

INFLUÊNCIA ANTRÓPICA E DA HIDRODINÂMICA NA QUALIDADE DA ÁGUA E NA DISTRIBUIÇÃO DE NUTRIENTES E CLOROFILA NA LAGOA DA CONCEIÇÃO - SC

Victor Eduardo Cury Silva^{1} & Davide Franco² & Patrícia Kazue Uda³ & Carolina Marques Martins⁴ & Alessandra Fonseca⁵ & Alejandro Donnangelo⁶*

Resumo - A Lagoa da Conceição (Florianópolis, SC), desempenha um papel de destaque como fonte de recursos e serviços ecossistêmicos, sendo utilizada para pesca, turismo e esportes, e constitui uma fonte de incrementos para o município. No entanto, sua bacia hidrográfica vem sofrendo com o crescimento urbano desordenado provocando eutrofização artificial no corpo hídrico. Apesar dos estudos pretéritos a integração de dados de qualidade da água com dados hidrodinâmicos da Lagoa da Conceição ainda representa uma lacuna importante de conhecimento. O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência antrópica e o papel da hidrodinâmica na qualidade da água da Lagoa da Conceição. Para tanto foram realizadas as etapas: i) campanhas para medição de parâmetros de qualidade da água na laguna, em 2015; ii) análise espacial da homogeneidade das massas de água utilizando um índice de estratificação da coluna d'água e; iii) análise espacial da concentração de nutrientes na laguna. Foram observadas concentrações de N, P e clorofila que definem o estado eutrófico, principalmente nas regiões de baixas velocidades e de pouca recirculação. Foi observado que as altas concentrações de nutrientes e clorofila se encontram nas proximidades da região represada pelo estrangulamento da região sul e nas proximidades das áreas urbanizadas que apresentam hipoxia e anoxia nas águas de fundo, intensificadas pela forte estratificação nesta região. Essas observações apontam que há uma forte influência antrópica na qualidade da água no ano de 2015, e que existe uma relação da distribuição de nutrientes governada pela hidrodinâmica da laguna.

Palavras-Chave – Eutrofização, Dispersão, Laguna Costeira, Anoxia

ANTHROPIC AND HYDRODYNAMICS INFLUENCES IN THE WATER QUALITY AND IN THE DISTRIBUTION OF NUTRIENTS AND CLOROFILA IN LAGOA DE CONCEIÇÃO - SC

Abstract – Lagoa da Conceição plays a prominent role as a source of ecosystem resources and services. In the last decades, its watershed has been suffering with disorderly urban growth leading to a eutrophic state of the lagoon. Despite previous studies, synthesis of water quality data and hydrodynamic data still remains. The goal of this study was to assess the influence of the anthropic presence on Lagoa da Conceição and estimate the importance of hydrodynamic on the water quality of the lagoon. In order to achieve it, the following steps were taken: i) water samples during 2015; ii) spatial analysis of water masses homogeneity applying a stratification index along the water column; iii) spatial analysis of the nutrients of the lagoon. Concentrations of N, P and chlorophyll defined parts of the lagoon as eutrophic, specially those regions that shows low currents and less water circulation. Higher nutrient and chlorophyll concentrations were observed near the strangled region and urbanized areas. Urbanized areas also showed hypoxia and anoxia near the bottom due to strong stratification. Our study put forward a strong anthropic influence on the water quality of the lagoon and the importance of the hydrodynamic on the nutrient distribution.

Keywords Eutrophication, Dispersion, Coastal Lagoon, anoxia.

¹ Afiliação: Universidade Federal de Santa Catarina - LAHIMAR.

² Afiliação: Universidade Federal de Santa Catarina - LAHIMAR.

³ Afiliação: Universidade Federal de Santa Catarina - LAHIMAR.

⁴ Afiliação: Universidade Federal de Santa Catarina - LAHIMAR.

⁵ Afiliação: Universidade Federal de Santa Catarina - LAHIMAR.

⁶ Afiliação: Universidade Federal de Santa Catarina – Laboratório de Oceanografia Química.

* Autor Correspondente: Inserir * no autor responsável pela submissão. Victoreduardo@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Nos países em desenvolvimento, as elevadas taxas de ocupação urbana, associadas a deficiências tecnológicas e à má gestão pública, tornam o lançamento de esgotos domésticos uma das mais preocupantes fontes de poluição em corpos hídricos costeiros (Wetz *et al.*, 2016) e a degradação destes ambientes devido à ação antrópica representa um fenômeno em escala global (Halpern *et al.*, 2008, 2015; Lotze *et al.*, 2006).

