

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 31/07/2021.



Universidade Estadual Paulista
Instituto de Biociências
Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia

Tese de Doutorado

**Impacto do deplecionamento artificial do nível
d'água de um reservatório tropical sobre a
comunidade de macroinvertebrados bentônicos**

Ana Maria Cirino Ruocco

Orientador: Prof. Dr. Marcos Gomes Nogueira

Botucatu – SP
2020

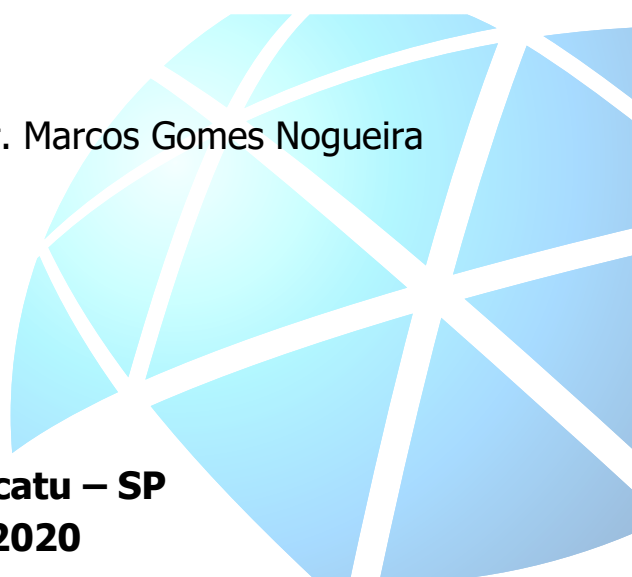
Impacto do deplecionamento artificial do nível d'água de um reservatório tropical sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos

Ana Maria Cirino Ruocco

Tese apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutora em Ciências Biológicas (Zoologia).

Orientador: Prof. Dr. Marcos Gomes Nogueira

**Botucatu – SP
2020**



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Ruocco, Ana Maria Cirino.

Impacto do deplecionamento artificial do nível d'água de um reservatório tropical sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos / Ana Maria Cirino Ruocco. - Botucatu, 2020

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Marcos Gomes Nogueira

Capes: 20500009

1. Reservatórios. 2. Macroinvertebrados bentônicos. 3. Taxonomia vegetal. 4. Biodiversidade.

Palavras-chave: deplecionamento artificial; diversidade funcional; diversidade taxonômica; macroinvertebrados bentônicos.

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Gomes Nogueira, por todos esses anos de parceria. Muito obrigada pelos ensinamentos, confiança e oportunidades concedidas. Sem dúvida você é meu maior exemplo profissional!

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

A todos os membros da empresa Limnética Consultoria em Recursos Hídricos, bem como à empresa CTG Brasil, pela cooperação na realização dos trabalhos de campo.

A Rosemary Davanso, por partilhar seus conhecimentos e por ceder seu material para confecção do Capítulo I.

A Professora Dra. Virgínia Sanches Uieda e ao Professor Dr. Raoul Henry, ambos do Departamento de Zoologia (UNESP – Botucatu), pelas valiosas correções e sugestões dadas no Exame de Qualificação. A contribuição de vocês foi fundamental para melhoria deste trabalho. Não poderia deixar de agradecê-los também pela participação em toda minha formação acadêmica, desde as aulas da graduação.

A Professora Virgínia, pelo auxílio com a identificação dos macroinvertebrados e conselhos dados, sempre dedicada à promoção do nosso crescimento.

Ao Professor Raoul, pelos conhecimentos transmitidos, dicas e convite para participação no trabalho de educação ambiental com as crianças de Angatuba – SP.

Aos membros da banca, por terem aceitado o convite. Tenho certeza que as discussões serão extremamente construtivas.

A todos os servidores do departamento de Zoologia da Unesp, Campus de Botucatu, pela disponibilidade em ajudar sempre que necessário. Às funcionárias da limpeza, muito obrigada por tornarem nosso espaço de trabalho um local mais agradável.

Ao Instituto de Biociências da UNESP de Botucatu, pela estrutura, bem como ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) e aos funcionários da Seção de Pós-Graduação, pela atenção e auxílio desde o mestrado.

A todos os amigos do laboratório de Ecologia de Águas Continentais (velha guarda e atuais), muito obrigada pela agradável convivência, ensinamentos, apoio, paciência e amizade. Somos uma família!

