

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DA LAGOA PEQUENA, SUL DE FLORIANÓPOLIS/SC - BRASIL

Flávia Nau Tramonte ¹

Jéssica Vilvert Klöppel ²

Luise Maria Regis Poeschmann ³

Maria Angelica Bonadiman Marin ⁴

Débora Monteiro Brentano ⁵

RESUMO

O presente estudo objetivou analisar a qualidade da água da Lagoa Pequena, localizada no sul de Florianópolis/SC - Brasil, gerando dados preliminares e proporcionando comparações com outros estudos, a fim de contribuir para o monitoramento do estado de preservação da mesma. Foram realizadas três campanhas de coleta entre os meses de maio e junho de 2018. As variáveis analisadas apresentaram valores dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces de classe 2, exceto a variável Oxigênio Dissolvido (OD) no ponto de amostragem P1, cuja média está abaixo do indicado, e a variável Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅) nos pontos de amostragem P3 e P5 que apresentaram valores médios acima do indicado. A densidade de *E. coli* foi significativamente maior na margem oeste da Lagoa Pequena em comparação com a margem leste em momentos de alta pluviometria. Observou-se correlação entre precipitação e concentração de *E. coli*, o que pode indicar contaminação da água de escoamento pluvial por esgoto doméstico.

Palavras-chave: Campeche, Lagoa costeira, Coliformes.

INTRODUÇÃO

A qualidade das águas interiores influencia diretamente na diversidade da fauna e flora aquática (REBOUÇAS, 2006; TUNDISI *et al.*, 2006; ESTEVES, 2011). Entre os recursos hídricos superficiais da Ilha de Santa Catarina, destacam-se os dois maiores corpos d'água: a Lagoa da Conceição e a Lagoa do Peri (MITTMANN, 2008). Ainda que apresentem menor porte, importantes mananciais subterrâneos também integram os recursos hídricos naturais da Ilha (GUEDES JUNIOR, 1999). Ressalta-se a presença de dois aquíferos, o Aquífero Campeche e o Aquífero Ingleses/Rio Vermelho (MILLON, 2004; CARDOSO *et al.*, 2007; MITTMANN, 2008; BASTOS, 2010). A Lagoa Pequena representa o mais importante afloramento do lençol freático da Planície do Campeche (BARBOSA 1999 *apud* MILLON, 2004; GERI, 2007) - uma grande unidade de paisagem de área aproximada de 50 km² que congrega um sistema ambiental diverso e de características únicas na Ilha (MITTMANN, 2008).

¹ Bióloga (Unifacvest), Esp. em Educação Ambiental (IFSC) e Técnica em Meio Ambiente (IFSC) / flavianaautramonte@gmail.com / 0000-0003-0879-5453

² Técnica em Meio Ambiente (IFSC) e Graduada em Ciências Biológicas (UFSC) / jessica.vilvert@ufsc.br

³ Técnica em Meio Ambiente (IFSC) e Graduada em Engenharia Sanitária e Ambiental (UFSC) / poeschmann.luise@gmail.com

⁴ Química (UFSM), Ma. em Química (UFSC), Dra. em Química Analítica (UFSC), Professora Titular do IFSC, Câmpus Florianópolis / angelica@ifsc.edu.br

⁵ Bióloga (UNISC), Ma. em Eng. Ambiental (UFSC), Dra. em Ecologia (UFSC) e Professora do IFSC, Câmpus Florianópolis / brentano@ifsc.edu.br

A Lagoa Pequena representa uma típica formação lacustre de restingas, de água doce e que possui densa vegetação aquática (MILLON, 2004). Desempenha funções ecológicas vitais à manutenção e preservação da vida, influenciando ainda no clima e na cobertura vegetal da área (GERI, 2007). Está inserida no complexo da restinga da Praia do Campeche, sendo tombada através do Decreto Municipal nº 135, de 05 de junho de 1988 (CECCA, 1997). Por meio da Lei nº 10.388, de 05 de junho de 2018, a Lagoa Pequena passou a fazer parte do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição (FLORIANÓPOLIS, 2018). Ainda assim, o seu entorno vem sendo urbanizado, apresentando problemas de possível irregularidade nas construções, e o adensamento populacional na região pode comprometer ainda mais o manancial (MILLON, 2004). Cita-se o risco de um processo de adensamento sem urbanização adequada, o que inclui irregularidade na disposição final do esgoto sanitário da região.

O uso intenso e poluição das águas podem colaborar com a escassez e comprometer a vitalidade dos ecossistemas aquáticos (BRAGA; PORTO; TUCCI, 2006; QUADRA *et al.*, 2019). Neste sentido, o acompanhamento da qualidade das águas é vital para proteger a vida aquática, os seres humanos e outros usuários dos recursos hídricos da exposição a níveis elevados de poluentes, visto que os critérios de qualidade da água são formulados para manter a integridade física, química e biológica dos corpos d'água (CHIN, 2013). No Brasil, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005) dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, estabelecendo, para isto, os parâmetros de qualidades físico-químicas e bacteriológicas.