Lagunas costeiras são ambientes aquáticos semifechados de transição, com alto valor socioeconômico. Em particular, lagunas estranguladas apresentam elevado tempo de residência e pequenas taxas de renovação de água, resultando em um acúmulo de nutrientes, sedimentos e de matéria orgânica (Bianchi, 2006). Nestes ambientes, a excessiva descarga de nutrientes leva a diferentes níveis de eutrofização, ao declínio da biodiversidade, a danos à saúde humana e prejuízos socioeconômicos dificilmente mensuráveis (Rabalais & Turner, 2009; Nixon, 1995).

A Lagoa da Conceição (Florianópolis SC), desempenha um papel de destaque como fonte de recursos e serviços ecossistêmicos, sendo local de abrigo e reprodução para diversas espécies marinhas (Ledo, 1999; Ribeiro *et al.*, 1999). Apesar de ser amplamente utilizada para pesca, turismo e esportes, e de constituir uma fonte importante de incrementos para o Município, sua bacia hidrográfica vem sofrendo com o crescimento urbano desordenado (Silva *et al.*, 2017). Segundo Campanário (2007) a projeção da população urbana no entorno da laguna, do ano de 2001 a 2015, indicava um crescimento de 93%, aumentando de 47mil para 92mil habitantes. Além disso, a fração da população atendida pela rede de coleta de esgoto sanitário, em 2010, era de 15% (MPB, 2010). Na Lagoa da Conceição são notados os efeitos da eutrofização artificial, pelo aumento da do nitrogênio amoniacal, pela proliferação de macroalgas oportunistas e pela falta de oxigênio nas águas de fundo da região central (Fonseca, 2000; Fontes *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2017).

Apesar dos estudos hidrodinâmicos já realizados nesta laguna (e.g. Odriski, 2012; Silva, 2013), a integração destes dados com dados de qualidade da água ainda representam uma lacuna importante de conhecimento. O objetivo principal do presente estudo foi avaliar a influência antrópica e o papel da hidrodinâmica na qualidade da água da Lagoa da Conceição.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende a Lagoa da Conceição, uma laguna costeira, localizada na porção leste da Ilha de Santa Catarina, no Município de Florianópolis (27°34'S, 48°27'O) (Figura). Possui uma área aproximada de 24 km², um volume médio de 66.648.179 m³ e uma bacia hidrográfica com área de 78 km² (Bier, 2013). Segundo Porto Filho (1993), cerca de 50% da área e 53,50% do volume encontram-se em profundidades menores que 2 metros. A Lagoa da Conceição é uma laguna sufocada, formada por células elípticas, conectada ao mar somente pelo Canal da Barra da Lagoa. Este, é um canal meandrante longo (aproximadamente 2,8 km) e estreito (20 a 40 m), que funciona como um filtro natural das variações de nível de alta frequência, reduzindo a energia da maré astronômica e transmitindo variações na escala meteorológica e de baixa frequência (Silva, 2013). Além da influência da maré, a qualidade da água e a hidrodinâmica da laguna também são governadas pelas entradas de água doce de sub-bacias afluentes. O transporte de massa dentro da laguna (Figura 1) se dá no sentido norte-centro e sul-centro, resultando em um escoamento para fora do sistema, em direção ao oceano, evidenciando o aporte de água doce na laguna. As setas escuras indicam fluxos residuais onde predominam o transporte e advecção de matéria. As setas verdes e vermelhas indicam vórtices ciclônicos e anticiclônicos, respectivamente. No hemisfério sul, o giro ciclônico provoca ressuspensão de material particulado e dissolvido, no sentido do fundo para superfície, já os anticiclônicos, atuam verticalmente para baixo, acumulando material da superfície para o fundo (Gómez, 2008).

A qualidade da água na Lagoa da Conceição sofre influência da pressão urbana, com regiões que possuem diferentes níveis de poluição, em função do recebimento de efluentes sanitários das

bacias contribuintes. As regiões da laguna com piores indicadores de balneabilidade estão localizadas próximas a sub-bacias afluentes e com população superior a 3.000 habitantes, como a sub-bacia do rio vermelho na região norte (Figura 2), da barra da lagoa nas proximidades do Canal da Barra e no Centrinho da Lagoa (região acima dos pontos L5 e L6 da figura 2) (SILVA, 2013).

