

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/324705683>

CONECTANDO PEIXES, RIOS E PESSOAS: A IMPORTÂNCIA DE RIOS LIVRES E VÁRZEAS CONSERVADAS II SEMINÁRIO CONECTANDO PEIXES RIOS E PESSOAS "A importância de rios livres e várzeas conserva...

Book · April 2018

CITATIONS

0

READS

182

1 author:



[Welber Senteio Smith](#)

Universidade Paulista

107 PUBLICATIONS 482 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



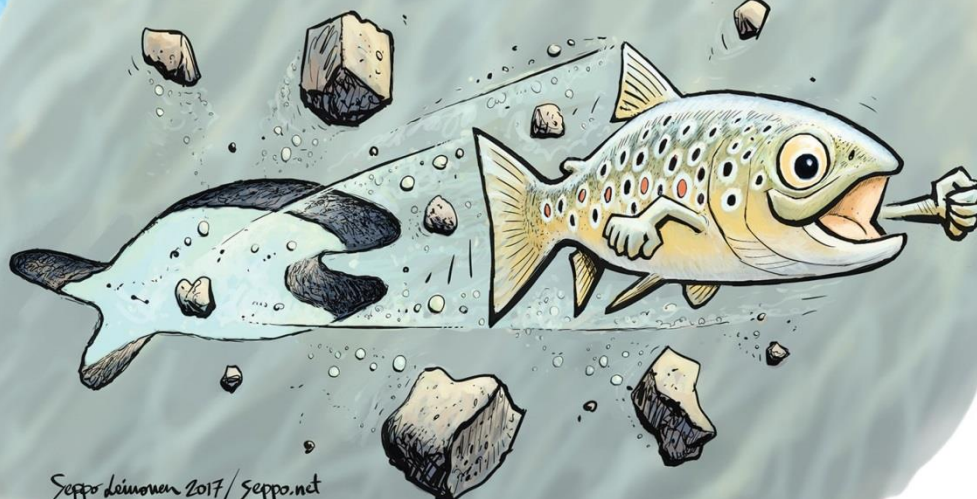
Fuzzy image processing [View project](#)



A comunidade de peixes da bacia do rio Sorocaba São Paulo, Brasil com ênfase na represa de Itupararanga, lagos marginais e riachos [View project](#)

II SEMINÁRIO
CONECTANDO PEIXES, RIOS E PESSOAS
A importância de rios livres e várzeas conservadas

19 e 20 de abril – 2018 Sorocaba - SP



Seppo Leimonen 2017 / seppo.net

UNIP
UNIVERSIDADE PAULISTA

Laboratório de Ecologia
Estrutural e Funcional de
Ecossistemas

 **WORLD FISH
MIGRATION DAY**

<https://conectando-peixes-rios-e-pessoas.webnode.com>

<https://www.worldfishmigrationday.com>

II SEMINÁRIO CONECTANDO PEIXES RIOS E PESSOAS

“A importância de rios livres e várzeas conservadas”

Realização



Curso de Ciências Biológicas
Campus Sorocaba

Laboratório de Ecologia
Estrutural e Funcional de
Ecossistemas

Apoio



2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Smith, Welber Senteio, coord.

Conectando Peixes, Rios e Pessoas: a importância de rios livres e
várzeas conservadas / Organizador: Welber Senteio Smith -
Sorocaba, SP: Universidade Paulista, 2018.

138 p.

ISBN 978-85-68328-04-0

1. Rio. 2. Peixe. 3. Várzeas

FICHA TÉCNICA

COORDENAÇÃO GERAL: Prof. Dr. Welber Senteio Smith

REALIZAÇÃO: Curso de Ciências Biológicas, Campus Sorocaba, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional de Ecossistemas, Universidade Paulista

EDITOR RESPONSÁVEL: Prof. Dr. Welber Senteio Smith

COMISSÃO CIENTÍFICA: Prof. Dr. Welber Senteio Smith, Prof. Dr. Giuliano Grici Zacarin, Profa. Dra. Ednilse Leme, Profa. Dra. Regina Yuri Hashimoto Miura, Prof. Dr. Caio Fabricio Cezar Geroto, Prof. Dr. Sandro Rostelato Ferreira, Prof. Dr. Fernando Toshio Ogata, Prof. Dr. Ricardo Hideo Taniwaki.

COMISSÃO ORGANIZADORA:

Coordenador: Prof. Dr. Welber Senteio Smith. **Setor de Eventos:** Andressa Nickel. **Comunicação e divulgação:** Marta Severino Stefani, Matheus Souza Costa e Ariane Almeida Vaz. **Infraestrutura:** Ariane Almeida Vaz, Alyssa Americano Santos, Aynee Célia Fontolan Gaseo, Cíntia Micaele, Cristian Wesley de Souza Oliveira, Cristiane Albino, Daniela dos Santos Meira, Gabriela Karine de Almeida Ramos, Isabelli dos Santos Maldonado, Isadora Ribeiro Pinto, Janaina Dutil Martins, João Gabriel Ferreira Ayres Ribas, Jonas de Moraes Neto, Julia Fernanda de Camargo, Kaio Gomes de Oliveira, Kamila Antunes do Nascimento, Larissa Santos Neves, Leonardo de Freitas Paula, Luana Carolina dos Santos, Lucas Nunes Araujo Teixeira, Lucas Pegorin da Silva Souza, Maiara Aparecida Bueno da Conceição, Marcelo Augusto Saragossa, Marcos Vinicius Nogueira Wolf, Mariana Rodrigues de Camargo, Marta Severino Stefani, Matheus Costa Sousa, Matheus Filipe Oliveira Santos de Lara, Milena Arisa Nishioka, Mirian Pedroso de Camargo, Rafaela Boggiani, Renan Henrique Bernardo, Thaís de Agrella Janolla, Thayna Fernanda de Souza Proença, Welisson Santos Xavier, William Wallace da Silva.

APRESENTAÇÃO

No dia 21 de abril, comemora-se o Dia Mundial da Migração de Peixes, por meio de um evento chamado ‘Conectando rios, peixes e pessoas’*. Pela terceira vez (2014, 2016 e 2018), Sorocaba, por intermédio da UNIP, participa desse acontecimento, que é uma iniciativa global de um dia, com eventos locais em todo o mundo, para despertar a atenção e a consciência sobre a importância de rios sem represamentos, dos peixes migratórios e suas necessidades.

