

LAGOA RODRIGO DE FREITAS: FUTURO

Alex Enrich-Prast^{1,2}

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Departamento de Ecologia, Laboratório de Biogeoquímica, Ilha do Fundão, Caixa Postal: 68020. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

²Endereço atual: Department of Thematic Studies - Water and Environmental Studies, Linköping University, Linköping, Sweden.
E-mail: aenrichprast@gmail.com

RESUMO

A Lagoa Rodrigo de Freitas (LRF) tem uma elevada importância social, econômica e ecológica para Cidade do Rio de Janeiro. O objetivo deste artigo foi avaliar possíveis alterações que podem ocorrer na LRF nos próximos anos, em consequência da manutenção ou aumento da influência antrópica e das mudanças climáticas. Este artigo discute potenciais problemas que podem vir a influenciar a LRF. Por ser uma lagoa urbana, a LRF não deve ser encarada sob uma ótica preservacionista, mas sob uma ótica social e urbano-ambiental. Dentre os vários impactos que influenciam a LRF, destaca-se o aporte de esgotos que precisa ser completamente interrompido. Como o sedimento da LRF apresenta grandes quantidades de nutrientes, possivelmente este ambiente continuará a apresentar uma condição eutrófica por muitos anos. Diante desta perspectiva, surge a necessidade de uma intervenção que aumente a eficiência da troca de água entre a LRF e o mar. Além destas ações, o poder público precisa fiscalizar e impedir a ocupação de novas áreas e recuperar áreas desmatadas na bacia de drenagem da LRF e se adequar as mudanças climáticas que certamente irão afetar a LRF.

Palavras-chave: impactos antrópicos; mudanças climáticas; ecologia urbana.

ABSTRACT

RODRIGO DE FREITAS LAGOON: FUTURE. The Lagoon Rodrigo de Freitas (LRF) is an aquatic ecosystem with high ecological, social and economic importance for Rio de Janeiro City. The aim of this article was to evaluate possible alterations that can influence the LRF within the next years, as a consequence of the anthropic impacts and climatic changes. This article discuss potential problems that can influence the LRF. This aquatic environment should not be seen under a preservationist, but on a social-urban perspective. Among the anthropogenic impacts that affect the LRF, we highlight the wastewater input, that should be completely suspended. As the sediment of LRF accumulates large amounts of nutrients, this environment will probably present eutrophic characteristics for many years. Due to this perspective, there is a need for an intervention that can promote an increase the water exchange between the LRF and the sea. In addition to these actions, the government needs to monitor and prevent the occupation of new areas and restore deforested areas in the drainage basin of the LRF and also to adapt to future climate changes that will certainly affect the LRF.

Keywords: antropogenic impacts; climatic changes; urban ecology.

RESUMEN

LAGUNA RODRIGO DE FREITAS: PANORAMA FUTURO. La Laguna Rodrigo de Freitas (LRF) tiene una gran importancia social, económica y ecológica para la ciudad de Rio de Janeiro. El objetivo de este artículo fue evaluar las posibles alteraciones que pueden ocurrir en LRF, como consecuencia de los impactos antrópicos y del cambio climático en los próximos años. En el artículo se discuten problemas potenciales que pueden influenciar a LRF. Debido a que es una laguna urbana, LRF no debe ser visto desde una óptica conservacionista, sino mas bien desde una perspectiva social y urbano-ambiental. Entre los impactos que influncian a LRF, destacan los aportes de aguas residuales que deben ser totalmente interrumpidos. Como el

sedimento de LRF contiene grandes cantidades de nutrientes, es posible que este ambiente continúe teniendo una condición eutrófica por muchos años. Desde este punto de vista, surge la necesidad de una intervención que aumente el intercambio de agua entre LRF y el mar. Además de estas acciones, la administración pública debe fiscalizar e impedir la ocupación de nuevas áreas y recuperar las áreas deforestadas de la cuenca de la laguna.