Em especial, muito obrigada Paula pela ajuda com os scripts e discussões sobre o capítulo de diversidade funcional; e muito obrigada Danilo, pela confecção dos mapas.

A todos amigos feitos durante esses anos vividos em Botucatu: amigos da graduação, de república, da cidade, da pós-graduação, obrigada pelas experiências compartilhadas, por todo suporte, parceria e momentos de descontração. Sem vocês, eu nada seria!

Aos novos colegas de trabalho da EMBRAPA Meio Ambiente, pela receptividade e compreensão nesta reta final do doutorado.

À minha família, que entendeu minha ausência em tantos momentos ao longo de toda essa jornada.

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente, gratidão!

Sumário

Apresentação da tese	1
Introdução Geral	2
Objetivos específicos e hipóteses	9
Referências bibliográficas	10
Capítulo I	14
Capítulo II	43
Considerações finais	73

Apresentação da tese

O objetivo geral deste trabalho foi investigar os efeitos do deplecionamento artificial do nível d'água, empregado em um reservatório tropical para fins de controle do crescimento excessivo de plantas aquáticas, sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos.

Primeiramente, apresentamos uma introdução geral abordando a problemática da proliferação de macrófitas aquáticas em reservatórios e as técnicas existentes para o controle e manejo dessas plantas, destacando o procedimento de deplecionamento artificial do nível d'água, foco desta pesquisa. Além disso, fizemos uma breve revisão dos estudos de caso realizados no reservatório de Salto Grande (rio Paranapanema-SP/PR), selecionado como área deste estudo, onde o deplecionamento artificial é utilizado.

Na sequência, elencamos nossos objetivos gerais e específicos, bem como nossas hipóteses. Dois capítulos foram elaborados, os quais foram redigidos em inglês sob formato de artigo científico. O primeiro deles trata da distribuição espacial e temporal dos macroinvertebrados bentônicos em diferentes fases do processo de deplecionamento. O segundo avalia a variação da estrutura e do papel funcional da comunidade de macroinvertebrados bentônicos da região litorânea nos períodos pré e pós-deplecionamento do nível d'água.

As considerações finais foram fundamentadas nos resultados encontrados em ambos os capítulos. Nossas conclusões fornecem importantes informações ecológicas sobre a estrutura e funcionamento da comunidade de macroinvertebrados bentônicos frente ao deplecionamento do nível d'água em reservatórios tropicais do tipo fio d'água. Contribuímos, assim, para o melhor conhecimento dos efeitos dessa técnica sobre esses organismos e esperamos que as informações sirvam de subsídio para tomada de decisão em processos de gestão.

Introdução Geral

1) Métodos de controle e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios

A construção de reservatórios implica no surgimento de ecossistemas que possuem características intermediárias entre ambientes lóticos e lênticos. Tais empreendimentos promovem consideráveis alterações no regime dos rios e, conseqüentemente, na estrutura física, química e biológica do meio aquático (e.g. Tundisi et al., 1999; 2018; Rosemberg, et al., 2000; Poff and Zimmerman, 2010; Nogueira et al., 2012; Simões et al., 2015; Santos et al., 2018). Estudos apontam para uma redução na biodiversidade (Vörösmarty et al., 2010; Winemiller et al., 2016; Ruocco et al., 2018) e atrelam estas modificações a perdas econômicas (Tundisi et al., 2014), como as relacionadas à proliferação de cianobactérias (Azevedo, 1998; Sanches et al., 2012) e macrófitas aquáticas (Pompêo, 2008, 2017).

No caso das macrófitas aquáticas, seu desenvolvimento é favorecido pela atenuação da velocidade da água e pelo aumento do tempo de residência decorrentes do represamento (Bianchini Jr. and Cunha-Santino, 2014). Embora essas plantas sejam fundamentais para o metabolismo dos ecossistemas, participando da ciclagem de nutrientes, fluxo de energia, dinâmica dos sedimentos e fornecendo habitats, recursos e refúgios para diversos organismos (Pompêo, 2017), podem ser consideradas como “daninhas” quando seu crescimento acentuado causa problemas para os usos múltiplos do reservatório (Thomaz, 2002; Pompêo, 2008). As macrófitas podem obstruir as grades de tomadas d’água para turbinas geradoras de energia elétrica, o que ocasiona prejuízos à geração de eletricidade; podem comprometer as atividades de navegação, a pesca, os esportes náuticos e também podem afetar a saúde pública, uma vez que constituem habitats propícios para procriação de insetos vetores de doenças humanas (Thomaz and Bini, 2003; Esteves, 2011).