A qualidade da água da Lagoa Pequena ainda apresenta condições sanitárias satisfatórias para balneabilidade, de acordo com estudo de Junkes *et al.* (2016), que apresentou resultados onde há constatação de que os parâmetros físico-químicos estavam dentro dos limites para águas classe 2, com base nas resoluções CONAMA nº 274/00 (BRASIL, 2000) e nº 357/05 (BRASIL, 2005), no período compreendido entre setembro de 2015 a junho de 2016. Contudo, devido aos elevados índices de coliformes totais e *Escherichia coli*, Junkes *et al.* (2016) indicam a necessidade de continuidade de monitoramento em um dos pontos de coleta.

No presente trabalho, objetivou-se analisar a qualidade físico-química e bacteriológica da Lagoa Pequena, visando gerar dados comparativos com estudos anteriores, como o realizado por Junkes *et al.* (2016), e que contribuam para o monitoramento da qualidade da água, indicando o estado de preservação deste recurso hídrico ao longo do tempo. Sendo assim, o planejamento desta pesquisa convergiu os pontos de coleta e metodologia de ambos os trabalhos, prospectando a construção de um banco de dados da qualidade da água da Lagoa Pequena, que poderá servir de base para investigações posteriores. Resultados anteriores e a observação *in situ* levaram à hipótese de que a margem oeste, com maior área edificada e recebendo a drenagem pluvial a montante, apresenta maior contaminação por lançamentos de esgoto sanitário em comparação com a margem leste. A observação dos índices pluviométricos no período monitorado, levou ainda à hipótese de que a densidade de *E. coli* aumenta com a precipitação.

METODOLOGIA

As análises de verificação da qualidade de água foram realizadas na Lagoa Pequena (27°39'22.30" S e 48°28'41.53" W), situada no Campeche, distrito localizado ao sul do município de Florianópolis, capital do Estado de Santa Catarina, Brasil. A Lagoa Pequena ocupa uma área de aproximadamente 354.900 m², incluindo a parte colmatada (FLORIANÓPOLIS, 2020).

Definiu-se cinco pontos de amostragem, cujas coordenadas geográficas estão indicadas na Figura 1. Por razão de continuidade dos estudos na mesma área, os pontos de amostragem P1 a P4 foram mantidos próximos aos pontos escolhidos por Junkes *et al.* (2016), sendo preferencialmente encontrados próximos à margem oeste da lagoa. A adição do P5 na margem leste visou aumentar a representatividade espacial da qualidade da água da Lagoa Pequena, seguindo as recomendações de um programa de monitoramento de qualidade (ANA; CETESB, 2011).

Figura 1 - Representação dos pontos amostrais (P1-P5) definidos para análise de qualidade da água da Lagoa Pequena, Florianópolis/SC e suas respectivas coordenadas geográficas



Fonte: Google Earth Pro (2020), editado pelas autoras.

Foram coletadas amostras de água em cinco pontos de amostragem nos dias 16 e 23 de maio e 13 de junho de 2018, conforme cronograma determinado previamente, considerando o curto período disponível para realizar a pesquisa, totalizando 3 campanhas de coleta, realizadas conforme orientações do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA; CETESB, 2011). Os cinco pontos de amostragem, P1, P2, P3, P4 e P5, foram selecionados previamente em locais fora das prováveis zonas de mistura. A água da Lagoa Pequena é considerada como bruta, superficial, costeira e doce (MILLON, 2004; GERI, 2007; MITTMANN, 2008).

As variáveis adotadas para a avaliação de qualidade da água foram as mesmas descritas no trabalho de Junkes *et al.* (2016), que incluem determinação do pH, temperatura, oxigênio dissolvido (OD), fósforo total, condutividade, turbidez, coliformes totais e *E. coli*. Além destas, foram feitas as aferições de cor, cloreto, demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), nitrito e nitrato. A análise destas variáveis é recomendada pela Resolução CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005) para identificar presença, ausência e quantidade de materiais, microbiota e substâncias na água que possam vir a prejudicar a fauna e flora local e/ou servir como potencial risco à saúde humana, por contato primário com a água da Lagoa Pequena.

Utilizou-se como métodos a termometria, colorimetria, potenciometria, turbidimetria, condutivimetria para obter medidas de temperatura, cor, pH, turbidez e condutividade, respectivamente. A titulometria foi utilizada como método para determinação de cloreto, OD e DBO₅, a espectrofotometria para a determinação de fósforo total, nitrito e nitrato e Colilert® para determinação de coliformes totais e *E. coli*. Todas as análises foram realizadas nos Laboratórios de Análises Físico-químicas e de Bacteriologia, pertencentes ao IFSC Câmpus Florianópolis, exceto a temperatura, que foi analisada *in loco*.