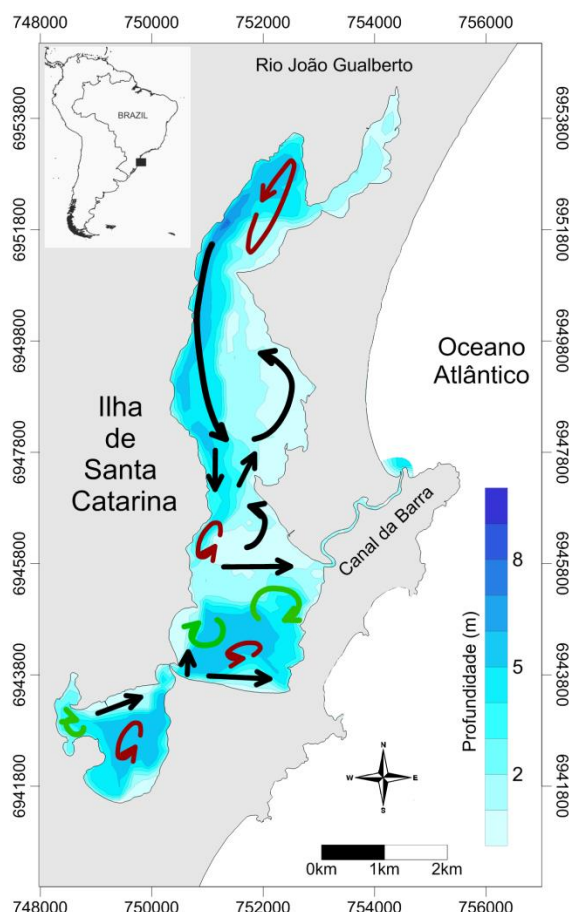


Figura 1. Área de estudo apresentando batimetria e campos de velocidade da circulação da Lagoa da Conceição.

Em cada campanha, foram realizados os procedimentos: i) medida de profundidade da coluna de água; ii) medida de temperatura e salinidade a cada 0,5 m de profundidade e iii) coleta de amostras de água com garrafa de Van Dorn de fechamento horizontal, para análise dos nutrientes e de clorofila-a em superfície e no fundo.

As amostras de água foram coletadas e armazenadas conforme Lana *et al* (2006). Em laboratório, as amostras foram filtradas, conforme Strickland e Parsons (1972). Para posterior análise dos nutrientes, foram estimados o nitrogênio inorgânico dissolvido (NID), o ortofosfato, o fósforo inorgânico dissolvido (PID). O NID foi analisado em função de ser a fração assimilável pelo fitoplâncton, e foi obtido pela soma das concentrações de N-amoniaco, nitrato e nitrito, estimados por métodos colorimétricos, com precisão de $0,7 \mu\text{g.L}^{-1}$, segundo Grasshoff *et al.* (1983). O ortofosfato, o PID, foram quantificados pelo método colorimétrico, com precisão de $0,9 \mu\text{g.L}^{-1}$. As absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro de duplo feixe Hitachi UV-290, a partir de calibração com soluções certificadas Merck®, segundo Grasshoff *et al.* (1983). Por fim, a clorofila-a foi quantificada por fluorimetria, utilizando Fluorômetro Turner Designer-Trilogy, conforme Strickland e Parsons (1972).

METODOLOGIA

A realização do presente estudo seguiu as etapas elencadas a seguir: i) campanhas para medição de parâmetros de qualidade da água na laguna, em 2015; ii) análise espacial da homogeneidade das massas de água utilizando um índice de estratificação da coluna d'água e; iii) análise espacial da concentração de nutrientes na laguna.

Campanhas para medição de parâmetros de qualidade da água

Foram realizadas quatro campanhas nos dias 27/03, 19/08, 27/08 e 28/09 de 2015, para a coleta de amostras para análise da qualidade da água. As coletas foram realizadas na baixa temporada permitindo considerar que possíveis contribuições à laguna por lançamentos de esgotos na rede pluvial foram originadas pela população residente na bacia e não pela população flutuante durante os meses de verão. Os locais de amostragem foram escolhidos por representar a laguna de forma homogênea (Figura 2), considerando os padrões de circulação e de dispersão hidrodinâmicos apresentados na Figura 1. As descrições dos 9 locais amostrais são apresentadas na Tabela 1.