Palabras clave: impactos humanos; cambio climático; ecología urbana.

INTRODUÇÃO

A Lagoa Rodrigo de Freitas (LRF) localiza-se na Zona Sul da Cidade do Rio de Janeiro e faz divisa com os bairros da Gávea, Leblon, Ipanema, Jardim Botânico, Humaitá e Copacabana. Estes bairros são áreas de grande densidade populacional, com o maior índice de desenvolvimento humano (IDH) e com poder aquisitivo acima da média carioca, fato que caracteriza seu grande valor econômico e sócio-ambiental. Ainda na região da LRF destaca-se a presença do Parque Nacional da Tijuca, Jardim Botânico e Parque da Cidade.

A LRF é um dos principais cartões postais da Cidade do Rio de Janeiro e do Brasil. Este ambiente é utilizado como área de lazer, prática de esportes e pesca, possuindo imensurável valor social e turístico para a cidade. A expansão da Cidade do Rio de Janeiro representou intensas modificações na LRF e seu entorno, principalmente ao longo do século XX (Rodríguez, 2012). Apesar da LRF oferecer uma série de serviços ecológicos, econômicos e sociais para a Cidade do Rio de Janeiro, esta foi submetida a impactos antropogênicos negativos típicos de uma lagoa urbana, especialmente advindos de aterros; dragagens; construção de comportas para controle do nível d'água; aporte de esgoto residencial, hospitalar e industrial (Baur *et al.* 2012; Domingos *et al.* 2012; Loureiro *et al.* 2012a; Loureiro *et al.* 2012b; Miguez *et al.* 2012; Rodríguez 2012; Santoro *et al.* 2012; Soares *et al.* 2012; van Weerelt *et al.* 2012).

A intensidade de alguns destes impactos antrópicos sobre a LRF vêm diminuindo ao longo dos anos, como conseqüência do advento e aplicação da legislação ambiental e da regulamentação desse ecossistema como uma Área de Proteção Permanente (APP). O espelho d'água da LRF foi tombado nos anos de 1970 (Rodríguez 2012), impedindo a ocorrência de novos aterros na área da LRF. No entanto, a LRF continua

sendo submetida a degradação sanitária e ecológica (Gonzalez *et al.* 2006, Loureiro *et al.* 2012; Soares *et al.* 2012; van Weerelt *et al.* 2012).

Um exemplo de intervenção do poder público capaz de causar intensas alterações sobre dinâmicas hidrodinâmicas e ecológicas da LRF é o controle do regime de cheias e vazantes por um sistema constituído de três comportas independentes. O efeito desta interferência sobre o metabolismo da LRF, que pode sofrer alterações drásticas em um período de horas, foi claramente demonstrado por Marotta *et al.* (2012). A operação dessas comportas está hoje sob responsabilidade da Prefeitura do Rio de Janeiro, e é utilizada principalmente para garantir a drenagem da região, evitando alagamentos, e para preservar a qualidade das águas da LRF e praias de Ipanema e Leblon.

O esforço realizado para diminuir a entrada de esgotos aparentemente resultou em uma melhoria da qualidade da água da LRF e acabou por diminuir a ocorrência dos grandes eventos de mortandade de peixes. No entanto, ainda permanece o risco de mortandade extensiva de peixes no verão, associada à elevação dos índices de pluviosidade e sua carga orgânica nessa época, uma vez que a captação da galeria de cintura só é eficiente em tempo seco (Domingos *et al.* 2012). A última mortandade de peixes na LRF foi reportada em Fevereiro de 2010 e foi atribuída a uma floração de algas tóxicas do gênero *Chrysochromulina*. Supõe-se que o surgimento desta floração tenha ocorrido devido à ocorrência de vários dias de chuvas intensas, que teriam carregado grandes quantidades de matéria orgânica e nutrientes, que aparentemente teria favorecido esta floração (Domingos *et al.*, comunicação pessoal). Alterações na intensidade de chuvas e aporte de água do mar podem afetar potencialmente todo o balanço biológico de um ecossistema aquático (Marotta *et al.*, 2010a e b). Nesse sentido, devem ser consideradas

as mudanças previstas no regime de chuvas, aumento de temperatura e elevação do nível do mar em várias regiões do planeta durante o próximo século (IPCC, 2007).