Dessa forma, programas de monitoramento e ações de manejo das macrófitas aquáticas são essenciais para compreensão do problema e controle do crescimento excessivo de suas populações em reservatórios. Objetiva-se que os métodos utilizados sejam capazes de solucionar os prejuízos decorrentes das grandes infestações e causem o

mínimo impacto aos usos múltiplos do sistema, à qualidade da água e à biota, sendo sustentáveis a longo prazo (Pompêo, 2017). No entanto, no Brasil destaca-se a ausência de uma legislação específica envolvendo o monitoramento e controle de plantas aquáticas em sistemas abertos (rios e reservatórios) (Pompêo, 2008), sendo “autorizado o uso de produtos ou agentes de processos químicos, biológicos ou físicos para o controle do crescimento da fauna e flora em corpos hídricos superficiais” (Resolução CONAMA 467, 2015).

Cada um dos distintos procedimentos de controle (químico, biológico ou físico direto e indireto) apresenta vantagens e desvantagens, com maior ou menor eficiência de acordo com a espécie que se pretende controlar (Pompêo, 2017). Todavia, cabe ressaltar que na maioria das vezes os métodos de manejo atualmente aplicados são estudados e avaliados em sistemas fechados, em escala experimental (Marcondes et al., 2003; Berti, 2013), sendo desconhecida sua eficiência e os reais impactos causados nos ecossistemas.

O controle químico, realizado através do uso de agrotóxicos, é comprovadamente eficiente, apresentando resultados rápidos, com baixo investimento (Mello, 2008), porém foi considerado como sendo o método que causa maior impacto ambiental, quando comparado aos demais (Berti, 2013). Isto se deve ao fato de os compostos químicos aplicados atuarem não somente sobre a planta alvo, mas também nos demais organismos presentes no hábitat, afetando níveis tróficos superiores das cadeias alimentares (Pompêo, 2017). Ainda, os herbicidas permanecem na água, podendo agir por muito tempo e longe do local de aplicação (Negrisoli et al., 2003; Pompêo, 2017). O controle biológico, em contrapartida, é considerado o menos impactante (Berti, 2013). Apesar disso, esse método apresenta elevado custo, longo tempo de investimento para obtenção de resultados e representa um risco na introdução de espécies exóticas (Cuda, 2014), exigindo um controle rigoroso da nova espécie introduzida no meio (Berti, 2013).

Com relação aos métodos físicos, alguns são aplicados diretamente sobre a planta, sendo considerados diretos, enquanto que outros são aplicados de forma indireta (Pompêo, 2017). São exemplos de aplicação direta o uso de tesouras, ganchos, lâminas cortantes e deslizantes, dragagem e ceifadeiras. Entre os vários mecanismos que podem ser aplicados, o método físico direto costuma ser o primeiro a ser considerado. As desvantagens desse procedimento relacionam-se principalmente à dispersão de partes cortadas das plantas que funcionarão como inóculos para novas colonizações, além de

promoverem alterações nas condições limnológicas da água, como aumento na concentração de nutrientes e redução do oxigênio (Pompêo, 2017). Além do mais, a remoção mecânica pode trazer prejuízos à fauna local (Bellaud, 2014). Importante de se destacar, é que planos de manejo com implementação de controle físico direto também devem incluir os devidos destinos para a biomassa removida e estabelecer as áreas para descarte ou uso desse material (Pompêo, 2017).

Quanto aos métodos indiretos, podemos citar a aplicação de chama, tingimento da coluna d'água, uso de telas para cobertura do sedimento e alterações no nível de água. O uso da chama apresenta elevada especificidade no controle de plantas emersas, já que se faz necessário o contato do equipamento com as folhas ou planta aquática. Sua desvantagem refere-se ao preço dos combustíveis utilizados (Marchi et al., 2005; Berti, 2013). Já o tingimento da água pode prejudicar não só o desenvolvimento das macrófitas infestantes, como o de outras comunidades aquáticas. Da mesma maneira, o uso de telas sobre o sedimento pode impedir o crescimento de macrófitas enraizadas, mas também reduzir a área habitável para organismos bentônicos ou para aqueles que utilizam o sedimento para desova (Pompêo, 2008). Perigos a barqueiros e nadadores também devem ser destacados (Pompêo, 2008). Além disso, em ambientes rasos, com zona eufótica completa, as macrófitas também podem colonizar a porção superior à tela (Pompêo, 2008; Berti, 2013).

