



Eutrofização e eventos de hipoxia na região costeira centro-norte de Santa Catarina

Muriel Deon do Amaral, Hurian Gustavo Zanatta, Erica Cavalli Trembulak, Jurandir Pereira Filho

Oceanografia - Oceanografia Química

Diversos são os estressores que podem causar uma alteração no ambiente costeiro, dependendo o seu grau de interferência, os impactos podem ser temporários ou duradouros. Um dos impactos mais marcantes ocasionados pela ação antrópica é o aporte de nutrientes e matéria orgânica ao ambiente natural, que ao favorecer mais um nível trófico que os demais, ocasiona a eutrofização e dependendo da intensidade, pode contribuir para a criação de zonas de hipoxia (RABOTYAGOV et al., 2014; RABOUILLE et al. 2008). A hipoxia em ambientes aquáticos é caracterizada por concentrações de oxigênio dissolvido (OD) abaixo de 2 mg/L de O₂ (DIAZ, 2001). A relação entre a eutrofização e o desenvolvimento da hipoxia vem sendo estudada em vários ambientes costeiros em países como Estados Unidos, Japão, Itália, Dinamarca, Suécia, Austrália (DIAZ, 2001; ISHIKAWA et al. 2004; ROWE, 2001; TURNER et al. 2005). Estes estudos mostram que os dois principais fatores que levam ao desenvolvimento da hipoxia, e em alguns casos da anoxia, é a ocorrência conjunta da estratificação da coluna d'água, que isola a camada de fundo da camada superficial mais rica em oxigênio e a decomposição da matéria orgânica na camada de fundo, reduzindo os níveis de oxigênio (Diaz, 2001). O incremento da matéria orgânica na superfície está ligado ao grande aumento da produção primária em superfície, como resultado da eutrofização. Na região centro norte do litoral de Santa Catarina, encontram-se alguns dos maiores balneários do país, destino de um grande número de pessoas, especialmente nos meses de verão. Ela também recebe o aporte da principal bacia hidrográfica do estado, através do rio Itajaí-Açú, drenando aproximadamente 15% do seu território. Esse cenário se mostra com grande potencial para a formação de uma zona hipóxica, a qual já foi constatada em monitoramentos ambientais, com registros de OD em [] menores que 2mg/L. Com o objetivo de identificar a extensão do fenômeno de hipoxia, no tempo e no espaço, foi adotada uma estratégia amostral intensiva no período de maior probabilidade de ocorrência de tal fenômeno. Para o monitoramento das concentrações de OD, coletas mensais numa malha amostral composta de 10 pontos de coleta, na isóbata de 14 metros, distribuídos desde o município de Barra Velha até Porto Belo, vêm sendo executadas desde dezembro de 2021. O monitoramento mensal apontou uma queda sensível dos níveis de OD do no fundo, principalmente nas estações de coleta localizadas na região da desembocadura do rio Itajaí-Açú e em frente à enseada de Balneário Camboriú, nos meses de verão. Assim sendo, nessa situação foram realizadas saídas semanais, com o intuito de acompanhar a evolução do quadro de hipoxia. Além das estações monitoradas mensalmente, foram determinados transectos abrangendo as profundidades de 5, 10, 14, 17 e 20 metros, tendo como referência as estações localizadas em frente às praias de Navegantes, Itajaí e Balneário Camboriú. Em cada ponto de coleta foram realizados perfis verticais de oxigênio dissolvido, salinidade, temperatura e turbidez da água através do lançamento de um CTD Rinko ASTD152.