O efeito destas mudanças climáticas sobre a dinâmica, estrutura e funcionamento dos ecossistemas tem sido reportada na literatura mundial (p. ex. Tranvik *et al.* 2009). Nas próximas décadas, além das pressões antrópicas decorrentes da presença humana em seu entorno, as mudanças climáticas previstas possivelmente virão a afetar direta e indiretamente a LRF (Enrich-Prast *et al.* 2008).

O objetivo deste artigo foi avaliar possíveis alterações que podem ocorrer na LRF nos próximos anos em consequência da manutenção ou aumento da influencia antrópica e das mudanças climáticas. Este artigo discute potenciais problemas e sugere algumas ações para melhorar as condições ecológicas e sanitárias da LRF.

IMPACTOS PREVISTOS

Os principais impactos previstos para ocorrer ao longo do próximo século e que podem vir a afetar a LRF são: a) elevação do nível do mar; b) mudança no regime pluviométrico; c) aumento da temperatura e d) adensamento populacional.

Elevação do nível do mar - Existe uma perspectiva de aumento do nível do mar que variaria de 0,5 a 1,5m ao longo do próximo século e que este aumento venha a afetar as zonas costeiras do planeta (IPCC, 2007). Enrich-Prast *et al.* (2008) avaliaram as possíveis consequências da elevação do nível do mar que ocorrerão ao longo do século XXI sobre as lagoas costeiras da Cidade do Rio de Janeiro. Em todos os cenários, a área ocupada pela LRF não apresentaria grande expansão, visto que esta possui uma elevada cota altimétrica na sua área de entorno. No entanto, a elevação do nível do mar, possivelmente causaria um aumento na salinidade da LRF, podendo gerar mudanças significativas sobre sua estrutura e funcionamento. A substituição das espécies existentes por outras mais adaptadas a maiores condições de salinidade em ambientes costeiros, em virtude da elevação do nível do mar, foi discutido por Roland *et al.* (2012). Já o efeito da entrada da água do mar

pode provocar intensas mudanças de curto prazo no metabolismo da LRF (Marotta, *et al.* 2012).

Mudança no regime pluviométrico - Em relação à ocorrência de eventos extremos estão previstos o aumento na temperatura e no regime de precipitação na região Sudeste do Brasil (Marengo 2009). Embora modelos climáticos sugiram que as médias mensais de pluviosidade não se modificarão significativamente nos próximos anos, espera-se que ocorra um aumento na frequência dos eventos extremos de chuva (que são desvios dos valores de pluviosidade em relação ao comportamento habitual da área no período analisado) e de tempestades durante os meses de verão (Marengo 2009). Enrich-Prast *et al.* (2008) concluíram que um possível aumento da intensidade de chuvas acabaria por promover a diminuição da qualidade da água da LRF devido: a) ao aumento da ressuspensão dos sedimentos causado pelo aumento da intensidade dos ventos; b) aumento da erosão física nas encostas (especialmente quando estas não possuem cobertura vegetal) e posterior deposição dos sedimentos transportados na LRF e c) ao atual sistema de captação de esgoto desta região, visto que este não é do tipo separador absoluto, fato que garantiria a proteção da LRF contra lançamentos de esgotos sanitários (Miguez *et al.* 2012). Embora a LRF possua uma galeria de cintura que garante uma proteção adicional contra acidentes na rede coletora de esgotos, problemas de manutenção do sistema, bem como adensamento populacional e sobrecarga da rede provocam extravasamento de esgoto para as galerias de águas pluviais e conseqüentemente para a LRF (Miguez *et al.* 2012).