As alterações do nível d'água, por sua vez, consistem em modificar a altura da lâmina d'água, permitindo tanto aumento como diminuição do nível do reservatório (Pompêo, 2008; Berti, 2013; Pompêo, 2017). A “Operação Rock”, realizada pela Companhia Hidroelétrica do São Francisco no sistema Moxotó - Paulo Afonso (BA) em meados da década de 90, é um exemplo de manejo que promoveu aumento do nível e consequente aumento de vazão no reservatório. A fim de resolver o problema de infestação de *Egeria densa* que ficava retida nas grades de proteção da entrada de água das turbinas, foi decidido acumular água no reservatório e, em dada cota, as comportas foram abertas permitindo a saída de um grande volume de água a jusante. Com o aumento da vazão de saída foi eliminada considerável biomassa da macrófita.

No entanto, em poucos meses após esta operação registrou-se reinfestação de *E. densa* no reservatório (Pompêo, 2008), sugerindo ineficiência da ação. Tal procedimento também pode ser desvantajoso se considerarmos o contexto de instalação de reservatórios

em cascata e transferência de efeito, visto que as plantas liberadas à jusante se tornarão um problema para os próximos reservatórios do sistema.

Ao contrário do que foi registrado no sistema Moxotó - Paulo Afonso, a técnica de diminuição do nível d'água, chamada de deplecionamento ou rebaixamento artificial, tem sido empregada com êxito há cerca de 14 anos no reservatório de Salto Grande (rio Paranapanema - SP/PR) para controlar o crescimento excessivo da macrófita submersa *Egeria* spp. Segundo avaliação da empresa concessionária, além de eficaz, o deplecionamento artificial realizado em um curto período de tempo apresenta uma boa relação de custo-benefício (AMCR, comunicação pessoal). Durante o procedimento, a diminuição do nível d'água promove a exposição da região litorânea, prejudicando, assim, as espécies que possuem biótipo submerso, já que ficam susceptíveis ao dessecação e consequente morte (Thomaz et al., 2006; Pierini et al., 2006). Reduções drásticas de biomassa de planta foram observadas em curtos períodos de seca severa natural (Thomaz et al., 2006), além de diagnosticada uma baixa resiliência de seus propágulos diante da exposição ao ambiente seco (Pierini et al., 2006).

Porém, este método ainda é considerado potencial comprometedor dos usos múltiplos do sistema, visto a redução temporária do volume útil do reservatório (Pompêo, 2017). Estudos realizados com objetivo de avaliar os impactos da variação do nível d'água em reservatórios no médio e longo prazo (i.e. sazonalmente) têm mostrado importantes alterações nas condições limnológicas (Brandimarte et al., 2008; Naliato et al., 2009; Valdespino-Castillo et al., 2014) e na dinâmica da biota, interferindo em todos os níveis tróficos do ecossistema (Nogueira, 2001; Nadai and Henry, 2009; Shimabukuro and Henry, 2011; Santos et al., 2013; Valeriano-Riveros et al., 2014; Zerlin and Henry, 2014). Contudo, os efeitos do deplecionamento artificial do nível d'água de curto prazo sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas de reservatórios tropicais devem ser melhor entendidos.

2) O deplecionamento artificial do nível d'água no reservatório de Salto Grande, rio Paranapanema SP/PR

O reservatório de Salto Grande (22°57'26,80" S – 49°57'09,12" O), objeto do nosso estudo, localiza-se no final da porção alta e início da porção média da bacia do rio Paranapanema (SP/PR), sendo o quinto da cascata de 11 reservatórios instalados nesse rio. Com uma área de 12 km², volume de 44,2 hm³ e vazão média de 395 m³ s⁻¹, opera a fio d'água com tempo de residência em torno de 1,5 dias (Nogueira et al., 2012). Classificado como meso-eutrófico de acordo com o índice de estado trófico, modelo original de Carlson (1977) (Pomari, et al., 2018), o reservatório recebe um aporte significativo de sedimentos e nutrientes provenientes do rio Pardo, seu principal tributário (Nogueira et al., 2012). Na mesma margem (direita), o rio Novo desemboca próximo à zona da barragem. Além dos tributários, o reservatório possui uma pequena baía e duas lagoas laterais conectadas ao seu corpo central, constituindo assim, um sistema de alta complexidade espacial.