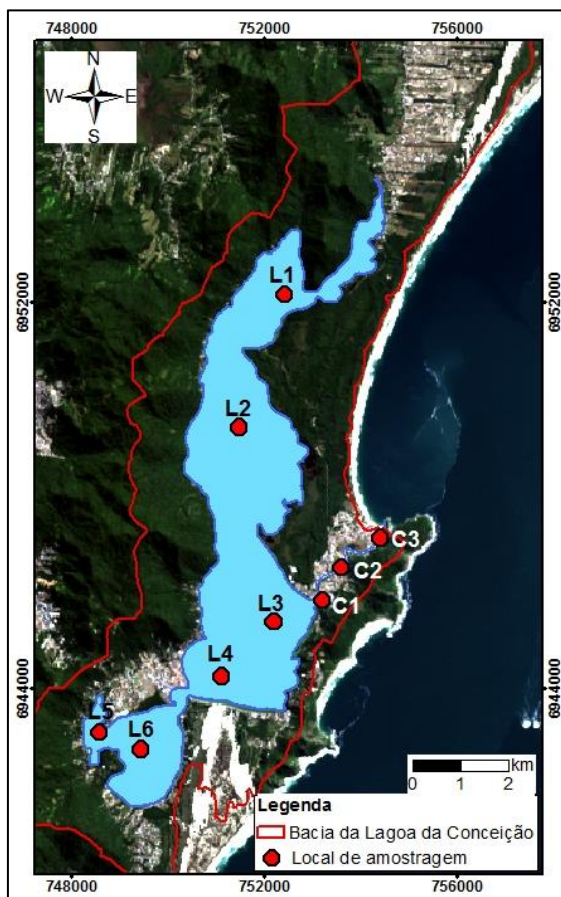


Figura 2. Estações amostrais.

Tabela 1 - Descrição dos locais de amostragem da qualidade da água.

Local	Região	Prof. (m)	Características
L1	Norte	8	Transporte efetivo devido a ser exatamente no início do canal de maior profundidade na costa oeste da lagoa.
L2	Centro Norte	4	Ponto de transição entre a região norte e central.
L3	Central	2,5	Próxima a entrada das massas d'água oceânicas pelo canal da barra.
L4	Central	6	Nas proximidades do subsistema sul, região altamente impactada apresentando anoxia nas águas de fundo (Fonseca, 2004).
L5	Sul	3	Apresenta provável deposição e acumulação de matéria orgânica devido ao represamento provocado pela estreita conexão com o restante da lagoa. Recebe as cargas da região urbana densamente povoada.
L6	Sul	5	Pouca circulação e provável acumulação de material proveniente da região urbana adjacente (detergentes e esgoto doméstico).
CB1/ CB2/ CB3	Canal da barra	1,5/ 1,5/ 5	Foram escolhidos por caracterizar a massa d'água que entra e sai do corpo lagunar para o oceano adjacente.

Análise espacial da homogeneidade das massas de água – Estratificação vertical

Com os dados de temperatura e salinidade foi possível calcular a massa específica da água para todas as amostras, através da equação fundamental de estado, utilizando o pacote de rotinas em MatLab TEOS 10 (McDougall *et al.*, 2009). A partir de então, foi possível verificar a homogeneidade das massas de água utilizando o índice de estratificação da coluna d'água o qual é calculado pela diferença entre as massas específicas das amostras de água da superfície e do fundo (Miranda, 2002), para cada um dos 9 pontos amostrais.

Análise espacial da qualidade da água da Lagoa da Conceição

Para os nutrientes NID, PID e para a clorofila-a, foram gerados mapas de distribuição espacial obtidos a partir de interpolações pelo método de krigagem. A fim de melhorar o detalhamento dos valores de concentração nos contornos do corpo lagunar foram acrescentados valores médios de concentração dos nutrientes obtidos por Silva (2016). Os valores encontrados foram comparados aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/05 para corpos de água salobra de classe 2: nitrato máximo de 700 $\mu\text{g.L}^{-1}$, nitrito máximo de 200 $\mu\text{g.L}^{-1}$, amônio máximo de 700 $\mu\text{g.L}^{-1}$ e fósforo total máximo de 186 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Ainda, os valores obtidos foram comparados a valores de referência para diferentes níveis tróficos de lagos, dados por Wetzel (1983) (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores de referência para estado trófico de lagos.

