIPAIS LAGOAS, MARANHÃO, BRASIL

Maria Jéssica da Silva Gomes; Jailson da Costa Gaspar; Gonçalo Mendes da Conceição, Matheus Gomes da Costa

Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Maranhão, Coelho Neto, Maranhão, Brasil.

*Mariajessicagomez2@gmail.com*

*Jailsoncosta18@hotmail.com*

*gmc77777@outlook.com*

**RESUMO:** A APA dos Morros Garapenses é um patrimônio natural e paleobotânico que engloba quatro municípios pertencentes ao Maranhão: Afonso Cunha, Buriti, Coelho Neto e Duque Bacelar. Criada no decreto Nº 25.087 de 31 de dezembro de 2008, é considerada uma unidade de conservação de recursos ambiental e naturais. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água por meio de parâmetros físicos (pH, Condutividade, Cor aparente, Turbidez, Temperatura e oxigênio dissolvido), químicos (Alcalinidade total e Nitrogênio amoniacal) e biológicos (Coliformes totais e *E. Coli*) nas principais lagoas da APA dos Morros Garapenses, no período chuvoso sendo a coleta das amostras feita a aproximadamente a um metro da margem e profundidade de 20 cm para a análise das águas e amostras foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo, a fim de preservar as características físico-químicas da água e posteriormente, foram encaminhadas para o laboratório físico-químico, exceto para os parâmetros de OD (Oxigênio dissolvido), Condutividade elétrica, pH (Potencial hidrogeniônico) e temperatura do ar e água que foram realizadas *in loco*. Os resultados foram analisados e comparados conforme a resolução do CONAMA de Nº 357 de 2005. Essa análise de acordo com a resolução determinou se os potenciais hídricos analisados estão adequados para os seus diversos usos tanto para as populações ribeirinhas, assim como para as comunidades aquáticas. E ainda, nesse estudo foi determinado que houve contaminação por bactérias do grupo *E. coli* através das análises microbiológicas nas águas de forma antrópica e natural afetando dessa forma a vida aquática e da população da localidade.

**Palavras-chave:** Recursos hídricos, Poluição aquática, Qualidade da água.

## 1. INTRODUÇÃO



A água em todos os seus aspectos é um bem renovável de uso indispensável para todo funcionamento do planeta, possui fundamental importância para a Biodiversidade, tornando possível a sobrevivência na Terra (HARDBERGER, 2005).

O Brasil possui grande disponibilidade de água doce, apresentando um total de 12% de toda capacidade do planeta (ANA, 2010), dessa totalidade o Maranhão possui 12 grandes bacias hidrográficas, como: Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, do Rio Maracaçumé e Rio Mearim, que são importantes para as necessidades básicas humanas, agricultura e pecuária (BRASIL, 2003).

Com isso, é importante que o consumo da água seja de forma segura, uma vez que não tendo uma avaliação adequada e monitoramentos regulares do seu uso, se torna prejudicial para saúde humana. Para isso o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) dispõe da resolução de N° 357, de 17 de março de 2005, que classifica a qualidade da água, considerando o seu enquadramento dos corpos de água, na qual determina, os padrões necessários para que ela seja considerada segura para o consumo humano analisando se há componentes letais e/ou maléficos para o ecossistema. O objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade da água das principais lagoas da Área de Proteção Ambiental (APA) dos Morros Garapenses, durante o período chuvoso, através de parâmetros físicos, químicos e biológico, visando a determinação do seu enquadramento e sua adequabilidade para seus diversos usos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As coletas das amostras foram realizadas durante o período chuvoso nos meses de fevereiro e março de 2022. As amostras foram coletadas no turno da manhã em decorrência da menor temperatura e em ausência de chuvas no período de 24 horas, para maior confiabilidade analítica no município Duque Bacelar- MA. Os dados foram avaliados e comparados com a legislação vigente de acordo com o Art. 4º do CONAMA 357 de março de 2005. Para os parâmetros físico-químico as amostras de água foram coletadas manualmente com auxílio de garrafas PET com capacidade para 2l e para os parâmetros biológicos sacos estéreis, ambos previamente identificados, sendo a coleta feita a aproximadamente a um metro da margem e profundidade de 20 cm para a análise das águas. As amostras foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo, a fim de preservar as características físico-químicas da água e posteriormente, foram encaminhadas para o laboratório físico-químico, exceto para os parâmetros de OD (Oxigênio dissolvido), Condutividade elétrica, pH (Potencial hidrogeniônico) e temperatura do ar e água que foram realizadas *in loco*. As análises foram realizadas em triplicatas de acordo com padrões rigorosos para determinação quantitativas de parâmetros físico-químicos como o Standard Methods for the of Water and Wastewater (APHA, 1995).