As análises físico-químicas foram realizadas conforme a metodologia de APHA (2012). As análises bacteriológicas foram representadas por quantificação de coliformes conforme Tabela IDEXX Quanti-Tray /2000 NMP (Número Mais Provável), cuja unidade final é dada em NMP/100 mL de coliformes totais e *E. coli*.

Os dados de *E. coli* foram comparados com o levantamento de Junkes *et al.* (2016) e resultados do laboratório QMC Laboratório de Análises, cuja análise foi solicitada pela Associação de Moradores do

Campeche (AMOCAM). Os dados de DBO₅ foram comparados com o resultado obtido por este mesmo laboratório em 2018.

Os dados foram tratados estatisticamente considerando 95% de confiança utilizando-se o software GraphPad InStat 3.0 (GRAPHPAD, 2009). Foram comparados os valores das médias entre os pontos amostrais e entre as campanhas de coleta para as variáveis OD, DBO₅, coliformes totais e *E. coli*. Utilizou-se ANOVA para análise de variância para dados paramétricos.

Para verificação da hipótese de maior contaminação da margem oeste em relação à margem leste foram comparados os valores das médias de *E. coli* da margem oeste (pontos P2, P3 e P4) e da margem leste (pontos P1 e P5), em cada uma das campanhas amostrais. Discutiu-se qualitativamente a correlação entre a densidade de *E. coli* e os valores médios de precipitação de três dias anteriores à coleta de água para verificação da hipótese de contaminação por meio da drenagem pluvial. Utilizou-se regressão linear simples no software Statistica 8.0 (STATSOFT, 2007) e trabalhou-se com os dados de precipitação registrados na Estação Meteorológica Automática 1006-Florianópolis-Cetre/Epagri, disponibilizados pelo Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI/CIRAM, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises da qualidade da água da Lagoa Pequena, localizada no bairro Campeche, Florianópolis/SC, realizadas durante os meses de maio e junho de 2018 permitiram gerar os dados da Tabela 1, que apresenta as médias (\bar{x}) e desvios-padrão (DP) dos resultados obtidos nas três campanhas de coleta para cada ponto de amostragem. As médias foram comparadas com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05 (BRASIL, 2005) para águas doces de classe 2, cujos valores encontram-se na mesma tabela.

Tabela 1 – Médias (\bar{x}) e desvios-padrão (DP) das variáveis físico-químicas e bacteriológicas obtidas nas três campanhas para cada ponto de amostragem (P1-P5) em comparação com a Resolução CONAMA n° 357/05* (BRASIL, 2005).

Variáveis	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 5		Resolução CONAMA n°357/05
	X	DP	X	DP	X	DP	X	DP	X	DP	
Temperatura (°C)	19,77	2,25	20,0	2,65	19,67	2,08	19,67	2,08	20,00	2,65	-
Cor (uH)	53,33	5,77	60	0	60	0	60	0	60	0	Até 75 uH
pH	6,74	0,11	6,69	0,07	6,73	0,03	6,63	0,24	6,65	0,19	6,0-9,0
Turbidez (NTU)	1,20	0,21	1,71	0,54	1,49	0,14	1,42	0,10	1,32	0,19	Até 100 NTU
Condutividade (µs/cm)	115,77	21,33	103,93	3,32	104,63	3,04	105,77	4,15	102,68	3,08	-
Cloreto (mg/L)	20,73	1,29	20,90	1,48	20,90	2,08	21,24	1,65	20,90	1,08	<250 mg/L
OD (mg/L)	4,75	2,09	5,71	1,07	5,39	1,20	5,55	1,78	5,87	0,65	Não inferior a 5 mg/L
DBO₅ (mg/L)	1,45	0,97	4,60	3,57	5,49	2,96	3,55	2,29	6,46	4,12	Até 5 mg/L
Fósforo Total	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	Até 0,030 mg/L