Em 2014, ocorreu a primeira edição do Seminário Conectando Peixes Rios e Pessoas, que abordou como o homem se relaciona com os rios e com a migração dos peixes. Nessa segunda edição, o Seminário foi ampliado, incluindo inúmeras palestras e apresentação de trabalhos, com base em resultados de pesquisas e experiências práticas, principal foco desses seminários.

A Universidade Paulista, por meio do seu curso de Ciências Biológicas e o Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional de Ecossistemas, organizou um seminário entre os dias 19 e 20 de abril, que abordou temas como rios sem barramentos, renaturalização de riachos, conservação de várzeas, desassoreamento de rios, a genética e o repovoamento de peixes, entre outros temas relevantes. Contou com a presença de 17 palestrantes e mais de 200 participantes, tendo sido apresentados inúmeros trabalhos de pesquisa na forma de pôsteres, que resumem o interesse da Academia e a necessidade da aplicação do conhecimento no dia a dia das cidades, pois inúmeros técnicos do Poder Público participaram do evento.

Abordar temas tão proeminentes, identificando obstáculos e dificuldades, estabelecendo o papel do Poder Público mediante a adoção de políticas públicas, foi o grande objetivo do II Seminário Conectando Peixes Rios e Pessoas: a importância de rios livres e a conservação das várzeas.

Nossa intenção é que esta publicação seja um documento marcante dos dois dias de trabalhos e frutíferas discussões, estimulando os interessados a defender a causa da proteção e conservação dos rios e riachos, sensibilizando o poder público a olhar para esses ecossistemas e a sua biota, inserindo-os em suas políticas públicas, uma vez que mesmo na área urbana tais sistemas merecem atenção e cuidado. Nós encorajamos os participantes a serem multiplicadores dos temas discutidos e mais atuantes na agenda ambiental, cada um em sua função, em sua cidade e em sua comunidade.

*Para maiores detalhes, veja o *link* www.worldfishmigrationday.com.

Prof. Dr. Welber Senteio Smith

Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional de Ecossistemas -
Universidade Paulista / Pós-Graduação em Ciências da Engenharia
Ambiental - Escola de Engenharia de São Carlos - USP

PROGRAMAÇÃO

19 de abril (quinta-feira)

8 horas - 8h30 Cadastro dos participantes

8h30 - 8h45 Abertura do evento

8h45 - 10h15 Prof. Dr. Paulo dos Santos Pompeu (Universidade Federal de Lavras - UFLA)

A importância de trechos livres de rios para a conservação dos peixes migradores

10h15 - 10h30 *Coffee Break*

10h30 - 11h30 Prof. Dr. Welber Senteio Smith (Universidade Paulista)

O rio Sorocaba, suas várzeas e as espécies de peixes migradores

11h30 - 12h30 Prof. Dr. Alexandre Wagner Silva Hilsdorf (Universidade de Mogi das Cruzes)

Restauração Genética: como a genética pode contribuir em programas de repovoamento

12h30 - 13 horas Debate

13 horas - 14 horas Almoço

14 horas - 15 horas Prof. Dr. Maurício Cetra (Universidade Federal de São Carlos - UFSCar)

Ecologia e conservação de riachos da Mata Atlântica nas proximidades de Sorocaba

15 horas - 16 horas Profa. Dra. Virginia Sanches Uieda (UNESP - Botucatu)

Macroinvertebrados de riachos da Bacia do Alto Rio Paranapanema com diferentes estados de conservação da mata ripária: abordagem taxonômica e funcional

16 horas - 16h15 *Coffee Break*

16h15 - 17h15 M.e Thandy Junio da Silva Pinto (USP - São Carlos)

Macroinvertebrados como bioindicadores em projetos de restauração de riachos

17h15 - 17h45 Debate

17h45 Encerramento

Pesquisas recentes

19h15 - 20h15 Biol. Marta S. Stefani (USP - São Carlos)

As assembleias de peixes das várzeas urbanas do rio Sorocaba

20h15 - 22 horas Apresentação de trabalhos

CONECTANDO PEIXES, RIOS E PESSOAS:
A IMPORTÂNCIA DE RIOS LIVRES E VÁRZEAS CONSERVADAS

20 de abril (sexta-feira)

8 horas - 9 horas Dr. Ricardo H. Taniwaki (Universidade Federal de São Carlos - UFSCar)

Pequenos riachos, pequenas barragens e o novo Código Florestal: Desafios para a sustentabilidade dos recursos hídricos

9 horas - 10 horas Prof. Dr. Welber Senteio Smith (Universidade Paulista)

Renaturalização de riachos: o caso do córrego da Campininha

10h15 - 10h30 *Coffee Break*

10h30 - 11h30 Prof. Dr. Alexandre Marco da Silva (UNESP - Sorocaba)

Sucessos e falhas observados na aplicação de um modelo de recuperação ambiental de multiescala em vários ambientes: uma visão geral

11h30 - 12h30 Profa. Dra. Cristina Canhoto (Universidade de Coimbra)

Riachos temperados e o aquecimento global

12h30 - 14 horas Almoço

14 horas - 14h45 M.e Fábio Leandro da Silva (USP - São Carlos)

Áreas úmidas brasileiras e a Lei de Proteção da Vegetação Nativa: desafios e necessidades

14h45 - 15h30 Prof. Dr. André Cordeiro Alves dos Santos (Universidade Federal de São Carlos - UFSCar)

Desassoreamento de rios: reflexões

15h30 - 16 horas Debate

16 horas- 16h30 *Coffee Break*

16h30 - 17h45 Prof. Dr. Miguel Petrere Jr. (Universidade Federal do Pará - UFPA)

O mito da energia verde e as PCHs

17h45 Encerramento

Pesquisas recentes

19 horas - 20h15 Eng. Amb. Cláudia dos Santos Corrêa (USP - São Carlos)

Padrão alimentar de peixes em áreas de várzeas do rio Sorocaba

20h15 - 22 horas Apresentação de trabalhos

CONTEÚDO

Artigos referentes às palestras

A importância de trechos livres de rios para a conservação dos peixes migradores	13
O rio Sorocaba, suas várzeas e as espécies migradoras.....	18
Restauração genética: como a genética pode contribuir em programas de repovoamento	22
Ecologia e conservação de riachos da mata atlântica nas proximidades de Sorocaba.....	30
Macroinvertebrados de riachos da bacia do alto rio Paranapanema com diferentes estados de conservação da mata ripária: abordagem taxonômica e funcional	31
Macroinvertebrados como bioindicadores de projetos de restauração de riachos.....	39
As assembleias de peixes das várzeas urbanas do rio Sorocaba, SP, Brasil.....	42
Pequenos riachos, pequenas barragens e o novo Código Florestal: desafios para a sustentabilidade dos recursos hídricos.....	46
Renaturalização de riachos: o caso do córrego da campininha	52
Sucessos e falhas observados na aplicação de um modelo de recuperação de multiescala em vários ambientes – uma visão geral	58
Riachos temperados e o aquecimento global.....	60
Áreas úmidas brasileiras e a Lei de Proteção da Vegetação Nativa: desafios e perspectivas	61
Hidrelétricas - o mito da energia verde	66
A influência das variáveis ambientais sobre o padrão alimentar de peixes em áreas de várzea do rio Sorocaba, SP, Brasil	74