Aumento da temperatura - A principal mudança climática prevista pelo IPCC é o aumento da temperatura global, que poderá se elevar em até 4°C no próximo século. Este aumento também é esperado para a região Sudeste do Brasil (Marengo 2009). Dentre as várias mudanças esperadas nos ambientes aquáticos em decorrência do aumento da temperatura destacam-se: a) alterações no metabolismo, genética e fenologia de organismos aquáticos; b) aumento das taxas de extinção e c) mudança da composição das comunidades (Roland *et al.*, 2012). As consequências do aumento de temperatura sobre a LRF são incertas. Com o aumento da temperatura, o metabolismo dos organismos fica mais acelerado, e tanto a produção

primária quanto a respiração aumentariam. Desta maneira, existe uma tendência de que a eficiência dos processos metabólicos também aumentem, o que provocaria um aumento das taxas de produção primária líquida deste ambientes. Por outro lado, o aumento da temperatura pode acarretar na diminuição das concentrações de oxigênio dissolvido, bem como pode causar um aumento nas taxas de mineralização da matéria orgânica e conseqüentemente o aumento das taxas de consumo de oxigênio. Esta combinação poderia levar a novos eventos de mortandade de peixes.

Adensamento populacional - Existe uma perspectiva de crescimento anual de quase 1% na Cidade do Rio de Janeiro para as próximas décadas. O adensamento populacional pode resultar no aumento da produção de esgoto, assim como poderia levar a um aumento da invasão de áreas protegidas, fenômeno que atualmente já ocorre na bacia de drenagem da LRF. Coelho-Netto *et al.* (2008) alertaram da possibilidade de ocupação da área de floresta no Maciço da Tijuca, onde se insere a Bacia de Drenagem da LRF, diminuir significativamente até o final do século XXI, permanecendo com apenas 20% de sua área total. Estes autores destacam os esforços do poder público frente ao combate da ocupação desordenada e do fogo das encostas, mas ressalta a grande defasagem atual entre os processo degenerativos da floresta e de sua reabilitação. A ocorrência de eventos extremos de chuva, previsto por Marengo (2009), associado a potenciais desmatamentos de áreas de floresta, possivelmente promoveriam um maior carreamento de matéria orgânica e sólidos em suspensão para a LRF. A LRF está submetida a uma forte pressão antrópica por estar localizada em uma área altamente urbanizada entre a costa e o mar. Em função das diversas atividades humanas que ocorrem no seu entorno, um possível aumento da população que vive na bacia de drenagem da LRF invariavelmente irá aumentar a pressão antrópica sobre este ecossistema.

PERSPECTIVAS

Muitos dos problemas ambientais que a LRF apresenta atualmente são decorrentes de séculos de pressão antrópica sobre este ambiente. A solução dos principais problemas ambientais da LRF passa pela cessão do aporte dos esgotos e diminuição de

seus estoques de nutrientes na água e no sedimento. O aumento antropogênico das concentrações de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, nos ecossistemas aquáticos causa o processo de “eutrofização artificial”. Este processo pode causar expressivos prejuízos à sociedade humana, especialmente no que tange à problemas de saúde pública, de produtividade pesqueira, de balneabilidade e de inúmeras outras possibilidades de uso pelos agentes sociais. Assim, o enfrentamento da carência de infra-estrutura urbana e a mitigação da degradação ecológica são considerados como dois eixos fundamentais para a política urbana a fim de contribuir para o melhor desempenho da economia em nível local e global (Marotta *et al.* 2008).

Desde o século XIX, foram sugeridas, apresentadas e debatidas várias propostas para melhorar as condições sanitárias e ecológicas da LRF (Rodrigues 2012). Destacam-se propostas de mecanismos de bombeamento de água do mar para a LRF com o objetivo de promover a renovação de suas águas e outras para o alargamento do canal do Jardim de Alah. Recentes propostas de intervenção propõem a construção dos chamados “dutos afogados”, que visam aumentar a troca de água entre a lagoa e o mar. Rosman (2012) sugere que a única forma de viabilizar a redução dos níveis de nutrientes na LRF, e por consequência dos problemas da eutrofização, é através do aumento da troca de água da LRF com o mar e de uma eventual dragagem do sedimento.