Estado trófico	Clorofila A (mg.L^{-1})	P- Total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	N-Total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)
Oligotrófico	<0,5	<5	<250
Mesotrófico	2-10	5-10	250-600
Eutrófico	10-500	10-30	600-1100
HiperEutrófico	>500	>30	>1100

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta a análise descritiva dos dados de qualidade da água da Laguna, no ano de 2015. É possível verificar que a laguna possui um gradiente de salinidade e pH que aumenta no sentido ao oceano, e que o gradiente de temperatura apresenta comportamento inverso. A menor salinidade registrada foi de 15 psu, o que significa que todo o corpo de água é salobro. A região de menor salinidade se encontra na região sul, que é represada pelo canal de estrangulamento na conexão com a região central onde há maior influência hidrológica nos padrões de qualidade da água. Os maiores valores de salinidade encontrados foram, como o esperado, nas proximidades do Canal da Barra da Lagoa e nas águas de fundo da região central. Isto é explicado pela forte estratificação da coluna de água, com a diferença entre as massas específicas de topo e fundo de até 9 kg.m⁻³. As maiores concentrações de NID e PID foram registradas na região sul, o que reforça a hipótese de enriquecimento de nutrientes por influência antrópica. A razão NP, (N / P > 10), mostra que a produção primária é limitada pela liberação de fósforo estando de acordo com a lei dos mínimos de Leibig (Odum, 1987) e corroborando estudos pretéritos que apontaram a maior causa de enriquecimento como a influência antrópica (Fonseca *et al.*, 2000, Fontes *et al.*, 2011; Barros *et al.*, 2017). As concentrações de OD indicam forte depleção na região central, principalmente nas águas de fundo da coluna d'água estratificada, onde foram encontradas concentrações de oxigênio dissolvido que caracterizam anoxia nas águas de fundo (0,27 mg.L⁻¹, 0,7 mg.L⁻¹, 0,92 mg.L⁻¹).

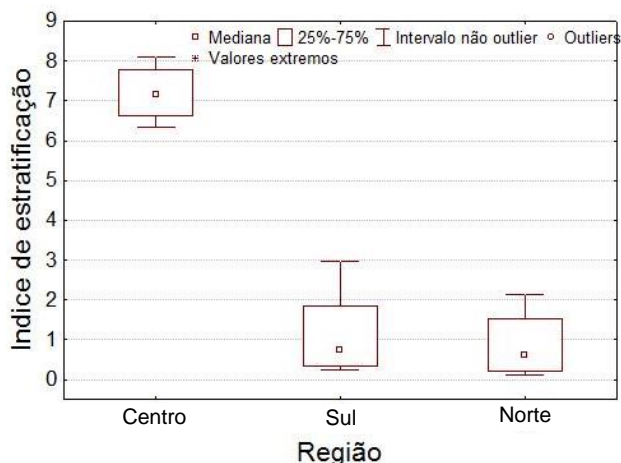
Tabela 3: Valores médios dos parâmetros de qualidade da água da Lagoa da Conceição, 2015.

Local	pH	Temp. (°C)	Sal. (psu)	Massa específica (kg.m ⁻³)	NH/NID	NID (µg/l)	PID (µg/l)	NP	Clorofila-a (mg.L ⁻¹)	OD (mg.L ⁻¹)
L1	7,9	22,1	21,03	1013,7	0,48	54,47	3,45	34	6,00	7,6
L2	8,0	22,6	21,35	1013,8	0,37	49,25	3,36	32	3,55	7,5
L3	7,6	22,0	26,00	1017,7	0,29	89,12	2,94	67	4,97	3,2
L4	8,0	22,4	26,43	1017,9	0,45	19,42	3,30	13	5,19	4,5
L5	7,7	21,7	15,93	1010,0	0,41	138,02	7,79	39	4,49	6,7
L6	7,8	21,7	15,46	1009,7	0,19	150,55	6,67	49	4,46	7,1
CB1	8,4	22,0	24,96	1017,0	0,38	31,45	4,05	17	2,25	8,7
CB2	8,5	20,6	25,25	1017,7	0,37	41,29	6,40	14	1,41	7,2
CB3	7,4	20,5	27,59	1019,5	0,24	42,75	6,69	14	1,67	6,9