Resumos apresentados no Seminário

Efeitos ecotoxicológicos de drogas de utilização humana em peixes: avaliação comportamental e histopatológica das alterações induzidas por paracetamol e propranolol em <i>Phallocheres harpagos</i>	78
30 anos de pesquisas ictiológicas na Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba, SP, Brasil e os desafios para a sua conservação.....	80
História natural de <i>Astyanax scabripinnis</i> em um riacho na Floresta Nacional de Ipanema, SP, Brasil	82

CONECTANDO PEIXES, RIOS E PESSOAS:
A IMPORTÂNCIA DE RIOS LIVRES E VÁRZEAS CONSERVADAS

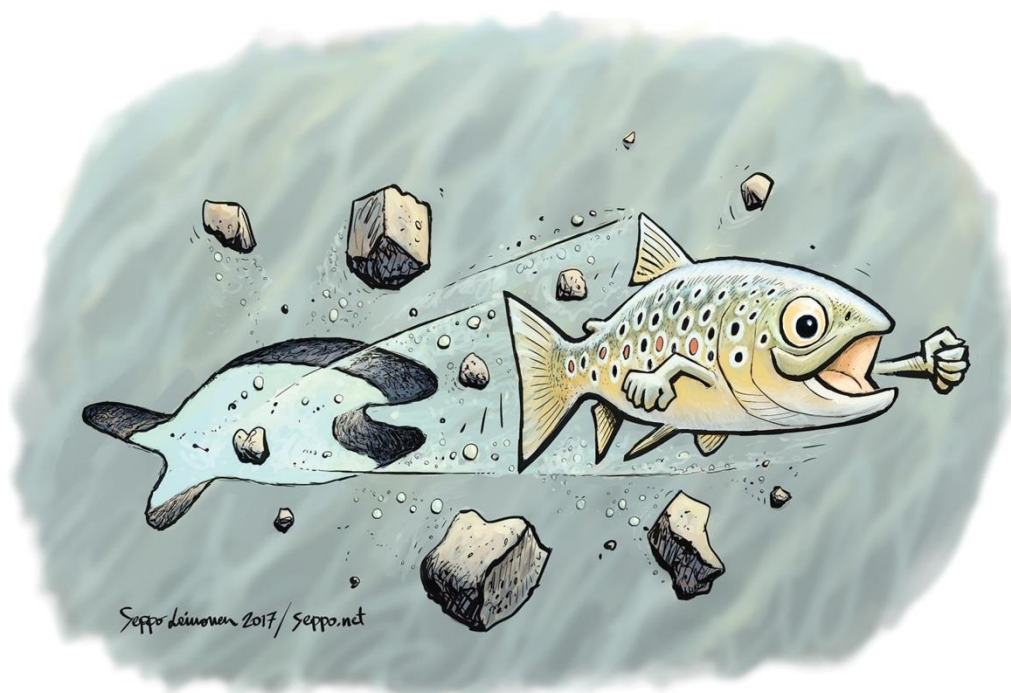
Utilização da comunidade ictica como bioindicadora para um riacho tropical restaurado	84
A duplicação de rodovias no Brasil sob o olhar da ictiofauna	86
Presença de microplástico no conteúdo estomacal de peixes do rio Sorocaba, SP, Brasil	88
A ictiofauna e os impactos ambientais em rios do Mato Grosso do Sul, Brasil.....	89
Caracterização da ictiofauna em riachos antropizados da bacia do rio Sorocaba, SP, Brasil.....	93
Os represamentos do Baixo e Médio Rio Sorocaba: caracterização da ictiofauna migradora, da pesca e os sistemas de transposição existente	96
Caracterização da ictiofauna da microbacia do Rio Grande do Saco do Mamanaguá, Paraty, RJ.....	98
Genotoxicidade de águas contaminadas por três derivados de petróleo em células radiculares de <i>Allium cepa</i>	100
Aspectos físico e microbiológico da água de uma área utilizada pela comunidade de aves aquáticas do Parque Ecológico do Tietê, São Paulo.....	101
Caracterização das assembleias de peixes em diferentes veredas na bacia do alto rio Paraguai, Brasil Central.....	102
Avaliação do sequestro de carbono na Bacia Hidrográfica do Rio Pirajibu-Mirim no município de Sorocaba - SP.....	104
Sistemas Socioecológicos: conectando as pessoas com a natureza.....	106
Análise espacial do pH do solo do município de Sorocaba por meio de técnicas de geoprocessamento.....	108
Análise espacial do esgotamento sanitário na Região Metropolitana de Sorocaba.....	109
Avaliação da presença do 17 α -etinilestradiol em ambientes aquáticos e seus impactos em peixes	110
Biomarcadores em <i>Prochilodus lacustris</i> (Pisces, Prochilodontidae) para avaliação de impactos em uma área protegida do Maranhão, Brasil	112
Impactos atrelados ao cenário pesqueiro de um sistema lacustre maranhense.....	114
Análise de metais na coluna d'água dos recursos hídricos da APA Itupararanga e seus riscos associados à fauna aquática.....	116
Panorama atual da ictiofauna e qualidade ambiental da Represa Municipal de São José do Rio Preto.....	118
Frequência de micronúcleos em 4 espécies de peixes do rio Sorocaba, SP, Brasil para avaliar impacto genotoxicológico.....	120
Como a comunidade de peixes responde às alterações ambientais provenientes da duplicação de estrada em riachos de Mata Atlântica do Sul do Estado de São Paulo..	121