Inaugurado no ano de 1958, Salto Grande está sujeito ao processo natural de “envelhecimento”, acumulando os efeitos finais das ações que ocorrem em sua bacia hidrográfica. Podemos citar como exemplos o uso intensivo do solo no entorno, que causa erosão e escoamento de sedimentos, e o despejo de esgotos domésticos, que somado às atividades agrícolas, acarreta um incremento nutricional (Nogueira et al., 2012). Tais condições potencializam o crescimento da vegetação aquática, com consequente comprometimento dos usos múltiplos do reservatório. No caso, a espécie submersa *Egeria* spp. é particularmente favorecida e requer atenção. A presença de grandes populações dessa planta reduz o fluxo de água nas lagoas laterais, diminui a concentração de oxigênio dissolvido nos períodos noturnos, acumula resíduos sólidos, além de gerar dificuldades de acesso à pescadores, banhistas e embarcações na região (AMCR, Comunicação pessoal).

A alternativa encontrada por gestores para o manejo e controle do crescimento excessivo de *Egeria* spp e, secundariamente, de *Urochloa* spp. no reservatório de Salto Grande foi a implementação da técnica de deplecionamento artificial do nível de água. O procedimento foi realizado pela primeira vez em 2004 em caráter experimental e, diante do sucesso obtido em termos de redução de biomassa e da área infestada por essas plantas,

passou a ser repetido anualmente a partir de 2011, sempre na época de estiagem (principalmente no inverno), quando as populações apresentam menor densidade devido à senescência das formas adultas.

Estabelecida a data para realização do procedimento, a diminuição artificial do nível d'água se inicia com uma redução abrupta da cota operacional do reservatório, que é rebaixada cerca de 2,50 metros num intervalo de 24 horas. Essa condição de águas baixas é mantida durante aproximadamente 15 dias consecutivos com objetivo de expor as macrófitas presentes na região litorânea à desidratação e consequente morte. Após esse período de tempo, recomenda-se que o material vegetal seja removido e o volume de água pode então ser reestabelecido. O reestabelecimento da cota operacional dura 24 horas, quando o processo se encerra.

Estudos realizados nas lagoas marginais conectadas ao reservatório de Salto Grande revelam consideráveis variações nas condições limnológicas quando comparados os períodos que antecedem o deplecionamento, durante o procedimento e após o reenchimento do reservatório (Vianna, 2008; Debastiani-Júnior and Nogueira, 2015; Portinho and Nogueira, 2017). Sugere-se que as mudanças na qualidade da água sejam ainda mais acentuadas nas lagoas marginais, devido à elevada biomassa de plantas submersas e à menor profundidade registrada nesses ambientes (AMCR, comunicação pessoal). Dentre as alterações detectadas, podemos citar uma acentuada diminuição na concentração de oxigênio e pH, e um incremento de temperatura, condutividade elétrica, clorofila, fósforo total e amônia no período de águas baixas, ou seja, durante o procedimento (Debastiani-Júnior and Nogueira, 2015).

Com relação à resposta das assembleias zooplancônicas das lagoas frente ao manejo do nível d'água, notou-se uma diminuição da riqueza e diversidade de espécies durante o processo, sendo que imediatamente no início do deplecionamento registrou-se um aumento temporário da abundância/dominância de espécies oportunistas (i.e. bosminídeos) (Debastiani-Júnior and Nogueira, 2015). Entretanto, poucas semanas após o reenchimento do reservatório, observou-se um enriquecimento na comunidade, que apresentou, inclusive, o ingresso de espécies não-planctônicas (Debastiani-Júnior and Nogueira, 2015). Isso provavelmente devido à eclosão de ovos que se encontravam dormentes no sedimento (Portinho and Nogueira, 2017). Assim, de maneira geral, a diminuição do nível d'água parece não afetar negativamente o zooplâncton.

Basicamente o mesmo padrão descrito anteriormente foi observado para a ictiofauna das lagoas marginais. Com exceção de alguns registros esporádicos, não se detectou mortalidade de peixes e, após uma redução inicial da riqueza, houve o retorno dos valores determinados previamente ao deplecionamento (Vianna, 2008). Alguns dados descrevem eventuais aumentos da riqueza de peixes no corpo do reservatório durante o processo de deplecionamento, os quais podem estar associados a um efeito de concentração da fauna devido ao menor volume de água, e/ou ao deslocamento dos peixes que habitavam os ambientes laterais para o centro do reservatório (AMCR, comunicação pessoal).