Figura 1, Vista de APA dos Morros Garapenses, Figura 2, e Lagoa da Espera nos Municípios de Coelho Neto e Duque Bacelar.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estão representados na **Tabela I** os resultados dos parâmetros físicos, químicos e biológicos para as principais lagoas da Área de Proteção Ambiental dos Morros Garapenses realizados durante o período chuvoso comparando-as com a legislação do CONAMA N° 357 de março de 2005.

**Temperatura:** Os resultados das temperaturas mostram-se variantes nos pontos das lagoas, com 28,1°C na Lagoa da Espera; 28°C no Balneário Santo Inácio; 26°C na Lagoa da Malaquia e 27°C na Lagoa da Oleria. Durante as duas coletas realizadas anterior juntamente com estas as respectivas médias tiveram a mínima de foram de 29,1°C e máxima de 30,4°C. Essas variâncias podem ser em decorrência da umidade do ar que aconteceu no período de 24h após a ocorrência de chuvas, devido a sua posição geográfica que são influenciados pelo clima do complexo amazônico, norte e noroeste, ao semiárido quente do Nordeste (NASCIMENTO; BRAGA; ARAUJO, 2017); **pH:** Para a escala de pH os valores encontrados nas lagoas foram aceitáveis de acordo com a legislação vigente. Onde obteve-se a mínima de 7 para a Lagoa da Espera e máxima de 7,9 para a lagoa da Oleria. O CONAMA 357/2005 considera os limites de aceitação para a classificação de águas de classe 1 valores para o pH de 6 a 9. Além disso, foi observado pequenas oscilações dos valores de pH entre as duas coletas, segundo Sperling (2005) o pH é um parâmetro que está suscetível a alterações e possui grande capacidade de variabilidade. As chuvas contribuíram para isso devido a mistura da acidez da chuva com o pH neutro das lagoas em questão, como também a presença de organismos aquáticos; **Condutividade elétrica:** A condutividade elétrica mostrou significativas variâncias para todas as lagoas com o maior valor de 128  $\mu\text{Scm}^{-1}$  para a Lagoa da Malaquia e menor valor de 84,6  $\mu\text{Scm}^{-1}$  para a Lagoa da Oleria. Em relação à coleta anterior mostrou-se que a Lagoa da Malaquia tem o maior valor entre as demais lagoas analisadas. Isso ocorre, pois, a CE (Condutividade Elétrica) está relacionada com a presença de íons, partículas carregadas eletricamente, dissolvidos na água (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2012) sendo assim, quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da mesma. O Conselho Nacional do Meio Ambiente não considera a Condutividade elétrica como parâmetro relevante de qualidade, comparando com o estudo de ANZECC (2010), que tem como limite máximo de referência



**IV SUSTENTARE & VII WIPIS**  
**WORKSHOP INTERNACIONAL**  
**Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos**  
 de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