CONECTANDO PEIXES, RIOS E PESSOAS:
A IMPORTÂNCIA DE RIOS LIVRES E VÁRZEAS CONSERVADAS

Índice de Estado Trófico (IET) para avaliação da qualidade da água de tributários do braço Taquacetuba e corpo central do reservatório Billings (SP)	123
Lógica Fuzzy para Índice de Estado Trófico (IET) em software R na avaliação de tributários do braço Taquacetuba e corpo central do reservatório Billings (SP).....	125
Identificação e diagnóstico de nascentes e suas áreas de preservação permanente no bairro do Alto da Serra, São Roque (SP).....	127
Migratory fish in freshwater ecosystems in Costa Rica: diversity, conservation status and current threats	129
Alterações ambientais decorrentes da construção de reservatórios de pequenas centrais hidrelétricas – um estudo de caso no Estado de São Paulo, Brasil.....	131
Verificação do atendimento das recomendações do mapeamento de riscos à inundação no município de Sorocaba – SP.....	133
Relação Peso-Comprimento de 38 espécies coletadas no reservatório de Três Irmãos (Bacia do baixo rio Tietê, Brasil)	134
Espécies vegetais da borda e do folhço de um trecho do Córrego da Campininha, “Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade” Sorocaba – SP.....	136
Desassoreamento de rios: quando o poder público ignora as causas, a biodiversidade e a ciência.....	138

II SEMINÁRIO CONECTANDO PEIXES, RIOS E PESSOAS

“A importância de rios livres e várzeas conservadas”



Laboratório de Ecologia
Estrutural e Funcional de
Ecossistemas



ARTIGOS REFERENTES ÀS PALESTRAS

A IMPORTÂNCIA DE TRECHOS LIVRES DE RIOS PARA A CONSERVAÇÃO DOS PEIXES MIGRADORES

Paulo Santos Pompeu¹

¹Universidade Federal de Lavras, Departamento de Biologia, pompeups@gmail.com

Ao longo da história, os rios têm provido a base para o desenvolvimento socioeconômico. A água é usada para propósitos domésticos, industriais, agricultura e geração de energia; rios oferecem rotas para a navegação e a pesca é um recurso tradicional. Desta maneira, associados ao crescimento das demandas humanas, os rios têm sido transformados, perdendo suas características naturais, muitos dos quais possuindo hoje apenas uma pequena fração de sua diversidade biológica original.

Particularmente evidente é a perda de biodiversidade e abundância de peixes, que tem sido relacionada, com frequência, ao despejo de esgotos doméstico e industrial, assoreamento devido às mudanças no uso da terra e, principalmente, à construção de barramentos. Esses últimos interferem sobre a biota aquática limitando o deslocamento de espécies migratórias, mudando as características lóticas originais, interferindo na qualidade da água e no regime hidrológico natural.

Existe um consenso no meio científico de que as chances de manutenção da biodiversidade em longo prazo aumentarão significativamente com o estabelecimento de um planejamento para conservação em escala regional ou que contemple grandes unidades de paisagem. Assim, o reconhecimento de áreas que mantêm alta diversidade de espécies constitui elemento primário para a proteção da biodiversidade. Dentre as estratégias que vem sendo adotadas nesse sentido destaca-se a realização de workshops para definição de áreas prioritárias para a conservação que, em nosso país, ocorre em diversos estados e também em nível nacional para os diferentes biomas.

As áreas prioritárias para conservação de peixes no estado de Minas Gerais

Em Minas Gerais, já foram conduzidos dois estudos, onde foram apontadas as áreas prioritárias para a conservação de peixes. Foram contemplados rios das diferentes bacias de drenagem do Estado, perfazendo um total de 29 áreas no Atlas produzido em

1998, e 33 áreas na edição mais recente, de 2005. De maneira geral, essas áreas foram selecionadas por constituírem remanescentes lóticos significativos (trechos de rios sem barramentos), por apresentarem grande número de espécies ou pela presença de espécies raras ou ameaçadas.

Entretanto, se por um lado a definição de diretrizes gerais para a conservação da biodiversidade tem sido ampliada, os esforços concretos para transformá-las em ações efetivas para conservação ainda permanecem como um objetivo a ser alcançado. Adicionalmente, as estratégias para a conservação da ictiofauna, em especial das espécies migradoras, tem se mostrado bastante equivocadas.

Caminhos para a conservação das espécies de peixes de água doce

Para a maioria dos grupos de vertebrados a criação de áreas protegidas, como parques e estações ecológicas, tem sido apontada como uma das principais medidas para a sua conservação. No caso dos peixes, esta medida poderia ser considerada parte da solução, uma vez que preveniria a destruição de habitats e a pesca. Porém poucas unidades de conservação têm sido criadas especificamente para ambientes aquáticos. Os poucos exemplos mundiais incluem planícies de inundação, deltas e lagos. No Brasil, o exemplo mais conhecido é o da área de proteção ambiental do alto rio Paraná (526.000 km²), que é capaz de abrigar a maior parte das espécies de peixes daquela região.

A urgente necessidade de criar unidades de conservação especificamente para proteger peixes tem sido apontada por diversos estudos. Na prática, as áreas centrais de parques nacionais não constituem ferramentas eficazes para a conservação de peixes principalmente porque a maioria deles situa-se em áreas de montanhosas, de grande altitude, abrigando apenas cabeceiras de rios onde boa parte das espécies ameaçadas não é encontrada.

No Sudeste brasileiro, onde se concentra a maior parte das ameaças à fauna de peixes, as unidades de conservação também seguem este padrão. São geralmente regiões de topo de morro, que acabam por excluir um grande número de espécies, funcionando apenas como um auxílio na manutenção da qualidade da água, já que a conservação dos pequenos córregos de cabeceira é fundamental para a manutenção da qualidade da água dos grandes rios. Nos limites do Parque Nacional da Serra do Cipó, por exemplo, são encontradas apenas 16 das 48 espécies de peixes inventariadas para a

região. Estudo realizado na região de Carrancas, MG, apontou que, caso os limites de uma unidade de conservação a ser implantada na região fossem baseados apenas nas manchas de vegetação remanescentes, somente 15 das 41 espécies de peixes da região seriam encontradas na área do Parque.

Seriam rios de preservação permanente uma alternativa para conservação da ictiofauna?

A partir da Lei nº 15.082, de 27 de abril de 2004, Minas Gerais criou um tipo de unidade de conservação não previsto no SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação), denominado rios de preservação permanente. Segundo a lei, a declaração como rio de preservação permanente tem como objetivos:

I - manter o equilíbrio ecológico e a biodiversidade dos ecossistemas aquáticos e marginais;

II - proteger paisagens naturais pouco alteradas, de beleza cênica notável;

III - favorecer condições para a educação ambiental e a recreação em contato com a natureza;

IV - proporcionar o desenvolvimento de práticas náuticas em equilíbrio com a natureza;

V - favorecer condições para a pesca amadorística e desenvolver a pesca turística.