Para a comunidade de macroinvertebrados associados às macrófitas aquáticas das lagoas marginais, foi observado um incremento na riqueza, diversidade e equitabilidade da fauna fitófila após o procedimento de deplecionamento, com destaque para redução na densidade de espécies dominantes, corroborando, assim, com a Hipótese de Distúrbio Intermediário (Marçal, 2014). Aqui, a perturbação decorrente do deplecionamento artificial pareceu resgatar a variabilidade ambiental (atenuada pelas condições de represamento), refletindo na ocorrência e organização dos organismos (Marçal, 2014). Por outro lado, a análise da fauna de macroinvertebrados bentônicos dessas lagoas mostrou que apesar de existir um aumento no número de táxons encontrados no pós-deplecionamento, esse valor ainda é menor do que os detectados no período que antecedeu a ação de manejo (Lage, 2008).

Sabendo-se que a estabilidade relativa das comunidades é determinada pela resistência e resiliência dos organismos frente a perturbações e que o sedimento integra informações do ambiente aquático, podendo acumular os efeitos das perturbações de nível d'água, o objetivo geral deste trabalho foi investigar os impactos do deplecionamento artificial do nível d'água sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos nos diferentes compartimentos de um reservatório tropical.

Objetivos específicos e hipóteses

Capítulo I: “Artificial water level drawdown: a strategy for aquatic macrophytes control that does not affect the benthic macroinvertebrates community structure”

- **Objetivo:** Avaliar a distribuição espacial e temporal da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em relação ao deplecionamento artificial do nível d’água de um reservatório tropical.
- **Hipótese:** Haverá uma redução nos valores dos atributos ecológicos da comunidade de macroinvertebrados bentônicos frente ao processo de deplecionamento do nível d’água, com dominância dos táxons considerados tolerantes na fase pós-deplecionamento. Além disso, os impactos serão distintos de acordo com os compartimentos do reservatório avaliados.

Capítulo II: “Immediate functional response of littoral benthic macroinvertebrates community to the artificial drawdown employed in a tropical reservoir for macrophytes control”

- **Objetivo:** Avaliar a variação da estrutura e o papel funcional da comunidade de macroinvertebrados bentônicos da região litorânea do reservatório exposta ao deplecionamento artificial do nível d’água de curto prazo em um reservatório tropical.
- **Hipótese:** Ocorrerá alteração na estrutura e no papel funcional da comunidade, com redução nos valores dos índices de diversidade taxonômica e funcional na fase pós-deplecionamento, decorrentes da redução de táxons sensíveis.

Referências Bibliográficas

- Azevedo, S.M.F.O. (1998) Toxinas de cianobactérias: causas e consequências para a saúde pública. *Medicina On line*, 1(3): 1-19.
- Bellaud, M.D. (2014) Cultural and Physical Control of Aquatic Weeds. In: Gettys, L.A.; Haller, W.T.; Petty, D.G. (Orgs.). *Biology and Control of Aquatic Plants. A Best Management Practices Handbook*. AERF, 37-42.
- Berti, K.A.D.F. (2013) *Avaliação dos Impactos Ambientais devido ao uso de Mecanismos de Controle de Macrófitas em Reservatórios*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Itajubá, MG.
- Bianchini Jr., I. and Cunha-Santino, M.B. (2014) Dynamics of colonization and the collapse of a macrophyte community during the formation of a tropical reservoir. *Fundamental and Applied Limnology/Archiv für Hydrobiologie*, 184(2), 141-150(10).
- Brandimarte, A.L.; Anaya, M.; Shimizu, G.; Meirelles, S.T. and Caneppele, D. (2008) Impact of damming the Mogi-Guaçu River (São Paulo State, Brazil) on reservoir limnological variables. *Lakes and Reservoir: Research and Management*, 13: 23-35.
- Carlson, R.E. (1977) A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 22(2): 361–369.
- Cuda, J.P. (2014) Introduction to Biological Control of Aquatic Weeds. In: Gettys, L.A.; Haller, W.T.; Petty, D.G. (Orgs.). *Biology and Control of Aquatic Plants. A Best Management Practices Handbook*. AERF, 51-58.
- Debastiani-Júnior, J.R. and Nogueira, M.G. (2015) How water level management affects cladoceran assemblages in lakes lateral to a reservoir. *Marine and Freshwater Research*, 67: 1853–1861.
- Esteves, F.A. (2011) *Fundamentos de Limnologia*. 3.ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 790 p.
- Lage, F. (2008) Efeitos da depleção operacional no reservatório de Salto Grande (rio Paranapanema, SP-PR) sobre macroinvertebrados bentônicos. Dissertação de mestrado. UNESP, SP.
- Marchi, S.R; Velini, E.D.; Negrisoli, E. and Corrêa, M.R. (2005) Utilização de chama para controle de plantas daninhas emersas em ambiente aquático. *Planta daninha*, 23(2): 311-319.
- Marcondes, D.A.S.; Mustafá, A.L. and Tanaka, R.H. (2003) Estudos para manejo integrado de plantas aquáticas no reservatório de Jupia. In: Thomaz, S.M. and Bini, L.M. (Eds.) *Ecologia e manejo de Macrófitas Aquáticas*. Maringá: EDUEM, 299-317.
- Marçal, S. F. (2014) *Efeito de alterações do nível da água do reservatório Salto Grande, usadas para o controle de macrófitas, na estrutura e estabilidade da fauna de*