Realização: SISTEMAS PUC-CAMPINAS

Apoio: Agência das Bacias PCJ, COMITÊS PCJ

500 $\mu$ S/cm e KPDES (2010), com 800 $\mu$ S/cm, 9) mostrando dessa forma que as análises das lagoas estavam dentro dos limites aceitáveis; **Cor e Turbidez:** Para o parâmetro de cor analisando a legislação do CONAMA 357/2005, as lagoas não obtiveram resultados de acordo com o regulamento para o parâmetro de cor verdadeira, o máximo para estar presente na água doce de uso primário é de até 754 Pt-Co mg/L, as lagoas apresentaram resultados acima do previsto, atingindo uma máxima de 400 Pt-Co mg/L. A cor aparente indica a presença de metais ou de matéria orgânica, seja de plantas ou de algas. Nas lagoas da Espera da Malaquia e da Oleria é evidente a grande quantidade de macrófitas que conseqüentemente degradam sua matéria orgânica, como também outra explicação seria a ocorrência do escoamento da água das chuvas (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2012); **Oxigênio dissolvido:** Os valores de oxigênio em todas lagoas ficaram dentro dos limites aceitáveis. Tendo como valores a média mínima de 5,15 mg/L e máxima de 7,9 mg/L. Segundo a resolução do CONAMA 357/2005 o enquadramento dos corpos hídricos de água doce nas Classes 1, 2, 3 e 4 têm os respectivos valores de 6 mg/L, 5 mg/L, 4 mg/L, e 2 mg/L; **Alcalinidade total:** O CONAMA 357/ 2005 não estabelece valor de especificação para alcalinidade total, no entanto, esse parâmetro é fundamental importância para determinação da qualidade da água e levantamentos de ações para regeneração de corpos hídricos. Chapman e Kimstack (1992, apud COELHO, *et. al* 2015) afirma que, valores baixos de alcalinidade apontam possíveis oscilações de pH em função de baixo tamponamento. O valor mínimo encontrado foi 20 mg/L para lagoa da Oleria e máximo de 100 para o Balneário, em referência Moraes (2008, apud GASPARG & CONCEIÇÃO, 2017), todos resultados estão satisfatórios para manutenção da vida aquática, na qual citam valores entre 30 a 500 mg/L; **Coliformes totais e *Escherchia coli*:** Os resultados apresentados para coliformes totais e *E. coli* foram avaliados qualitativamente e verificado a presença destas para todas lagoas. A *E. coli* é um indicativo da presença de contaminação das águas provenientes de bactérias do intestino humano e animais de sangue quente (PEREIRA et al., 2015). A contaminação das águas das lagoas pelo grupo de *E. coli* pode ser em decorrência da presença da ação do homem no uso das águas para diversas atividades, carreamento de materiais para dentro das lagoas através das fortes chuvas, assim como atividade agropecuária na criação de gado na região. Além disso, foi perceptível o carreamento de sólidos e líquidos até as lagoas da Apa dos Morros Garapenses contribuindo dessa forma para a proliferação de coliformes totais e *E. coli*, mostrando de fato uma questão de importantíssima atenção.



Tabela 1. Resultados dos parâmetros físicos (Temperatura, pH, condutividade, cor aparente e turbidez), químicos (Alcalinidade total e nitrogênio amoniacal) e biológicos (Coliformes totais e *Escherichia Coli*).

Resultados das amostras coletadas no período chuvoso em Duque Bacelar-MA												
Parâmetros	Lagoa da espera			Balneário Santo Inácio			Lagoa da Malaquia			Lagoa da Oleria		
	Coleta 1	Coleta 2	Média	Coleta 1	Coleta 2	Média	Coleta 1	Coleta 2	Média	Coleta 1	Coleta 2	Média
Temperatura (°C)	32,7	28,1	30,4	32,2	28	30,1	32,2	26	29,1	32,2	27,2	29,7
pH	6,9	7	6,95	7,4	7,6	7,5	7,3	7,6	7,45	6,9	7,9	7,4
Condutividade (µS/cm)	90,2	97	93,6	122,2	101	111,6	63,7	128	95,9	130,8	84,6	107,7
Cor (Pt-Co mg/L)	-	300	300	-	115	115	-	400	400	-	420	420
Turbidez (UNT)	10,4	38	24,2	8,8	7,4	8,1	12,9	56,4	34,7	13,1	44,9	29
OD (mg/L)	8,3	6,8	7,6	7,3	3	5,15	7,3	8	7,65	9,6	6,2	7,9
Nitrogênio amoniacal (A/P)	A	A	N/A	A	A	N/A	A	A	N/A	A	A	N/A
Alcalinidade total (mg/L)	41	38	39,5	50	100	75	49	50	49,5	39	20	29,5
Coliforme total (A/P)	P	P	N/A	P	P	N/A	P	P	N/A	P	P	N/A
<i>E.coli</i> (A/P)	P	P	N/A	P	P	N/A	P	P	N/A	P	P	N/A

#### 4.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados parciais apontam que as águas das lagoas estão com um bom padrão de qualidade para os parâmetros físico-químicos. Quanto aos resultados biológicos nas lagoas existe uma preocupação com a contaminação das águas pelas bactérias do grupo *E. coli* e pelo seu alto poder de patogenicidade prejudicando tanto a comunidade ribeirinha e os organismos aquáticos.

#### 4.0 REFERÊNCIAS

- [1] AGUDO, E.G. Demanda Bioquímica de Oxigênio. Curso Fundamentos Químicos do Saneamento. Universidade Mackenzie, 1992. Disponível em: [http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%2010%20-%20Oxigenio%20Dissolvido%20e%20Materia\\_Organica.pdf](http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%2010%20-%20Oxigenio%20Dissolvido%20e%20Materia_Organica.pdf). Acesso em 15 jun. 2022.
- [2] ANZECC- AUSTRALIAN AND NEW ZEALAND ENVIRONMENT AND CONSERVATION COUNCIL. Australian Water Quality Guidelines for Fresh and Marine Waters, National Water Quality Management Strategy. ANZECC, Canberra, 2010.
- [3] Buzelli, Giovanna Moreti e Cunha-Santino, Marcela Bianchessi da Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente & Água [online]**. 2013, v. 8, n. 1 [Acessado 22 Junho 2022], pp. 186-205. Disponível em: <<https://doi.org/10.4136/ambi-agua.930>>. Epub 08 Out 2013. ISSN 1980-993X. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.930>.