Essa proposta dos dutos afogados foi apresentada e debatida em uma mesa redonda intitulada “Soluções para os problemas enfrentados pela Lagoa Rodrigo de Freitas”, durante o “VIII Simpósio em Ecologia – Lagoa Rodrigo de Freitas: passado, presente e futuro” que ocorreu em Novembro de 2010 nas dependências da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Durante o debate, que ocorreu de maneira bastante acalorada, ficou claro que os diferentes atores sociais têm opiniões distintas de como lidar com os problemas da LRF e que não existe uma proposta que agrade a todos.

Um dos fatores que muitas vezes não é levado em consideração nas discussões acerca das soluções para a LRF, é o fato de que este ecossistema já não apresenta mais as características de uma lagoa costeira natural. As lagoas costeiras do Estado do Rio de Janeiro, assim como a maioria dos ambientes costeiros do planeta,

geralmente são submetidas à impactos por estarem localizadas em áreas urbanizadas entre a costa e o mar. Duarte *et al.* (2008) avaliam o comportamento de 4 ambientes costeiros europeus que sofreram elevados aportes de nutrientes entre os anos 70 e 80 e que mesmo após a interrupção ou diminuição deste aporte, nunca retornaram as condições ambientais pré-eutrofização.

A sociedade deve fazer uma reflexão e avaliar quais são as suas expectativas para a LRF. Mesmo sob o ponto de vista ecológico, a LRF deve ser vista como uma lagoa urbana, que sofreu muitas alterações e perda de importantes características ecológicas (p. ex. área de inundação) em função da ação humana. Da mesma maneira que os reservatórios são lagos artificialmente construídos e tem uma dinâmica ecológica particular, lagoas urbanas devem ser avaliadas sob uma perspectiva urbano-ambiental. Esta visão foi proposta por Marotta *et al.* (2008) que sugere uma análise integrada entre as condições ecológica, social e econômica no espaço urbano como o princípio norteador do planejamento e da gestão urbano-ambientais. Ainda segundo estes autores, o planejamento e a gestão urbano-ambientais podem ser entendidos como instrumentos que partem de uma premissa fundamental: a ótica de interseção entre as necessidades de um crescimento urbano aliado de forma inerente à conservação dos recursos naturais.

Diante da impossibilidade da eliminação da influência humana sobre a LRF, os diferentes atores e o poder público deveriam debater e estabelecer quais são as principais demandas urbano-ambientais que este ecossistema deveria atender. Uma vez caracterizada como uma lagoa urbana, a LRF não deve ser encarada sob uma ótica preservacionista, mas sob uma ótica social e urbano-ambiental. Obviamente que a legislação vigente sobre ambientes aquáticos deve ser observada para a tomada de decisões. Vários aspectos deveriam ser levados em consideração quanto ao futuro da LRF, dentre os quais destaco:

a) Condições sanitárias e ecológicas da água.

Existe um público fiel que pratica esportes em suas águas, uma colônia de pescadores que exerce suas atividades neste ambiente e um imenso contingente humano que utiliza as praias do Leblon e Ipanema cuja qualidade pode hoje ser afetada pela qualidade da água da LRF. Qualquer mudança deve ser planejada de maneira a melhorar as condições

sanitárias da LRF de maneira a melhor atender seus usuários.

b) Uso social. Vários setores da sociedade utilizam os arredores da LRF dentre os quais também se destacam: ciclistas, corredores, praticantes de caminhada e famílias que utilizam as margens da LRF como sua principal área de lazer. As condições ecológicas e sociais precisam ser adequadamente consideradas para que estas atividades continuem a existir.