Neste sentido, ficam proibidos no rio de preservação permanente:

I - a modificação do leito e das margens, ressalvada a competência da União sobre os rios de seu domínio;

II - o revolvimento de sedimentos para a lavra de recursos minerais;

III - o exercício de atividade que ameace extinguir espécie da fauna aquática ou que possa colocar em risco o equilíbrio dos ecossistemas;

IV - a utilização de recursos hídricos ou execução de obras ou serviços com eles relacionados que estejam em desacordo com os objetivos de preservação.

Até o momento, foram decretados como rios de preservação permanente, o rio São Francisco, no trecho que se inicia imediatamente a jusante da barragem hidrelétrica de Três Marias e vai até o ponto logo a jusante da cachoeira de Pirapora, além dos rios Cipó, Peruaçu e Pandeiros, também nesta bacia; o rio Jequitinhonha e seus afluentes, no

trecho entre a nascente e a confluência com o rio Tabatinga; o rio Grande e seus afluentes, no trecho entre a nascente e o ponto de montante do remanso do lago da barragem de Camargos. Mais recentemente, um trecho do rio Tijuco, bacia do rio Paranaíba, também foi incluído nesta categoria.

Apesar de não terem sido baseados em critérios técnicos de priorização, a decretação destes rios como de preservação permanente constituiu iniciativa importante para a conservação da fauna de peixes em suas respectivas bacias, principalmente levando-se em conta o cenário futuro dos empreendimentos hidrelétricos previstos para Minas Gerais (Figura). Até o ano de 2027, um conjunto de 45 Usinas Hidrelétricas (UHE) e 335 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) é previsto no Programa de Geração Hidrelétrica do Estado (PGHMG).

Caso todos estes empreendimentos sejam instalados, dificilmente se preservará boa parte da fauna de peixes de Minas Gerais. Mesmo quando implantadas medidas mitigadoras associadas a barramentos como, por exemplo, escadas para peixes, estas se tornam completamente inúteis quando o rio é transformado em uma sequência de reservatórios. Neste sentido, a seleção de rios de preservação permanente em cada bacia, desde que efetuada com critérios técnicos, muito contribuiria para a manutenção de nossa biodiversidade aquática. Eventuais conflitos oriundos da eventual perda de potencial energético podem ser menores do que o esperado, e o caso do rio Santo Antônio ilustra bem esta questão.

A importância do rio Santo Antônio no contexto da bacia do rio Doce é incontestável, sendo a porção da bacia localizada a montante do reservatório de Salto Grande considerada de importância biológica especial para a conservação. Este afluente, sozinho, abriga quase 90% das espécies registradas para a bacia, incluídas algumas espécies que, hoje, são encontradas somente ali. Se por um lado a decretação desta região da bacia como rio de preservação permanente importaria no impedimento de implantação de algumas centrais hidrelétricas, por outro, representaria a possibilidade de preservação, em longo prazo, da maioria das espécies de peixes da bacia do rio Doce. Quando considerado que a geração energética perdida (277 MW) corresponderia a menos de 10% do potencial hidrelétrico da bacia (3512 MW), tal medida poderia ser considerada uma grande oportunidade de compatibilização entre a geração de energia e a conservação dos ambientes aquáticos.

Assim como o caso do rio Santo Antônio, nas demais bacias do Estado de Minas Gerais, é bem provável que ainda seja possível a seleção de rios a serem conservados, visando à manutenção da maior parte da diversidade de peixes, com uma perda relativamente pequena de geração hidrelétrica. Comparações desta natureza constituem a base de Zoneamentos Ecológico-Econômicos e Avaliações Ambientais Integradas e, se transformadas em ações concretas, podem constituir em um grande passo para o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: conservação, biodiversidade, ictiofauna, preservação permanente.

Referências bibliográficas

- DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B. M.; SEBAIO, F. A. & ANTONINI, Y. 2005. **Biodiversidade em Minas Gerais: um Atlas para sua conservação**. 2.ed., Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 222p.
- VIEIRA, F. 2010. **Distribuição, impactos ambientais e conservação da fauna de peixes da bacia do rio Doce**. MG Biota, v. 2, p. 5-22.

O RIO SOROCABA, SUAS VÁRZEAS E AS ESPÉCIES MIGRADORAS

Welber Senteio Smith^{1,2}

¹Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional de Ecossistemas, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Paulista *campus* Sorocaba.

²Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais/ CRHEA, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo – USP, welber_smith@uol.com.br

O rio Sorocaba, considerado o maior e mais importante afluente da margem esquerda do rio Tietê, possui 180 km de extensão em linha reta e 227 km considerando seu leito em trajeto natural (Smith, 2003). É formado pelos rios Sorocabuçu e Sorocamirim, que se encontram no município de Ibiúna e vão se juntando com outras pequenas nascentes até o seu primeiro represamento, dentro dos limites do município de Votorantim, o reservatório de Itupararanga. Em toda a sua extensão inúmeras planícies de inundação podem ser encontradas (Smith et al., 2014), constituindo importante habitat de alimentação, reprodução e refúgio para os peixes (Welcomme, 1979). Conforme relatado por Smith & Barrella (2000), as várzeas, desempenham importantes funções para o rio Sorocaba e para sua comunidade de peixes, fornecendo abrigo, alimentação e local para desenvolvimento dos alevinos.

De acordo com os levantamentos realizados até o momento, 33 espécies já foram registradas para as várzeas do rio Sorocaba (Smith et al. 2014; Smith et al., 2014), sendo a sua maioria de pequeno e médio porte, sem caráter migratório e sem nenhum tipo de cuidado com a prole. Apesar disso, há registros de espécies de hábito migratório, como o curimatá *Prochilodus lineatus*, em lagoas marginais do rio Sorocaba (Smith & Barrella, 2000; Biagioni et al., 2011), onde, de acordo com Agostinho et al. (1992), permanecem até o amadurecimento das gônadas, saindo depois de jovem para o rio principal, quando as várzeas se reconectam com o rio. Nesse período em que permanecem nas várzeas, crescem, pois seu alimento é abundante e estão relativamente protegidos de predadores (Smith, 2003).

Smith et al. (2014) consideraram as várzeas do rio Sorocaba, como importantes habitats de desova e de vital importância para a manutenção das espécies migradoras,

explicando a existência de populações abundantes de *Prochilodus lineatus* e *Salminus hilarii* mesmo após os impactos sofridos pelo rio Sorocaba. Isso ocorre porque essas espécies estão diretamente relacionadas com os pulsos de inundação, sendo seus ciclos de vida dependentes da intensidade e da duração dos mesmos (e.g. Agostinho et al., 2004; Godinho et al., 2007; Bailly et al., 2008). Tanto a interrupção da movimentação entre esses diferentes sítios de desenvolvimento, alimentação e reprodução, bem como alterações no regime de cheias têm implicações catastróficas sobre as espécies migradoras (Agostinho et al., 2005). Por isso esforços para a conservação das várzeas devem ser realizados e o poder público municipal tem papel vital nesse processo através dos planos diretores, decretos e leis.