Durante as campanhas foram observadas concentrações de OD variando de 0,6 a 10,2 mg/L, com as menores concentrações no fundo. A salinidade variou de 18,0 a 35,7, com as menores salinidades registradas em superfície nas estações que ficam ao alcance da pluma, tendo forte contribuição da água continental. A temperatura variou de 17,0 a 28,8 °C, com os maiores valores observados em superfície nos meses de verão. A biomassa fitoplanctônica, medida através da clorofila-a, variou de 0,18 a 45,00 µg/L, com as maiores concentrações obtidas em amostras de superfície da região da desembocadura do estuário do Itajaí e em frente a Balneário Camboriú. O pH variou de 6,6 a 8,8, sendo os menores valores associados às menores salinidades (influência da água continental) e às menores [] de O₂ nas amostras de fundo. Associado à queda de oxigênio no estrato de fundo, foi observado um aumento nas concentrações de clorofila-a em superfície, a partir de dezembro de 2022. Quanto à temperatura da água, com a chegada do período de verão houve uma elevação na superfície, o que contribuiu com a produção primária com o aumento da atividade biológica. Porém, no estrato de fundo foi observada tendência inversa, apresentando uma diminuição no mês de janeiro, quando comparado com o mês de dezembro. Tal fato pode ser atribuído à intrusão da ACAS (Água Central do Atlântico Sul), uma massa de água que aproxima do litoral de SC, podendo eventualmente aflorar à superfície. Essa discrepância de temperatura ocasiona uma diferença de densidade na água, acarretando no isolamento do estrato de fundo o que dificulta a reposição dos níveis de oxigênio nesse estrato. Com o aumento da produção primária na superfície e consequente senescência do fitoplâncton, a matéria orgânica gerada se deposita no fundo onde é decomposta, o que demanda um maior consumo de oxigênio. Essa estratificação térmica ocasionada pelo aquecimento superficial e à presença da ACAS se manteve até meados de fevereiro de 2023. Durante o mês de março, mês em que foi realizado o maior número de amostragens, foram registrados os menores valores de OD, especialmente em frente às praias de Navegantes e Balneário Camboriú. Foram registrados valores abaixo de 2 mg/L de O₂, no estrato de fundo, em 16,7% dos pontos (17 de 116 leituras), nas isóbatas de 5, 10, 14 e 17 metros. A praia de Navegantes, localizada ao norte da desembocadura do rio Itajaí-Açú, é fortemente influenciada pela pluma desse rio, o qual recebe o escoamento superficial de grandes centros urbanos e áreas agrícolas, que sabidamente apresentam saneamento deficitários. Outro ponto de destaque pelas baixas concentrações de OD foi a praia de Balneário Camboriú, que também mostrou valores persistentes de hipóxia ao longo do verão. Os resultados obtidos na área de estudo apontam para a presença sazonal de uma zona hipóxica, uma vez que há o aporte de nutrientes, aumento de incidência solar e temperatura e baixa dinâmica (condições ambientais), criando as condições necessárias para a eutrofização e zonas mortas. Outros fatores ambientais, como ventos e correntes, que podem contribuir para a formação, manutenção e quebra de zonas hipóxicas também deve ser considerada (em análise), para que sirvam de base à futuros trabalhos de modelagem para a previsão de tais eventos. Os resultados aqui expressos apontam para uma queda na qualidade da água na região costeira, o que pode afetar diretamente a economia local, uma vez que na região estudada, além de estarem situados grandes balneários turísticos do país, também está situada uma



importante área de exploração pesqueira, atividades essas que têm forte dependência da qualidade da água. Estudos apontam que os organismos respondem de maneira distinta às variações nas concentrações de OD, ocasionando uma diminuição de suas populações, seja por morte, no caso dos organismos sésseis, ou por emigração no caso dos organismos pelágicos. Além disso, a conservação das regiões costeiras é de suma importância para a manutenção de espécies que desempenham funções ecológicas vitais para o ecossistema marinho, servindo de abrigo, berçário e locais de reprodução de diversas espécies. A constatação da ocorrência de eventos de hipoxia na região costeira devem servir de alerta para que medidas sejam tomadas de modo a minimizar ou mitigar sua ocorrência. Isso é particularmente importante se for avaliado o cenário de mudanças climáticas, que tendem a agravar o problema relacionado à eutrofização e consequentemente à formação de zonas hipóxicas.

Palavras-chave: Hipoxia; eutrofização; oxigênio dissolvido.

DIAZ, Roberto J.. Overview of hipoxia around the world. *Journal Of Environmental Quality*, Virginia, v. 30, n. 2, p. 275-281, mar. 2001.

ISHIKAWA, Toshiyuki; NARITA, Tetsuya; URABE, Jotaro. Long-term changes in the abundance of *Jesogammarus annandalei* (Tattersall) in Lake Biwa. *Limnology And Oceanography*, [S.L.], v. 49, n. 5, p. 1840-1847, set. 2004. Wiley.

<http://dx.doi.org/10.4319/lo.2004.49.5.1840>.

RABOTYAGOV, S. S. et al. The Economics of Dead Zones: causes, impacts, policy challenges, and a model of the gulf of mexico hypoxic zone. *Review Of Environmental Economics And Policy*, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 58-79, 1 jan. 2014. University of Chicago Press. <http://dx.doi.org/10.1093/reep/ret024>.

RABOUILLE, C. et al. Comparison of hypoxia among four river-dominated ocean margins: the changjiang (yangtze), mississippi, pearl, and rhône rivers. *Continental Shelf Research*, [S.L.], v. 28, n. 12, p. 1527-1537, jul. 2008. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2008.01.020>.

ROWE, Gilbert T.. Seasonal Hypoxia in the Bottom Water off the Mississippi River Delta. *Journal Of Environmental Quality*, [S.L.], v. 30, n. 2, p. 281-290, mar. 2001. Wiley.

<http://dx.doi.org/10.2134/jeq2001.302281x>.

TURNER, R. E. et al. Summer hypoxia in the northern Gulf of Mexico and its prediction from 1978 to 1995. *Marine Environmental Research*, [S.L.], v. 59, n. 1, p. 65-77, fev. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marenvres.2003.09.002>.

Apoio: FAPESC (Edital 12/2020 - Programa de Pesquisa Universal FAPESC, através do Termo Outorga: No 2021TR001424); CNPq (Chamada CNPq/MCTI/FNDCT No 18/2021 - Faixa A - Grupos Emergentes, Processo: 405114/2021-4)