Existem regiões que apresentam estrutura de estratificação termohalina estável, o que se apresenta como mais um fator limitante para o transporte e mistura no eixo vertical, caracterizando a existência de duas massas d'águas (Kjerfve, 1994). A Figura 3 mostra a distribuição dos valores do índice de estratificação ao longo do corpo de água. Foram verificados muitos pontos de hipoxia e anoxia em uma grande porção das águas de fundo da região central, onde existem giros anti-ciclônicos que acumulam material da superfície para o fundo, fortalecendo a estratificação da coluna d'água o que já foi verificado por outros autores (Fonseca *et al.*, 2000; Fontes *et al.*, 2011)) encontrou uma grande predominância de bactérias anoxigênicas fototróficas nesta região que possuem metabolismo anóxico e são responsáveis pela ciclagem dos nutrientes neste compartimento.

Para os limites ecológicos de nutrição estabelecido por Wetzel (1983), as regiões em alaranjado e vermelho das figuras 4 A, B e C, estão classificadas como eutrófico e hiper-eutrófico respectivamente, sendo que em amarelo e verde a classificação é meso-trófico e oligotrófico, mostrando que existem muitas regiões que podem ser caracterizadas pelo seu estado de eutrofização. A legislação CONAMA 357/05 não estabelece valores de referência para clorofila-a em corpos de água salobra, para o parâmetro NID as regiões representadas em vermelho estão acima do estabelecido, mostrando desconformidade com a qualidade de água que é prevista (NID > 1600).

Pela distribuição das manchas de altas concentrações de N, P e Clorofila é possível verificar o efeito das altas cargas de nutrientes que entram na laguna através das sub-bacias de drenagem na região centro sul e norte, além dos efeitos provocados pelo represamento na região sul e central, na acumulação de nutrientes e clorofila na proximidade do canal de ligação com a região central. É possível também, verificar principalmente com a distribuição de NID e Clorofila-a que existem regiões de acumulação na região norte e nas proximidades do deflúvio do rio João Gualberto (maior tributário da BH).



Nesses ambientes, fica termodinamicamente favorável a oxidação da matéria orgânica utilizando nitrato, sulfato, e outras fontes de terminais de elétrons diferentes do oxigênio dissolvido. Este metabolismo anóxico libera menor quantidade de energia e produz gases poluentes atmosféricos que podem ser tóxicos em elevadas concentrações como H_2 , H_2S , N_2O (Esteves, 2011).

Os mapas com os valores de concentrações de NID, PID e da estimativa da produção primária planctônica através das concentrações de clorofila na Lagoa da Conceição, foram gerados com em escala logarítmica para ajustar a escala de cores.

Figura 3: índices de estratificação da laguna.