Os peixes migradores, também chamados de peixes de piracema, embora representem uma pequena fração de nossas espécies (Petrere Jr., 1985), são os mais conhecidos e valorizados da nossa ictiofauna. Em geral, estas espécies são as mais visadas, tanto na pesca profissional quanto na amadora, por apresentarem, além de maior abundância, os maiores tamanhos, tendo, portanto, maior importância econômica. Apesar do interesse que as espécies migradoras despertam poucas pesquisas foram realizadas na bacia hidrográfica do rio Sorocaba. Este tipo de estudo reveste-se de relevância tanto científica quanto econômica e social, sendo de fundamental importância para a compreensão dos aspectos ecológicos da vida dos peixes ao considerarmos que a análise do comportamento das espécies possibilita o entendimento da migração reprodutiva, o que garante a renovação dos estoques populacionais e assegura a preservação de tais espécies. Para conhecer mais sobre o rio Sorocaba, as suas várzeas e espécies migradoras consulte o livro Conectando Peixes, Rios e Pessoas: como o homem se relaciona com os rios e com a migração dos peixes (<http://meioambiente.sorocaba.sp.gov.br/educacaoambiental/wp-content/uploads/sites/3/2015/12/livros-dos-peixesverso-on-line12-05-2015.pdf>).

Palavras-chave: peixes migradores, pulsos de inundação, ictiofauna.

Referências bibliográficas

- AGOSTINHO, A.A.; THOMAZ, S.M.; GOMES, L.C. 2004. Threats for biodiversity in the floodplain of the Upper Paraná River: effects of hydrological regulation by dams. **Ecohydrology & Hydrobiology**, 4 (3): 255-268.
- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JR, HORÁCIO FERREIRA; BORGHETTI, J. R. 1992. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. **Revista Unimar**, Maringá, PR, v. 14, p. 89-107.
- AGOSTINHO, A.A; THOMAZ, S.M. & GOMES L.C. 2005. Conservation of the biodiversity of Brazil's inland waters. **Conservation Biology**, 19: 646–652.
- BAILLY, D.A.A.; AGOSTINHO, A.A.; SUZIKI, H.I. 2008. Influence of the flood regime on the reproduction of fish species with different reproductive strategies in the Cuiaba river, upper Pantanal, Brazil. **River Research and Applications**, 24: 1218–1229.
- BIAGIONI, R.C.; RIBEIRO, A.R. & SMITH, W.S. 2013. Checklist of non-native fish species of Sorocaba River Basin, in the State of São Paulo, Brazil. **Check List** 9(2):235-239.
- GODINHO, A.L.; KYNARD, B.; GODINHO, H.P. 2007 Migration and spawning of female surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*, Pimelodidae) in the São Francisco River, Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, 80: 421–433.
- SMITH, W.S., PORTELLA, A.C., ARSENTALES, A.D. & BIAGIONI, R. C. 2014. As espécies de peixes migradores do rio Sorocaba. P.21-32. In: SMITH, W.S. (ed.). **Conectando Peixes, Rios e Pessoas: como o homem se relaciona com os rios e com a migração dos peixes**. Prefeitura Municipal de Sorocaba, Secretaria do Meio Ambiente, 2014, 104 p.
- SMITH, W.S. & BARRELLA, W. 2000. The ichthyofauna of the marginal lagoons of the Sorocaba River, SP, Brazil: composition, abundance and effect of the anthropogenic actions. **Revista Brasileira de Biologia**, v.60, n.4, p.627-632.
- SMITH, W.S. 2003. **Os Peixes do Rio Sorocaba: A história de uma bacia hidrográfica**. Sorocaba, SP: Editora TCM – Comunicação. 162p.
- SMITH, W.S.; BIAGIONI, R.C.; BARRELLA, W. 2014. Ictiofauna do município de Sorocaba, p. 158:172. In: SMITH, W.S.; MOTA JR, V. D.; CARVALHO, J.L. A

Biodiversidade do Município de Sorocaba. Prefeitura Municipal de Sorocaba, Secretaria do Meio Ambiente, 2014, 272 p.

WELCOMME, R. L. 1979. **The fisheries ecology of floodplain rivers.** Longman, Londong, 317p.

RESTAURAÇÃO GENÉTICA: COMO A GENÉTICA PODE CONTRIBUIR EM PROGRAMAS DE REPOVOAMENTO

Alexandre W.S. Hilsdorf¹

¹Universidade de Mogi das Cruzes, Laboratório de Genética de Organismos Aquáticos e Aquicultura, wagner@umc.br

Atualmente, os ambientes aquáticos podem ser considerados como um dos ecossistemas mais vulneráveis e ameaçados do planeta. Por conseguinte, os organismos que nele habitam também mostram sinais de declínio e, em muitos casos, até mesmo extinção. Em particular, os peixes têm sido não apenas impactados pela ação direta das modificações ambientais, como também por ações antrópicas pelo uso não sustentável dos recursos ícticos para consumo humano e para alimentação de outros animais de criação.

Estra realidade, já enfrentada em diversos países, é também sentida em diversas bacias hidrográficas no Brasil. Vários são os exemplos de rios de diversas magnitudes, cuja ictiodiversidade tem sido extirpada levando espécies de peixes tanto aquelas de valor econômico para pescadores artesanais de comunidades ribeirinhas, como também outras espécies sem valor econômico direto, mas de vital importância para o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos. A falta de conscientização e participação mais efetiva da população em geral, bem como a pouca ação governamental na regulação do uso e ocupação dos entornos destes recursos aquáticos têm levado à situação de aparente irreversibilidade para recuperação da qualidade ambiental de rios e tributários que compõe uma bacia hidrográfica.

O valor dos registros históricos sobre a presença e a importância da ictiofauna para rios presentes em grandes centros urbanos demonstra o quanto nosso olhar para tais paisagens se tornou ofuscado, fazendo a existência destes ecossistemas um quase fardo para o chamado desenvolvimento urbano. Um olhar para o Rio Tietê e sua importância na paisagem paulistana pode nos levar a uma reflexão histórica de sua degradação. Em 1945, em uma de suas últimas obras, o grande poeta paulistano Mario de Andrade

refletiu em trechos do longo poema “Meditações sobre o Rio Tietê”, as agruras que o rio mais simbólico e importante para paulistas e paulistanos começara a enfrentar:

“Água do meu Tietê

Onde me queres levar?