[4] CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. Selection of water quality variables. In: CHAPMAN, D. (Ed.). *Water quality assessments - a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring*. 2.ed. London: UNESCO/WHO/UNEP, 1996. p.74-133.

[5] COELHO.D. A, SILVA.A.R. S, CASTRO.T. O, SANTOS.R.C. G, PASSOS.A.S. Análise de alcalinidade total e concentração de carbono inorgânico em trechos urbanos de rios: o exemplo do rio santa rita, região sudoeste da Bahia. vi congresso brasileiro de gestão ambiental, Porto Alegre, 2015.

[6] COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Variáveis de qualidade de água. São Paulo,2015. Disponível: [https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb\\_QualidadeAguasSuperficiais2014\\_ParteI\\_vers%C3%A3o2015\\_Web.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb_QualidadeAguasSuperficiais2014_ParteI_vers%C3%A3o2015_Web.pdf). Acesso em 22 jun. 2022.

[7] CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente. 2005.

[8] COSTA, M. K. de L.; CHAVES, L. P. F. A.; SILVA, R. A.; SIQUEIRA, G. M. CONSIDERATIONS OVER THE BIOGEOGRAPHY OF THE WEST MESOREGION OF MARANHÃO (BRAZIL). *Journal of Geospatial Modelling*, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 41–51, 2016. DOI: 10.22615/jgm-1.1-5813. Disponível em: <http://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/geospatial/article/view/5813>. Acesso em: 22 jun. 2022.

[9] ESTEVES. F.A. **Fundamentos de limnologia**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. GASPAR, J.C.; CONCEIÇÃO, G.M. Parâmetros e indicadores da qualidade da água no riacho do Ouro, Caxias, Maranhão. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v.14 n.25; p. 2017.

[10] KPDES-KENTUCKY POLLUTANT DISCHARGE ELIMINATION SYSTEM. 2010. **Conductivity and water quality**. Disponível: <http://kywater.org/ramp/rmcond.htm>. KPDES-KENTUCKY POLLUTANT DISCHARGE ELIMINATION SYSTEM. 2010. Conductivity and water quality.

[11] NASCIMENTO, FRANCISCO DAS CHAGAS ARAÚJO DO, BRAGA, CÉLIA CAMPOS E ARAÚJO, FABIANE REGINA DA CUNHA DANTAS. Análise Estatística dos Eventos Secos e Chuvosos de Precipitação do Estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Meteorologia [online]**. 2017, v. 32, n. 3 [Acessado 30 Junho 2022] , pp. 375-386. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-77863230005>>. ISSN 1982-4351. <https://doi.org/10.1590/0102-77863230005>.

[12] PEREIRA, M. J. et al. **Análise microbiológica do trecho central do riacho São Lourenço**. Jornada Científica da Faculdade São Lourenço, Minas Gerais, 2015.



[13] SANTOS, J. E.; NOGUEIRA, F.; PIRES, J. S. R.; OBARA, A. T.; PIRES, A. M. Z. C. R. The value of the ecological station of jatai's ecosystem services and natural capital. **Rev. Bras. Biol.** São Carlos, V. 61, n. 2, p. 171-190, 2001.

[14] SPERLING, M. von. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3.ed. Belo Horizonte: UFMG/Departamento de Engenharia Sanitária, 2005. v.1, 452p.

[15] TRAMONTE, Flávia et al. Análise da qualidade da água da Lagoa Pequena, sul de Florianópolis/SC - Brasil. Revista Técnico-científica do IFSC, Florianópolis, v. 1 n. 11 , 2021. Acesso em 22 jun 2022

[16] USA FEDERATION. Water Environmental et al. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association (APHA): Washington, DC, USA, p. 440, 2012.

[17] VASCO, A.N.; BRITTO, F.B.; PEREIRA, A.P.S.; MÉLL JÚNIOR, A.V.; GARCIA, C. A.; NOGUEIRA, L.C. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. **ambi-agua**, Taubaté, v. 6, n.1, p.118- 130,2011.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Maranhão/UEMA e a Superintendência de Gestão Ambiental/AGA pelo apoio logístico e infraestrutura; e a iGUi Ecologia pela concessão da bolsa ao primeiro autor.