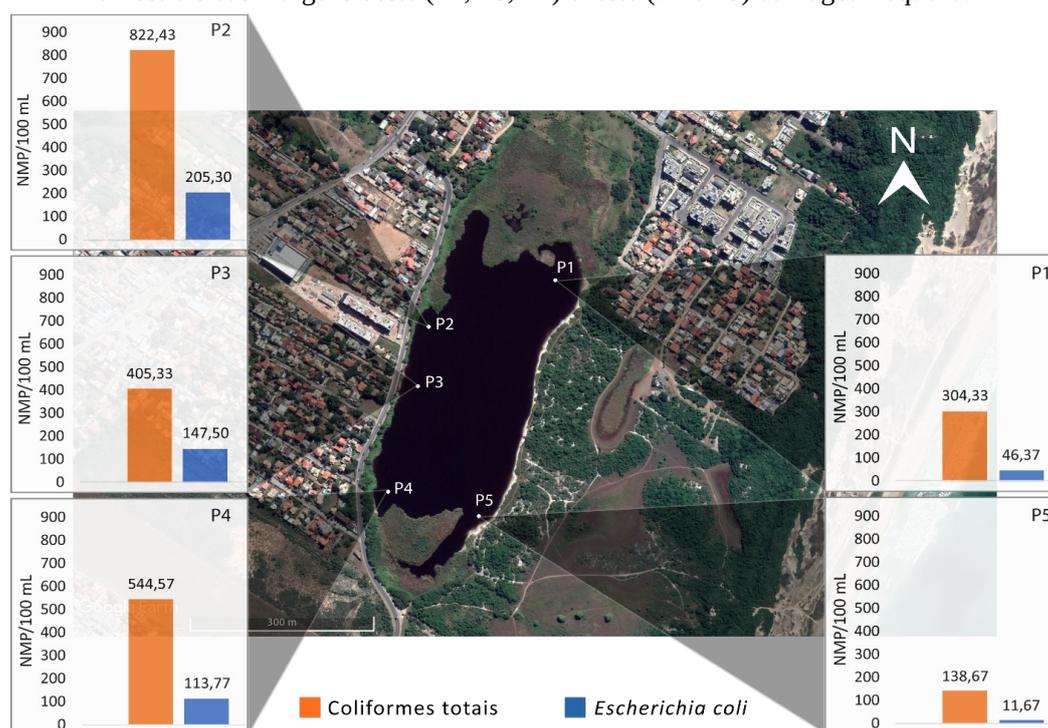
(mg/L)											
Nitrito (mg/L)	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	Até 1,0 mg/L
Nitrato (mg/L)	0,10	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	Até 10,0 mg/L
Coliformes Totais (NMP/100mL)	304,33	344,02	822,43	1031,80	405,33	559,16	544,57	456,88	138,67	135,23	-
Escherichia coli (NMP/100mL)	46,37	66,18	205,30	343,18	147,50	249,17	113,77	183,50	11,67	11,07	1000 NMP/100 mL

ND = Não Detectado (Limite de Detecção (LD): <0,2 mg/L para fósforo total e <0,02 mg/L para nitrito). *Os valores referentes aos dados obtidos que se apresentaram fora dos padrões da Resolução estão em negrito.

Concentração de Coliformes

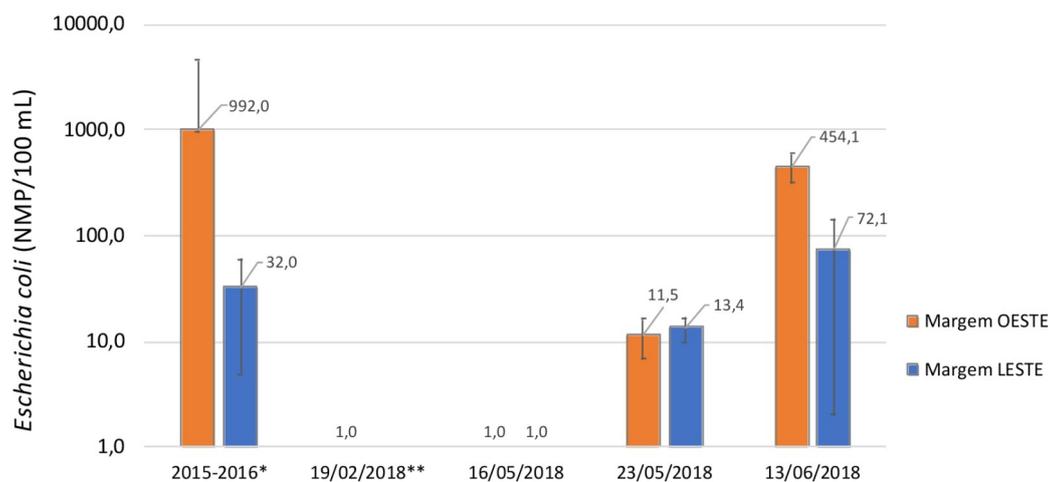
Verificou-se a ocorrência de coliformes totais e *E. coli* em todos os pontos de amostragem durante as coletas. A Lagoa Pequena apresentou homogeneidade espacial para a concentração de coliformes totais ($P=0,0543$) e *E. coli* ($P=0,5249$). Numericamente, o P2 apresentou a média mais elevada, tanto para coliformes totais (822,43 NMP/100 mL) quanto para *E. coli* (205,30 NMP/100 mL) quando comparado aos demais pontos de amostragem, corroborando os resultados obtidos por Junkes *et al.* (2016) e reforçando a necessidade da continuidade do monitoramento para o P2, já sugerido pelas pesquisadoras. Contudo, quando se compara a densidade de *E. coli* na margem oeste da Lagoa Pequena (P2, P3 e P4) com a densidade da margem leste (P1 e P5), em momentos de alta pluviometria (terceira coleta), observa-se que a margem oeste apresenta médias significativamente mais elevadas de *E. coli* ($P=0,0203$), visto que recebe a drenagem pluvial da área urbana a montante. Graficamente, a Figura 2 apresenta esta comparação das médias das concentrações de coliformes totais e *E. coli* obtidos para os pontos de amostragem de cada margem.