-Rio que entras pela terra

E que me afastas do mar...

É noite. E tudo é noite. Debaixo do arco admirável

Da Ponte das Bandeiras o rio

Murmura num banzeiro de água pesada e oliosa...

...Para o peito dos sofrimentos dos homens

... e tudo é noite. Sob o arco admirável

Da Ponte das Bandeiras, morta, dissoluta, fraca,

Uma lágrima apenas, uma lágrima,

Eu sigo alga escusa nas águas do meu Tietê.”

O rio Tietê, que o paulistano habituou-se a conviver com uma relação de amor e muitas vezes indiferença, foi outrora habitado por diversas espécies de peixes que migravam Tietê acima rumo ao interior. Uma destas espécies é a tabarana (*Salminus hilarii*). Esta espécie apesar de apresentar ampla distribuição em várias bacias hidrográficas brasileiras é uma espécie emblemática e resiliente às modificações ambientais na região do Alto Tietê. Em sua obra “Da Vida dos peixes: ensaios e cenas de pescaria” de 1929, o grande ictiólogo Rodolpho Theodor Wilhelm Gaspar von Ihering (1883-1939) relata, “*Da Tabarana (Salminus hilarii) tivemos ocasião de conhecer a desova há cousa de 15 annos, no Ypiranga....Após vários dias de chuvas prolongadas, as varzeas do rio Tamanduatehy, entre as estações de Ypiranga e São Caetano estavam alagadas; certa noite, alguns moradores da região, que annualmente aproveitavam a piracema, cercaram os peixes, que haviam sahido do rio para os campos alagados. Esbarrando contra as redes e tapumes, não podiam as tabaranas voltar para o leito do rio e assim a pescaria rendeu algumas centenas de kilos de peixe.*”

Seja dito de passagem que, ainda mezes depois , pudemos comer dessas tabaranas, que, passadas na gordura e bem acondicionadas se conservaram optimamente e com excellente sabor”.

A tabarana antes tida como a maior espécie presente na bacia do Alto Tietê, cujas populações estiveram presentes em vários rios da região, hoje se apresenta fragmentada em alguns poucos trechos de rios, incluindo-se o trecho do Tietê entre a barragem de Ponte Nova e o município de Mogi das Cruzes. Com o contínuo descuido e falta de políticas públicas efetivas de conservação dos corpos dá água da região, até quando estas populações de tabarana hoje isoladas irão manter-se geneticamente saudáveis para produzir novas progênes com variabilidade genética suficiente para a sua sustentabilidade a médio e longo prazos. Da mesma forma que a tabarana, outras espécies de peixes de água doces presentemente ameaçadas em diferentes bacias hidrográficas tem sido impactadas com a redução da diversidade genética dentro e entre populações isoladas. Este processo, muitas vezes determinados pelas modificações antrópicas, é um dos fatores que conduz tais populações ao que conhecemos como Vórtex de Extinção, muitas vezes sem volta. A perda da diversidade genética pode levar a redução do poder de adaptação da população levando-a ao limite de sua capacidade para adaptar-se às mudanças ambientais e climáticas, condição essa essencial para sua existência.

O que resta para a continuidade dessas espécies e populações são medidas de conservação que incluem a formação de bancos de germoplasma *ex-situ* para manutenção de populações selvagens de espécies de peixes em constante estado de ameaça para produção de alevinos para reintrodução em programas de repovoamento. A questão da reintrodução de peixes tem sido um tema de intenso debate. Trabalhos com as mais diversas abordagens têm sido publicados com sérios questionamentos sobre a efetividade de tais medidas de conservação (ver sugestões de leitura a seguir). Contudo, tais trabalhos relatam programas de introdução de espécies exóticas ou mesmo alóctones para fins de reforço pesqueiro, muitas vezes inadequados e sem o devido monitoramento. Atualmente, diversos marcadores genéticos baseados no polimorfismo do DNA estão disponíveis e podem ser usados para fornecer suporte a cruzamentos de indivíduos sem parentesco que objetivem preservar o máximo da diversidade genética encontrada nas poucas populações selvagens ainda restantes na natureza e, com isso,

diminua a endogamia nas progênes produzidas. Este campo emergente que utiliza as modernas técnicas da biologia molecular para apoiar projetos de recuperação de populações de peixes ameaçadas é conhecido como Restauração Genética ou em Inglês *Restoration Genetics*.

Nosso grupo de pesquisa do Laboratório de Genética de Organismos Aquáticos e Aquicultura (LAGOAA), na Universidade de Mogi das Cruzes, vem trilhando este caminho em estudos de caracterização de recursos genéticos de espécies de peixes com algum grau de ameaça. A tabarana é um dos alvos de nossos esforços no sentido de reintroduzir e estabelecer novas populações de tabaranas em rios que apresentem o mínimo de integridade biótica na região do Alto Tietê. Os trabalhos de formação do banco de germoplasma de espécies nativas de peixes do Alto Tietê iniciaram-se em 2003 com a recuperação e operacionalização da Estação de Piscicultura de Ponte Nova em Salesópolis. Esta estação foi construída ao final da década de 1970 para cumprir o passivo ambiental da construção da barragem de Ponte Nova, a primeira barreira construída a interromper o Rio Tietê. Os trabalhos desenvolvidos nessa estação têm sido possível pelo apoio financeiro do DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica do Governo do Estado de São Paulo) e SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), da FAEP (Fundação de Amparo ao Ensino e Pesquisa) e da FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo). Durante esses anos, diversos trabalhos sobre as espécies de peixes de ocorrência na região foram publicados com as mais diversas abordagens, desde levantamento ictiofaunístico, passando por técnicas de desova induzida até os trabalhos de caracterização genética (ver sugestões de leitura a seguir). Sendo assim, Estação de Piscicultura de Ponte Nova em Salesópolis funciona hoje como um banco de germoplasma *ex-situ* para espécies de peixes de ocorrência na bacia do Alto Tietê.