invertebrados fitófilos em uma lagoa marginal ao Rio Paranapanema. Tese de doutorado. UNESP, SP.

- Mello, M.A.M.M; Franco, D.A.S and Matallo, M.B. (2008) Controle de macrófitas aquáticas. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/artigos_ok.php?id_artigo=72>. Acesso em: 15 de junho de 2012.
- Nadai, R. and Henry, R. (2009) Temporary fragmentation of a marginal lake and its effects on zooplankton community structure and organization. *Brazilian Journal of Biology*, 69: 819-835.
- Naliato, D.A.O; Nogueira, M.G. and Perbiche-Neves, G. (2009) Discharge pulses of hydroelectric dams and their effects in the downstream limnological conditions: a case study in a large tropical river (SE Brazil). *Lakes and Reservoirs: Research and Management*, 14: 301-314.
- Negrisola, E.; Tofoli, G.R.; Velini, E.D.; Martins, D. and Cavenaghi, A.L. (2003) Uso de diferentes herbicidas no controle de *Myriophyllum aquaticum*. *Planta Daninha*, 21: 89-92.
- Nogueira, M.G. (2001) Zooplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia*, 455: 1-18.
- Nogueira, M.G.; Perbiche-Neves, G. and Naliato, D.A.O. (2012) Limnology of two contrasting hydroelectric reservoirs (Storage and Run-of-River) in southeast Brazil. In: Samadi-Boroujeni, H. (ed.) *Hydropower-Practice and Application*. Croatia: Tech, 185-200.
- Pierini, S. A.; Sgorlon, D. and Thomaz, S. M. (2006). Efeitos da exposição ao ambiente seco sobre o crescimento e regeneração de *Egeria najas* Planchon (Hydrocharitaceae). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 28(1): 31-34.
- Poff, N.L. and Zimmerman, J.K.H. (2010) Ecological responses to altered flow regimes: a literature review to inform the science and management of environmental flows. *Freshwater Biology*, 55: 194–205.
- Pomari, J.; Kane, D.D. and Nogueira, M.G. (2018) Application of multiple-use indices to assess reservoirs water quality and the use of plankton community data for biomonitoring purposes. *Int. J. Hydro*, 2(2):168-179.
- Pompêo, M. (2008) Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas. *Oecol. Bras.*, 12 (3): 406-424.
- Pompêo, M. (2017) *Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais brasileiros*. São Paulo: Instituto de Biociências da USP. 138 p.
- Portinho, J.L. and Nogueira, M.G. (2017) Does artificial drawdown affect zooplankton structure in shallow lakes? A short-term study in a tropical reservoir. *Hydrobiologia*, 797(1): 303-318.

Resolução CONAMA 467. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=712>. Acesso em: 20 de setembro de 2018.