c) Mau cheiro. Ambientes costeiros geralmente apresentam um cheiro desagradável em virtude da produção de gás sulfídrico devido ao processo de sulfato redução. Apesar de este ser um processo natural e comum, a elevada presença de oxigênio dissolvido na coluna d'água minimiza a produção e emissão deste gás. Considerando que a LRF é um dos principais pontos turísticos da Cidade do Rio de Janeiro, e que apresenta uma elevada população vivendo em seu entorno, este ponto deve ser levado em consideração de maneira que a produção de gás sulfídrico seja minimizada e não maximizada.

d) Oxigenação da água. Muitos eventos de mortandade de peixes foram reportados na LRF. Ambientes costeiros pouco eutrofizados podem eventualmente apresentar a ocorrência de uma mortandade de peixes, mas em ambientes eutrofizados estes fenômenos são mais frequentes. No século XXI foram reportados poucos eventos de mortandade de peixes. Independente da dinâmica natural do ambiente, qualquer proposta para a LRF deve priorizar mecanismos para manter elevados níveis de oxigênio na coluna d'água, de maneira a evitar ou minimizar as mortandades de peixes na LRF.

e) Aporte de esgotos. Como já foi mencionado anteriormente, o aporte de esgotos por ligações clandestinas, por fontes difusas, ou mesmo em situações eventuais de chuvas extremas devem ser eliminadas. A fiscalização deve ser intensa, de maneira que não ocorra mais nenhum aporte de esgotos nas águas da LRF.

AÇÕES SUGERIDAS

As principais ações sugeridas para o acompanhamento e avaliação do efeito dos impactos antrópicos e das mudanças climáticas sobre a LRF são:

a) manutenção do monitoramento semanal da qualidade sanitária e ecológica da água.

b) acompanhar anualmente a concentração de metais pesados e outros contaminantes nos diversos compartimentos da LRF.

c) identificar e eliminar as fontes de esgoto que chegam à LRF. Os responsáveis pelas emissões destes afluentes devem ser identificados e autuados.

d) maior controle da ocupação das florestas da Bacia de Drenagem da LRF. A Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro deve ser cobrada e apoiada a atuar firmemente quanto a este aspecto.

f) os órgãos públicos devem disponibilizar eletronicamente todos os dados existentes sobre a LRF. Isto irá aumentar o acesso de pesquisadores aos mesmos e conseqüentemente possibilitar várias interpretações sobre as condições sanitárias e ecológicas da LRF.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da importância social, econômica e ecológica da LRF para Cidade do Rio de Janeiro, esta continua a sofrer com a ocorrência de impactos antrópicos, especialmente com aporte de esgotos. Este aporte precisa ser completamente interrompido para que a LRF possa atingir um novo equilíbrio ecológico e que sua qualidade de água melhore. Além disso, existe a necessidade de uma intervenção direta que possibilite o aumento da troca de água entre a LRF e o mar. Como o sedimento da LRF apresenta grandes quantidades de nutrientes, possivelmente este ambiente continuará a apresentar uma condição eutrófica por muitos anos, mesmo após a interrupção total do aporte de esgotos. Diante deste cenário, a proposta do projeto dos “dutos afogados” se apresenta como uma boa alternativa, pois se projeta que ocorrerá o aumento da troca de água entre a LRF e o mar. Dentre vários aspectos que devem ser implementados é o controle sobre a ocupação de novas áreas e a recuperação de áreas desmatadas na bacia de drenagem da LRF. Além destas ações, o poder público precisa se adequar as mudanças climáticas que certamente irão afetar a LRF.

AGRADECIMENTOS: À CAPES, CNPq e FAPERJ pelo apoio para a realização do Simpósio em Ecologia - Lagoa Rodrigo de Freitas: passado, presente e futuro e a outros auxílios que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste artigo. Agradeço a EBX pelo patrocínio para publicação deste número especial e ao apoio da equipe

de *Oecologia Australis*. Também agradeço ao Dr. Humberto Marotta, MSc. Ana Lucia Santoro e ao MSc. Leandro Pontual pelos comentários que enriqueceram o conteúdo deste artigo.