Figura 2: Comparação das médias da densidade de coliformes totais e *E. coli* obtidos para os pontos amostrais das margens oeste (P2, P3, P4) e leste (P1 e P5) da Lagoa Pequena.



A Figura 3 apresenta a comparação dos resultados obtidos nas três campanhas de coleta deste trabalho em relação à média de *E. coli* na margem oeste (P2, P3 e P4) e leste (P1 e P5) em função do tempo, e os valores obtidos por Junkes *et al.* (2016) e pela AMOCAM em 2018. Nota-se que em 2016 a margem oeste apresentou os valores mais elevados de *E. coli* da série observada.

Figura 3: Densidade de *E. coli* na margem oeste (média dos pontos P2, P3 e P4) e leste (média dos pontos P1 e P5) da Lagoa Pequena nos dias 16 e 23 de maio e 13 de junho de 2018, comparada com dados anteriores obtidos por Junkes *et al.* (2016)* e AMOCAM em 2018**.



* Junkes *et al.* (2016).

** QMC Laboratório de Análises. Interessado: Associação de Moradores do Campeche - AMOCAM (2018).
Dados da densidade de coliformes termotolerantes, incluindo *E. coli*. Margem leste não coletada.

Considerando os dados deste trabalho, na terceira coleta a densidade de coliformes totais e *E. coli* na Lagoa foi significativamente maior ($P=0,0085$ e $P=0,0125$, respectivamente) do que na primeira e segunda coletas. A média dos índices pluviométricos registrados pela Estação Meteorológica Automática 1006-Florianópolis-Cetre/Epagri da EPAGRI/CIRAM (2018) de três dias anteriores às coletas foram, respectivamente, $0,00 (\pm 0,0 \text{ mm})$, $2,33 (\pm 4,0 \text{ mm})$ e $13,93 (\pm 22,93 \text{ mm})$.

Observou-se uma provável correlação entre precipitação e densidade de *E. coli* ($R=0,84$), considerando os dados levantados neste trabalho e os dados apresentados por Junkes *et al.* (2016) ($n=8$). As altas densidades de *E. coli* coincidiram com os maiores volumes de precipitação, conforme Tabela 2, com destaque para a terceira coleta do presente trabalho, cuja densidade de *E. coli* foi de $301,52 \text{ NMP}/100 \text{ mL}$ e a precipitação de $13,93 \text{ mm}$, e a segunda coleta feita por Junkes *et al.* (2016) que apresentou densidade de $4247,5 \text{ NMP}/100 \text{ mL}$ e precipitação de $34,87 \text{ mm}$.

Tabela 2 – Médias dos valores de densidade de *E. coli* obtidos para os pontos de amostragem e a precipitação, por dia de coleta.

Data coleta*	Densidade de <i>E. coli</i> (NMP/100 mL)	Precipitação**(mm)
13/06/2018	301,52	13,93
23/05/2018	12,24	2,33
16/05/2018	1	0

13/06/2016	20	0
30/05/2016	40	4,31
09/05/2016	450	3,39
28/03/2016	4247,5	34,87
29/02/2016	147,5	9,99

*Os dados obtidos em 2016 são referentes ao trabalho de Junkes *et al* (2016).

**Média da precipitação dos três dias anteriores às coletas.

Desta forma, possivelmente, existe contaminação proveniente da rede de drenagem pluvial, a montante da lagoa, que drena a área urbana nas proximidades da margem oeste. O lançamento de esgoto sanitário na rede de drenagem pluvial trata-se de uma explicação plausível para o fenômeno observado, além do próprio escoamento superficial em direção à lagoa que pode contribuir para aumento da concentração de coliformes na água. Um maior número de coletas deve ser realizado para a obtenção de mais dados que permitam gerar um modelo em que a precipitação explique a densidade de *E. coli*. Estas influências exercidas sobre a Lagoa Pequena justificam a alta dispersão dos resultados, entre os dias de coletas, para as variáveis analisadas, especialmente coliformes totais e *E. coli*. Esta variabilidade, influenciada pela precipitação, também pode ser observada em outros estudos, como de Oliveira e Cunha (2014).