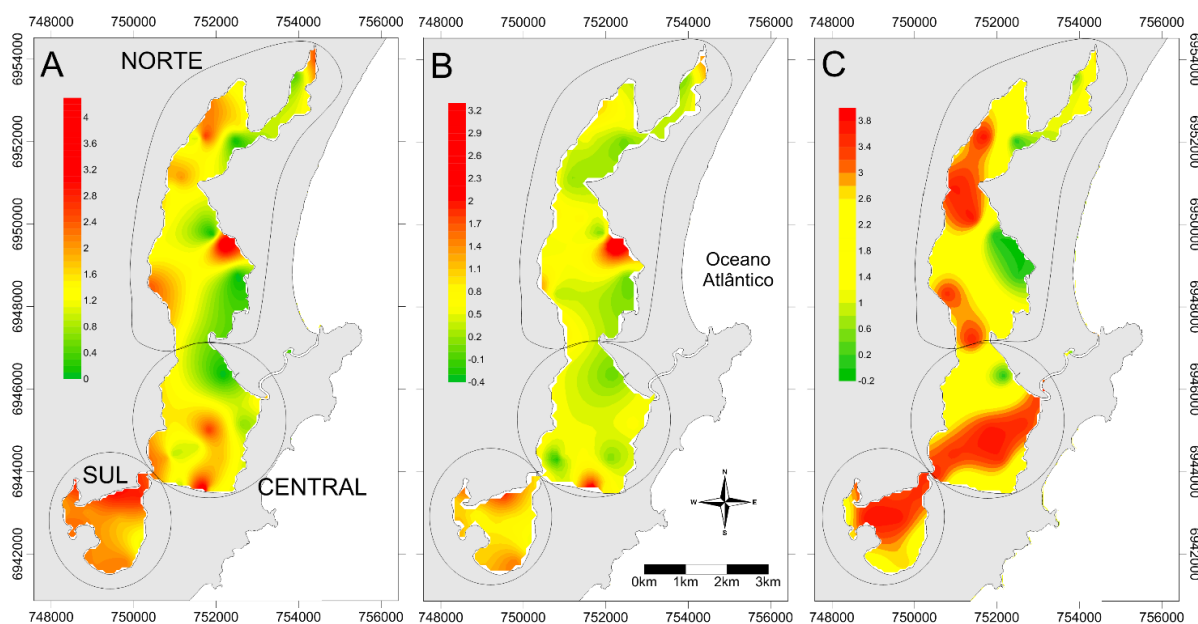


Figura 4: Mapa de concentração de NID (A), Fósforo (B) e Clorofila-a (C), na Lagoa da conceição, em 2015.

É possível também observar, não só uma influência das cargas de lançamento como também uma grande influência dos padrões de circulação hidrodinâmica no corpo de água com as concentrações de clorofila-a. Nas regiões de giro anti-ciclônico, onde predominam os processos de acumulação de material, como ilustrado nas setas vermelhas da Figura 1, são as mesmas regiões que possuem as mais altas concentrações de NID e clorofila-a.

CONCLUSÃO

A partir do presente estudo foi verificado que na Lagoa da Conceição há uma forte influência antrópica na qualidade da água e que a distribuição de nutrientes é governada por processos hidrodinâmicos. As concentrações de nutrientes (N e P) e clorofila classificam o ambiente como eutrófico. A distribuição das concentrações ainda mostram uma correlação inversa com os vetores de velocidades do escoamento, ou seja, nas regiões de baixas velocidades e de recirculação as concentrações são maiores, já para as regiões de maiores velocidades as concentrações de nutrientes são menores. O represamento da água da região sul determinou maiores concentrações de nitrogênio e clorofila do corpo de água, e a forte estratificação da região central justificam a hipoxia e anoxia nas águas de fundo.

REFERÊNCIAS

- BARROS, G.; FONSECA, A. L.; SANTOS, A. C.; FONTES, M. L. S.; DONNANGELO, A.; FRANCO, D. (2017). Nutrient distribution in a shallow subtropical lagoon, south Brazil, subjected to seasonal hypoxic and anoxic events. *Brazilian Journal of Oceanography* 65(2), pp. 83-94.
- BIANCHI, T. (2006). *Biogeochemistry of estuaries*. Oxford University Press, Oxford, 720 p.
- CAMPANARIO, P. (2007). *Florianópolis: dinâmica demográfica e projeção da população por sexo, grupos etários, distritos e bairros (1950-2050)*. Instituto de Planejamento Urbano (IPUF), Florianópolis-SC, 22 p.
- BRASIL. (2005). CONAMA 357/05 – Resolução normativa do Conselho Nacional do Meio Ambiente sobre qualidade da água de corpos de água superficial, Brasil. DOU, 28 p.
- FONSECA, A.; BRAGA, E. S.; EICHLER, B. B. (2002). Distribuição espacial dos nutrientes inorgânicos dissolvidos e da biomassa fitoplânctônica no sistema pelágico da Lagoa da Conceição, Santa Catarina, Brasil. *Atlântica* 24(2), pp. 69-83.
- FONTES, M.; SUZUKI, M.; COTTRELL, M.; ABREU, P. (2011). Primary production in a subtropical stratified coastal lagoon—contribution of anoxygenic phototrophic bacteria. *Microbial Ecology* 61(1), pp. 223-237.
- GÓMEZ, R. C. C.; GÓMEZ, M. A. M.; BULGAKOV, S. N. (2008). Efectos de los vórtices en sistemas acuáticos y su relación con la química, biología y geología. *Interciencia. Revista de Ciencia y Tecnología de América* 33(10), pp. 741-746.
- GRASSHOLF, K.; KREMLING, K.; EHRHARDT, M. (1999). *Methods of seawater analysis*. Wiley-VCH, 599 p.
- HALPERN, B. S.; FRAZIER, M.; POTAPENKO, J.; CASEY, K. S.; KOENIG, K.; LONGO, C.; WALBRIDGE, S. (2015). Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. *Nature Communications* 6, pp. 1-7.
- HALPERN, B. S.; WALBRIDGE, S.; SELKOE, K. A.; KAPPEL, C. V.; MICHELI, F.; D'AGROSA, C.; WATSON, R. (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science* 319(5865), pp. 948-952.
- KJERFVE, B. (1994). *Coastal lagoons*. Elsevier oceanography series, Elsevier Science, New York-NY, 576 p.
- LANA, P. da C.; BIANCHINI, A.; OLIVEIRA RIBEIRO, C. A.; NIENCHESKI, L. F. H.; FILLMANN, G. S. C. S. G. & SANTOS, C. S. G. (2006). Avaliação Ambiental de Estuários Brasileiros: Diretrizes Metodológicas. *Rio de Janeiro: Museu Nacional*, 156 p.