- Rosenberg, D.M.; Mccully P. and Pringle C.M. (2000) Global-scale environmental effects of hydrological alterations: introduction. *BioScience*, 50: 746–751.
- Ruocco, A.M.C; Portinho, J.L.; Nogueira, M.G. (2019) Potential impact of small hydroelectric power plants on river biota: a case study on macroinvertebrates associated to basaltic knickzones. *Brazilian Journal of Biology*, 79(4): 722-734.
- Sanches, S.M.; Prado, E.L.; Ferreira, I.M.; Braga, H.F. and Vieira, E.M. (2012) Presença da toxina microcistina em água, impactos na saúde pública e medidas de controle. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, 33(2): 181-187.
- Santos, A.B.I.; Albieri, R.J. and Araújo, F.G. (2013) Seasonal response of fish assemblages to habitat fragmentation caused by an impoundment in a Neotropical river. *Environmental Biology of Fishes*, 96: 1377-1397.
- Santos, N.C.L.; García-Berthou, E.; Dias, J.D.; Lopes, T.M.; Paiva Affonso, I., Severi, W. and Agostinho, A.A. (2018) Cumulative ecological effects of a Neotropical reservoir cascade across multiple assemblages. *Hydrobiologia*, 819(4):77–91.
- Simões, N.R.; Nunes, A. H.; Dias, J. D.; Lansac-Tôha, F.A.; Machado-Velho L.F. and Bonecker, C.C. (2015) Impact of reservoirs on zooplankton diversity and implications for the conservation of natural aquatic environments. *Hydrobiologia*, 758: 3–17.
- Shimabukuro, E.M. and Henry, R. (2011) Controlling factors of benthic macroinvertebrates distribution in a small tropical pond, lateral to the Paranapanema River (São Paulo, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 26: 154-163.
- Thomaz, S.M. (2002) Ecological factors associated to aquatic macrophytes colonization and growth and management challenges. *Planta Daninha*, 20: 21–33.
- Thomaz, S.M. and Bini, L.M. (2003) *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: EDUEM, 341 p.
- Thomaz, S. M.; Pagioro, T. A.; Bini, L. M. and Murphy, K. J. (2006). Effect of reservoir drawdown on biomass of three species of aquatic macrophytes in a large subtropical reservoir (Itaipu, Brazil). *Hydrobiologia*, 570(1): 53-59.
- Tundisi, J.G.; Matsumura-Tundisi, T. and Rocha, O. (1999) Theoretical basis for reservoir management. In: Tundisi, J.G. and Straskraba, M. (eds) *Theoretical Reservoir Ecology and Its Applications*. São Carlos: International Institute of Ecology, 505-528.
- Tundisi, J.G.; Goldemberg, J.; Matsumura-Tundisi, T. and Saraiva, A.F.C. (2014) How many more dams in the Amazon? *Energy Policy*, 74: 703-708.
- Tundisi, J.G. (2018) Reservoirs: New challenges for ecosystem studies and environmental management. *Water Security*, 4-5: 1-7.

- Valdespino-Castilho, P.M.; Merino-Ibarra, M.; Jiménez-Contreras, J.; Castillo-Sandoval, F.S. and Ramírez-Zierold, J.A. (2014) Community metabolism in a deep (stratified) tropical reservoir during a period of high water-level fluctuations. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186: 6505-6520.
- Valeriano-Riveros, M.E.; Vilaclara, G.; Castillo-Sandoval, F.S. and Merino-Ibarra, M. (2014) Phytoplankton composition changes during water level fluctuations in a high-altitude, tropical reservoir. *Inland waters*, 4: 337-348.
- Vianna, N.C. (2008) *Deplecionamento induzido do Reservatório de Salto Grande (Rio Paranapanema, SP/PR): influência sobre a ictiofauna de lagoas marginais*. Tese de doutorado. UNESP, SP.
- Vörösmarty, C.J.; McIntyre, P.B.; Gessner, M.O.; Dudgeon, D.; Prusevich, A.; Green, P.; Glidden, S.; Bunn, S.E.; Sullivan, C.A. and Liermann, C.R. (2010) Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, 30: 555–561.
- Zerlin, R.A. and Henry, R. (2014) Does water level affect benthic macro-invertebrates of a marginal lake in a tropical river-reservoir transition zone? *Brazilian Journal of Biology*, 74: 408-19.
- Winemiller, K.O.; McIntyre, P.B.; Castello, L.; Fluet-Chouinard, E.; Giarrizzo, T.; Nam, S.; Baird, I.G.; Darwall, W.; ... and Sáenz, L. (2016) Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. Basin-scale planning is needed to minimize impacts in mega-diverse rivers. *Science*, 351: 128–129.