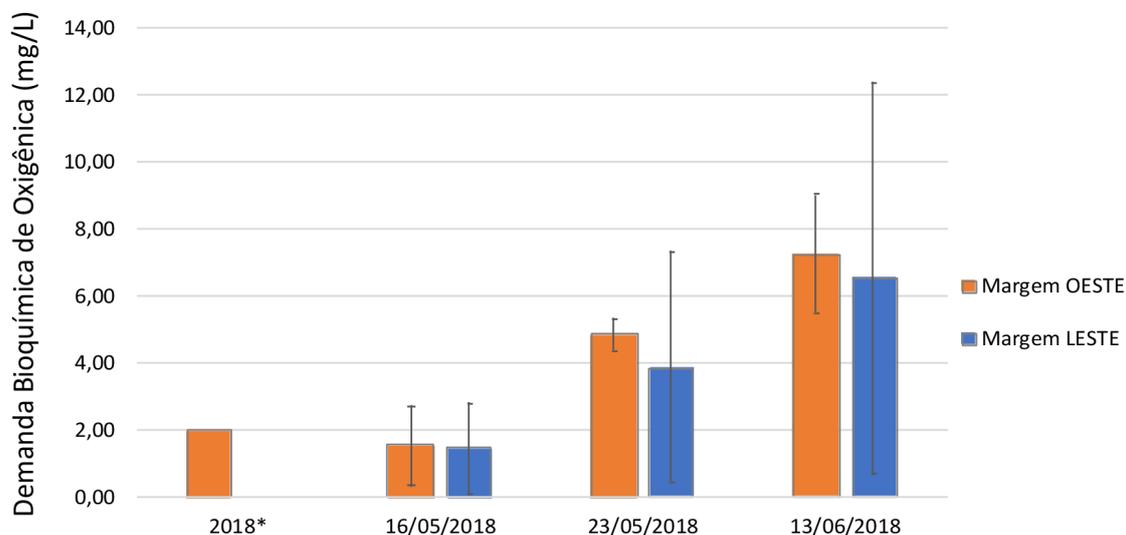
Análises Físico-químicas

A Lagoa Pequena, em geral, apresenta-se em boas condições de preservação natural. Entre as variáveis analisadas, a DBO₅ mostrou diferença significativa ($P=0,0151$) entre os pontos P1 e P5. Este último apresentou maior média de DBO₅, mesmo contendo a menor incidência de coliformes totais e *E. coli*, o que pode ser justificado pela hidrodinâmica da lagoa, que tem o P5 como exutório, para onde se destina a matéria orgânica tanto de origem natural quanto antrópica. Nota-se que, mesmo havendo hidrodinâmica na lagoa em direção ao P5, este apresentou as menores médias numéricas para cor e turbidez por razão da sedimentação de partículas sólidas ao longo do trajeto. Assim como as variáveis bacteriológicas, a variável DBO₅ apresentou altos desvios-padrão em virtude da variabilidade das condições hidrológicas entre as três coletas (16 e 23 de maio e 13 de junho de 2018). Numericamente, os valores mais elevados para a DBO₅ são observados para os pontos da margem oeste, mais próximos da urbanização. Não houve diferença significativa para a DBO₅ entre as margens oeste e leste.

Comparando-se as campanhas de coleta houve maior diferença significativa ($P=0,0008$) de DBO₅ entre a primeira e a terceira, o que justifica o alto desvio-padrão apresentado pela média desta variável. Este fato também contribui para a confirmação da hipótese de descarga de esgoto sanitário sem tratamento na lagoa, por meio da rede pluvial, pois, após as chuvas, há maior consumo de oxigênio pela microbiota da lagoa. Os pontos P3 e P5 apresentaram médias acima do valor estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05 (Tabela 1). A Figura 5 apresenta a comparação dos resultados obtidos nas três campanhas de coleta deste trabalho para DBO₅ na margem oeste (P2, P3 e P4) e leste (P1 e P5) em função do tempo, e resultados divulgados pela AMOCAM (2018). Assim como as variáveis bacteriológicas, a variável DBO₅ apresentou altos desvios-padrão em virtude da variabilidade das condições hidrológicas entre os dias de coleta. Numericamente, os valores mais elevados obtidos para DBO₅ persistiram para os pontos da margem oeste, mais próximos da urbanização. Não houve diferença significativa para DBO₅ entre as margens oeste e leste.

Figura 5: Resultados de DBO₅ na margem oeste (média dos pontos P2, P3 e P4) e leste (média dos pontos P1 e P5) da Lagoa Pequena nos dias 16 e 23 de maio e 13 de junho de 2018, comparada com resultado de

DBO₅ obtidos pela AMOCAM em 2018*.



* QMC Laboratório de Análises. Interessado: Associação de Moradores do Campeche (AMOCAM). Margem leste não coletada.

Os valores de OD apresentaram diferença significativa ($P=0,0060$) entre a primeira e segunda campanha de coleta e entre a primeira e terceira campanha, sendo maior na primeira comparação. Não houve diferença significativa na comparação entre os pontos de amostragem em nenhuma campanha. Numericamente, no primeiro dia de coleta, quatro dos cinco pontos de amostragem apresentaram resultados inferiores ao mínimo estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05, sendo o P5 (5,76 mg/L) o único em conformidade com a resolução. A média dos valores de OD obtidos para o P1 (4,75 mg/L) se apresentou em desconformidade com o mínimo exigido, conforme Tabela 1.