REFERÊNCIAS

- BLENCKNER, T. 2005. A conceptual model of climate-related effects on lake ecosystems. *Hydrobiologia*, 533: 1-14.
- DOMINGOS, P.; GÔMARA, G.A.; SAMPAIO, G.F.; SOARES, M.F. & SOARES, F.F.L. 2012. Eventos de mortandade de peixes associados à florações fitoplanctônicas na Lagoa Rodrigo de Freitas: Programa de 10 anos de monitoramento. *Oecologia Australis*, 16(3): 441-466, <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1603.09>
- DUARTE, C.M.; CONLEY, D.J.; CARSTENSEN, J.; SÁNCHEZ-CAMACHO, M. 2009. Return to Neverland: shifting baselines affect eutrophication restoration targets. *Estuaries and Coasts*, 32:29-36.
- ENRICH-PRAST, A.; BENTO, L. F. J. & SANTORO. A.L. 2008. Influência das Mudanças Globais sobre as Lagoas da Cidade do Rio de Janeiro. Pp. 176-185. In: P.P. Gusmão, P. C. Serrano & S. Besserman Vianna (Orgs.). Rio próximos 100 anos: o aquecimento global e a cidade. RJ, Brasil: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro - Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos.
- GONZALEZ, A.M.; PARANHOS, R. & LUTTERBACH, M.S. 2006. Heterotrophic bacteria abundances in Rodrigo de Freitas Lagoon (Rio de Janeiro, Brazil). *Brazilian Journal of Microbiology*, 37: 428-433.
- IPCC. 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press. 1000p.
- LOUREIRO, D.; FERNANDEZ, M.; HERMS, F.; ARAÚJO, C. & LACERDA, L.D. 2012a. Distribuição dos metais pesados em sedimentos da Lagoa Rodrigo de Freitas. *Oecologia Australis*, 16(3): 353-364, <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1603.04>
- LOUREIRO, D.D.; ARAUJO, C.L.; MACHADO, W.T.V.; MAIA, T.; COSTA, B.G.B; GRIPP, E. & LACERDA, L.D. 2012b. Balanço do mercúrio numa lagoa costeira hipertrófica (Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro) *Oecologia Australis*, 16(3): 365-390, <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1603.05>
- MARENGO, J.A., JONES, R., ALVES, L.M. & VALVERDE, C. 2009. Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. *International Journal of Climatology*, 29(15): 2241-2255.