- LEDO, S.-S. de. (1999). Ecossistemas de Marismas da Lagoa da Conceição III. A Produção Primária. In S. de Ledo & S. S. E. J (Orgs.), O ecossistema da Lagoa da Conceição (SDM/FEPEMA, p. 343–357). Florianópolis.
- LOTZE, H. K.; LENIHAN, H.; BOURQUE, B. J.; BRADBURY, R. H.; COOKE, R. G.; KAY, M. C.; KIDWEL, S. M.; KIRBY, M. X.; PETERSON, C. H.; JACKSON, J. B. C. (2006). Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. *Science*, 312(5781), 1806–1809.
- MCDUGALL, T. J. T. J.; FEISTEL, R.; MILLERO, F. J.; JACKETT, D. R.; WRIGHT, D. G.; KING, B. A., ... & SEITZ, S. The International Thermodynamic Equation Of Seawater 2010 (TEOS-10): Calculation and Use of Thermodynamic Properties. Global Ship-based Repeat Hydrography Manual, IOCCP Report No, v. 14, 2009.
- MPB ENGENHARIA. Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico do Município de Florianópolis. Florianópolis, Santa Catarina. IPUF, 2008.
- MIRANDA, L. B. de; CASTRO, B. M. de; KJERFVE, B. (2002). *Princípios de oceanografia física de estuários*. EDUSP, Sao Paulo-SP, 424 p.
- NIXON, S. (1995). Coastal marine eutrophication: a definition, social causes, and future concerns. *Ophelia*, 41(1), pp. 199-219.
- ODRESKI, L. (2012). *Influência hidrológica nos processos hidrodinâmicos da Lagoa da Conceição-Florianópolis-SC*. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 126 p.
- ODUM, H.T. (1987). Model for National, International, and Global System Policy. Org. por Braat, L.C.; Van Lierop, W.F.J., *Economic – Ecological Modeling*. Elsevier Science, New York-NY 1987, pp. 202-251.
- RABALAIS, N.; TURNER, R. (2009). Global change and eutrophication of coastal waters. *Journal of Marine Science*, 66(7), pp. 1528-1537.
- SILVA, J. C. (2013). *Análise numérica da influência dos aportes fluviais e antrópicos sobre a hidrodinâmica residual e a qualidade da água da Lagoa da Conceição-Florianópolis-SC*. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 134 p.
- SILVA, V E C. (2006). *Análise Espaço Temporal Do Estado Trófico De Uma Laguna Costeira Subtropical: Lagoa Da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina*. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 99 p.
- SILVA, V. E. D. E.; FRANCO, D.; FONSECA, A. L.; FONTES, M. L.; DONNANGELO, A. (2017). Space time evolution of the trophic state of a subtropical lagoon: Lagoa da Conceição, Florianópolis Island of Santa Catarina, Brazil. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 22(10), pp. 1- 17.
- STRICKLAND, J.D.H.; PARSONS. (1972). *A practical handbook of seawater analysis*. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa-ON, 167 p.
- WETZ, M. S.; HAYES, K. C.; FISHER, K. V. B.; PRICE, L.; STERBA-BOATWRIGHT, B. (2016). Water quality dynamics in an urbanizing subtropical estuary (Oso Bay, Texas). *Marine Pollution Bulletin*, 104(1–2), pp. 44–53.
- WETZEL, R. G. (2001). *Limnology*. 2º ed. Academic Press, Cambridge- MA, 1006 p.