A quantificação dos nutrientes, nas formas de nitrogênio e fósforo, permite inferir sobre a origem dos efluentes e o estágio de degradação em que se encontram. Em comparação às curvas de calibração do método espectrofotométrico estabelecidas para estas variáveis, as amostras apresentaram ausência de cor. Desta forma, considerou-se os resultados como ND (Não Detectável), com a indicação de que a concentração de fósforo total e nitrito são inferiores aos limites de detecção de 0,2 mg/L e 0,02 mg/L, respectivamente. O limite de detecção estabelecido para análise de fósforo total é superior ao valor máximo permitido na resolução (0,03 mg/L), não sendo possível avaliar sua adequação aos parâmetros. Os cinco pontos de amostragem apresentaram resultados ND nas três campanhas de coleta para a variável nitrito, indicando conformidade com a resolução, que estabelece valor máximo admissível igual a 1,0 mg/L. A média dos resultados obtidos para nitrato foi igual a 0,10 mg/L para os cinco pontos amostrais, apresentando-se em conformidade com os padrões estabelecidos.

Entende-se que os nutrientes recebidos no corpo hídrico são rapidamente metabolizados e transformados em biomassa, devido a presença de áreas extensas de espécies vegetais de macrófitas, principalmente entre os pontos P1 e P2, que possivelmente contribuem para a detecção de valores baixos destes nutrientes na água. As macrófitas possuem um efeito filtrador significativo resultando em acentuadas reduções de nutrientes, matéria orgânica e de bactérias indicadoras de poluição fecal (DINIZ *et al.*, 2005).

A Lagoa Pequena apresentou média de temperatura igual a 19,8 °C e média de condutividade igual a 106,56 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A condutividade indica a quantidade de íons presentes no corpo hídrico e sua capacidade de conduzir corrente elétrica, fornecendo uma medida indireta de poluentes (ANA; CETESB, 2011). A Resolução CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005) não estabelece parâmetros de qualidade para estas variáveis, mas, o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA; CETESB, 2011), considera o parâmetro condutividade com concentrações acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, como ambientes impactados.

Considerações Finais

As análises da qualidade de água da Lagoa Pequena, demonstraram um valor de OD com média abaixo do recomendado no P1, e, para a variável DBO₅, com média acima do recomendado nos pontos P3 e P5, considerando os parâmetros da Resolução CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005) para águas doces de classe 2. A concentração de nutrientes na coluna d'água apresentou valores abaixo do detectado, possivelmente em virtude da transformação em biomassa, considerando a observação de alta densidade de macrófitas nas margens da lagoa.

Dentre as variáveis analisadas na Lagoa Pequena, a avaliação do índice de fósforo total com maior grau de sensibilidade poderia levantar questões ainda não estudadas, como a possibilidade da ocorrência do processo de eutrofização (ESTEVES, 2011). A partir dos dados preliminares apresentados, a investigação do nível trófico da lagoa permitiria observar seu grau de preservação, já que está relacionado com a concentração de nutrientes como fósforo e nitrogênio, que podem ser oriundos da acumulação natural de materiais orgânicos e inorgânicos, ou de ações antrópicas, como descarga de efluentes (TUNDISI *et al.*, 2006; HENNEMANN, 2016). Há também a necessidade de avaliação conjunta com clorofila-*a*, para indicação da biomassa de fitoplâncton presentes no corpo hídrico.

Na Lagoa Pequena há indicação de que a margem oeste, com maior área edificada e recebendo a drenagem pluvial a montante, apresenta maior contaminação por lançamentos de esgoto sanitário em comparação com a margem leste. Além disso, provavelmente a contaminação se dá via drenagem pluvial. É importante a conscientização da população local sobre o desenvolvimento planejado das áreas urbanizadas e a ação fiscalizatória do poder público, para evitar a contaminação por esgoto sanitário sem tratamento, seja por despejo direto ou indireto (drenagem pluvial ou infiltração no lençol freático).

Estimula-se futuros estudos com análises físico-químicas e bacteriológicas *in loco*, a fim de dar continuidade na sistemática de monitoramento de qualidade de água da lagoa, e colaborar com a comunidade local na preservação deste recurso hídrico. Diante de uma possível seleção de pontos de amostragem, assim como Junkes *et al.* (2016), recomenda-se a continuidade do monitoramento de qualidade no P2, por apresentar numericamente valores de *E. coli* mais elevados em relação aos demais pontos amostrados.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, J. P. C. **Crescimento e marcha de absorção de nutrientes de bananeira (*Musa sp.* AAA), 'Grande Naine' no primeiro ciclo de produção.** Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

ANA (Brasil); CETESB. **Guia nacional de coleta de preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos.** Brasília, DF: ANA; São Paulo: CETESB, 2011. 327 p. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2015.

APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater, 22. ed. Washington, DC, New York: **American Public Health Association**, 2012.

BASTOS, M. das D. de A. Bacias Hidrográficas. In: Florianópolis. IpuF. Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Florianópolis (org.). **Atlas do Município de Florianópolis.** Florianópolis: [s. n.], 2010. p. 16-18. Disponível em: https://parquemunicipalmaciodacosteira.files.wordpress.com/2010/05/atlas_ipuf.pdf. Acesso em: 30 jul. 2020.