- MAROTTA, H.; DUARTE, C. M.; PINHO, L. & ENRICH-PRAST, A. 2010b. Rainfall leads to increased CO₂ in Brazilian coastal lakes. *Biogeosciences*, 7: 607- 614.
- MAROTTA, H.; DUARTE, C.M.; MEIRELLES-PEREIRA, F.; BENTO, L. & ENRICH-PRAST, A. 2010a. Long-Term CO₂ Variability in two shallow tropical lakes experiencing episodic eutrophication and acidification events. *Ecosystems* (New York. Print), 13: 382 - 392.
- MAROTTA, H.; SANTOS, R.O. & ENRICH-PRAST, A. 2008. Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambientais. *Ambiente e Sociedade* (Campinas), 11: 67-79.
- MENEZES, M.; BRANCO, S.; GUIMARÃES, R.R.; SOUSA, V.L.M.; ALVES-DE-SOUZA, C.; SILVA, W.J.; DOMINGOS, P. & GÔMARA, G.2012. Composição florística de cianobactérias e microalgas do canal do Piraquê, Lagoa Rodrigo de Freitas, sudeste do Brasil, *Oecologia Australis*, 16(3): 421-440, <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1603.08>
- MIGUEZ, M.G.; REZENDE, O.M. & VERÓL, A.P. 2012. Interações entre o rio dos macacos e a Lagoa Rodrigo de Freitas sob a ótica dos problemas de drenagem urbana e ações integradas de revitalização ambiental. *Oecologia Australis*, 16(3): 615-650, <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1603.16>
- MUEHE, D. & NEVES, C.F. 2008. Impactos possíveis da elevação do nível do mar e eventos climáticos extremos na cidade do Rio de Janeiro: vulnerabilidade física da orla. Pp. 59-77. In: P. P. Gusmão, P.S.Carmo & S. Vianna Besserman. (Orgs.). Rio próximos 100 anos: o aquecimento global e a cidade. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro - Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos.
- NETTO, A.L.C.; SOUZA, A.S. & D'Orsi, R. 2008. Vulnerabilidades da cidade face em face das mudanças climáticas - domínio do ecossistema da floresta atlântica de encostas. Pp.145-163. In: P. P. Gusmão, P. S. Carmo & S. Vianna Besserman. (Orgs.). Rio próximos 100 anos - O aquecimento global e a cidade. 1ªed. Rio de Janeiro: Imprinta Express Gráfica e Editora Ltda.
- RODRIGUES, A.E.M. 2012. Lagoa: história de uma ocupação desordenada. *Oecologia Australis*, 16(3): 339-352, <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1603.03>
- ROLAND, F.; HUSZAR, V.L.M.; FARJALLA, V.F.; ENRICH-PRAST, A.; AMADO, A.M. & OMETTO, J P. H. B. 2012. Climate change in Brazil: perspective on the biogeochemistry of inland waters. *Brazilian Journal of Biology*, 72 (3): 709-722.
- ROSMAN, P.C.C. 2012. Ligação Lagoa-mar, uma necessidade. *Oecologia Australis*, 16(3): 651-693, <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1603.17>
- SANTORO, A.L.; RICCI, R.M.P. & ENRICH-PRAST, A. 2012; Lagoa Rodrigo de Freitas: passado e presente. *Oecologia Australis*, 16(3): 334-338, <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1603.02>
- SOARES, M.F.; DOMINGOS, P.; SOARES, F.F.L. & TELLES, L.F.R. 10 anos de monitoramento da qualidade ambiental das águas da Lagoa Rodrigo de Freitas.2012; *Oecologia Australis*, 16(3): 581-614, <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1603.15>
- TRANVIK, L.J.; DOWNING, J.A.; COTNER, J.B.; LOISELLE, S.A.; STRIEGL, R.G.; BALLATORE, T.J.; DILLON, P.; FINLAY, K.; KNOLL, L.B.; KORTELAJINEN, P.L.; KUTSER, T.; LARSEN, S.; LAURION, I.; LEECH, D.M.; MCCALLISTER, S.L.; MCKNIGHT, D.M.; MELACK, J.M.; OVERHOLT, E.; PORTER, J.A.; PRAIRIE, Y.; RENWICK, W.H.; ROLAND, F.; SHERMAN, B.S.; SCHINDLER, D.W.; SOBEK, S.; TREMBLAY, A.; VANNI, M.J.; VERSCHOOR, A.M.; VON WACHENFELDT, E. & WEYHENMEYER, G.A. 2009. Lakes and impoundments as regulators of carbon cycling and climate. *Limnology and Oceanography*, 54(6): 2298-2314.
- VAN WEERELT, M.D.M.; SIGNORI, C. & ENRICH- PRAST, A. 2012. Balneabilidade da Lagoa Rodrigo de Freitas: variação temporal e espacial. *Oecologia Australis*, 16(3): 566-580, <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1603.14>
- VIEIRA, C.B.; MENDES, A.C.O.; OLIVEIRA, J.M.; GASPAR, A.M.C.; LEITE, J.P.G. & MIAGOSTOVICH, M.P. 2012. Vírus entéricos na Lagoa Rodrigo de Freitas. *Oecologia Australis*, 16(3): 540-565, <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1603.13>