BRAGA, B.; PORTO, M.; TUCCI, C. E. M. Monitoramento de quantidade e qualidade das águas. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

BRASIL. CONAMA. **Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000.** Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Publicação DOU nº 018, de 08/01/2001, p. 70-71 Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/component/sisconama/?view=atosnormativos> Acesso em 20 jun. 2020..

BRASIL. CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicação DOU nº 053, de 18/03/2005, p. 58-63 Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/component/sisconama/?view=atosnormativos> Acesso em 20 jun. 2020.

CARDOSO, F. B. da F. *et al.* Mapa dos domínios hidrogeológicos de Santa Catarina: uma ferramenta para gestão das águas subterrâneas do estado. In: ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS, 15; SIMPÓSIO DE HIDROGEOLOGIA DO SUL-SUDESTE, 1., 2007, Gramado. **Anais [...]**. São Paulo: ABAS, [2007]. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22166>. Acesso em: 23 jun. 2020.

CECCA (SC). **Unidades de conservação e áreas protegidas da Ilha de Santa Catarina: caracterização e legislação.** Florianópolis: Insular, 1997.

CHIN, D. A. **Water-quality engineering in natural systems: fate and transport processes in the water environment.** 2. ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2013.

DINIZ, C. R. *et al.* Uso de macrófitas aquáticas como solução ecológica para melhoria da qualidade de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 1, n. 194, p.226-230, abr. 2005. Mensal. Disponível em: http://www.agriambi.com.br/revista/workshop/index_arquivos/pdf/226.pdf?script=sci_p. Acesso em: 26 jun. 2018.

EPAGRI/CIRAM. **Dados Pluviométricos.** Destinatário: Luise Maria Regis Poeschmann. Florianópolis, 21 jun. 2018. 1 e-mail.

ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de limnologia.** 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FLORIANÓPOLIS. **Lei nº 10.388, de 05 de junho de 2018.** Dispõe sobre a criação da unidade de conservação Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição. Florianópolis: Prefeitura Municipal, 2018. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sc/f/florianopolis/lei-ordinaria/2018/1039/10388/lei-ordinaria-n-10388-2018-dispoe-sobre-a-criacao-da-unidade-de-conservacao-parque-natural-municipal-das-dunas-da-lagoa-da-conceicao>. Acesso em: 07 jun. 2018.

FLORIANÓPOLIS. **Geoprocessamento Corporativo.** Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis. 2020. Disponível em: http://geo.pmf.sc.gov.br/geo_fpolis/index.php. Acesso em: 24 jun. 2020.

GERI, M. C. A. **Conflitos socioambientais na Zona Costeira – Estudo de caso sobre a Lagoa Pequena na Planície do Campeche, município de Florianópolis, SC.** 2007. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Sociologia Política, Sociologia e Ciência Política, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp093304.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2018.

GRAPHPAD. **Graphpad Instat (data analysis software system).** Versão 3.0. [San Diego]: 2009. Disponível em: <https://www.graphpad.com/scientific-software/instat/>. Acesso em: 12 abr. 2020.

GUEDES JUNIOR, A. **Mapeamento hidrogeológico da Ilha de Santa Catarina utilizando geoprocessamento.** 1999. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

HENNEMANN, M. C. **Variação espacial e temporal da qualidade da água e do sedimento em uma lagoa costeira dominada por cianobactérias – Lagoa do Peri – Florianópolis/SC.** 2016. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ecologia, Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

JUNKES, B. da S. *et al.* Estudo da qualidade química e microbiológica das águas da Lagoa Pequena, Praia do Campeche, Florianópolis/SC. In: SEMINÁRIO DE ENSINO, PESQUISA, EXTENSÃO E INOVAÇÃO DO IFSC, 5., 2016, Criciúma. **Resumo Expandido**. Florianópolis: IFSC, 2016. p. 1-3.

MILLON, M. M. B. **Águas subterrâneas e política de recursos hídricos estudo de caso: Campeche Florianópolis - SC**. 2004. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/87336/223600.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 27 abr. 2018.

MITTMANN, M. de A. **Uma cidade na areia: diretrizes urbano-ambientais para a planície do Campeche**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Urbanismo, História e Arquitetura da Cidade, Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

OLIVEIRA, Brunna Stefanny Sangel de; CUNHA, Alan Cavalcanti da. Correlação entre qualidade da água e variabilidade da precipitação no sul do Estado do Amapá. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v. 9, n. 2, p. 261-275, June 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2014000200008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 jan. 2021.

QUADRA, G. R. *et al.* Water pollution: one of the main Limnology challenges in the Anthropocene. **Acta Limnol. Bras.**, Rio Claro, v. 31, e203, 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-975X2019000100802&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 10 jun 2020.

REBOUÇAS, A. da C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

STATSOFT, Inc. **Statistica (data analysis software system)**. Versão 8.0. [S. l]: 2007. Disponível em: www.statsoft.com. Acesso em: 23 jun. 2019.

TUNDISI, J. G. *et al.* **Limnologia de águas interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos**. In: REBOUÇAS, A. da C; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3ª ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.