Outras espécies também têm sido alvos de nossos trabalhos de avaliações genéticas de peixes marinhos e outros de água doce de diversas bacias hidrográficas brasileiras. Nossa participação no grupo assessor do Plano de Ação Nacional (PAN) para conservação de espécies ameaçadas do Rio Paraíba do Sul coordenado pelo ICMBio do governo federal tem permitido realizar abordagens de caracterização genética de algumas espécies nativas do Paraíba do Sul, tais como a piabanha (*Brycon insignis*), surubim do paraíba (*Steindachneridion parahybae*), pirapitinga do sul (*Brycon*

opalinus) e o grumatã ou curimbatã de lagoa (*Prochilodus vimboides*). Essas abordagens genéticas com marcadores moleculares, tanto de populações selvagens, como também daquelas mantidas nos bancos de germoplasma da CESP de Paraibuna em São Paulo e no Projeto Piabanha no Rio de Janeiro vêm contribuindo para um melhor manejo genético e manutenção dessas espécies, conservando o que ainda existe de diversidade genética das populações selvagens.

O destino de muitas das espécies de peixes sejam de importância econômica para o homem ou daquelas que sem tal importância são parte integrante dos ecossistemas aquáticos de água doce estão de certa forma em nossas mãos. Os “Direitos Humanos” tão apregoados por nossa espécie deveria ser estendidos para o direito de sobrevivência dos ecossistemas e das espécies que os habitam, este conceito de direito a vida e respeito talvez deva ser reinterpretado e seu significado compreenda algo como “Direitos à Vida e aos Ecossistemas que a Sustentam”. Temos o conhecimento para garantir tais direitos, cabe a nós a decisão de como usá-lo.

Palavras-chave: ictiodiversidade, recursos aquáticos, bacias hidrográficas, manejo genético.

Referências bibliográficas

BARROSO, R.M., HILSDORF, A.W.S., MOREIRA, H.L.M., CABELLO, P.H., TRAUB-CSEKO, Y.M. (2005). Genetic diversity of wild and cultured populations of *Brycon opalinus* (Cuvier, 1819) (Characiform, Characidae, Bryconinae) using microsatellites. **Aquaculture**, 247: 51–65.

FONSECA, F.S.; DOMINGUES, R.R., HALLERMAN, E.M., HILSDORF, A.W.S., (2017). Genetic diversity of an imperiled Neotropical catfish and recommendations for its restoration. **Frontiers in Genetics**, 8: 196 DOI 10.3389/fgene.2017.00196.

HILSDORF, A.W.S., ESPIN, A.M.L.A., KRIEGER, M.H., KRIEGER, J.E. (2002). Mitochondrial DNA diversity in wild and captivity population of *Brycon opalinus*

(Cuvier, 1819) (Characiforme, Characidae, Bryconinae) in the Paraíba do Sul Basin, Brazil. **Aquaculture**, 214: 81 – 91.

HILSDORF, A.W.S., RESENDE, E.K., MARQUES, D.K.S. (2006). Genética e Conservação de Estoques Pesqueiros de Águas Continentais no Brasil: Situação Atual e Perspectivas. **Documentos. Embrapa Pantanal**, 82: 1–43.

HILSDORF, A.W.S., MOREIRA, R.G. (2008). Piracema: por que os peixes migram. **Scientific American Brasil**, 79: 76-80.

HILSDORF, A.W.S., HALLERMAN, E.M. (2017). Genetic Resources of Neotropical Fishes, Springer, Cham, Switzerland, 259 pp.

HONJI, R. M., Mello, P.H., ARAÚJO, B.C., RODRIGUES-FILHO, J.A., **HILSDORF, A.W.S.**, MOREIRA, R.G. (2011). Influence of spawning procedure on gametes fertilization success in *Salminus hilarii*, Valenciennes, 1850 (Teleostei: Characidae): Implications for the conservation of this species. **Neotropical Ichthyology**, 9: 363 – 370.

MARCENIUK, P.A., HILSDORF, A.W.S. (2010). As cabeceiras de um rio que ainda não morreu. **Scientific American Brasil**, 8: 50–53.

MARCENIUK, P.A., HILSDORF, A.W.S., LANGEANI, F. (2011). A ictiofauna de cabeceiras do rio Tietê, São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica** (Edição Online), 11: sem paginação.

MARCENIUK, P.A., HILSDORF, A.W.S. (2010). **Peixes das cabeceiras do rio Tietê e Parque das Neblinas**. Canal6, Bauru, Brasil, 157 pp.

MARQUES, D.K.S., HILSDORF, A.W.S., VARGAS, R.D. (2006). Impactos genéticos da introdução de peixes em águas continentais. **ADM – Artigo de Divulgação na Mídia. Embrapa Pantanal**, 107: 1–3.

MATSUMOTO, C.K., HILSDORF, A.W.S. (2009). Microsatellite variation and population genetic structure of a Neotropical endangered Bryconinae species *Brycon insignis* Steindachner, 1877: implications for its conservation and sustainable management. **Neotropical Ichthyology**, 7: 395 -402.

OKAZAKI, T.I., HALLERMAN, E., RESENDE, E.K., HILSDORF, A.W.S. (2017). Genetic characterization of *Brycon hilarii* (Characiformes) populations within the Pantanal: aspects of their conservation within a globally important Neotropical wetland. **Journal of Ichthyology**, 57: 434-444.

PANSONATO-ALVES, J.C., HILSDORF, A.W.S., UTSUNOMIA, R., SILVA, D.M., OLIVEIRA, C., FORESTI F. (2013). Chromosomal mapping of repetitive dna and cytochrome C oxidase I sequence analysis reveal differentiation among sympatric samples of *Astyanax fasciatus* (Characiformes, Characidae). **Cytogenetic and Genome Research**, 141: 133-142.

RODRIGUES-FILHO, J.A., HONJI, R.M., MELLO, P.H., BORELLA, M.I., HILSDORF, A.W.S., MOREIRA, R.G. (2017). Reproductive biology of *Pseudotocinclus tietensis* (Siluriformes: Loricariidae: Hypoptopomatinae), a threatened fish species. **International Journal of Aquatic Biology**, 5: 218-227.

SILVA, J.V., HILSDORF, A.W.S. (2011). Isolation and characterization of polymorphic microsatellite loci from *Salminus hilarii* (Characiformes: Characidae). **Conservation Genetics Resources**, 3: 437 – 439.

SILVA, J.V., HALLERMAN, E.M., ORFÃO, L.H., HILSDORF, A.W.S. (2015). Genetic structuring of *Salminus hilarii* Valenciennes, 1850 (Teleostei: Characiformes) in the Rio Paraná basin as revealed by microsatellite and mitochondrial DNA markers. **Neotropical Ichthyology**, 13: 547-556.

Sugestões para leitura sobre repovoamento de peixes e sobre a aplicação da genética aos programas de reintrodução:

AGOSTINHO, A.A., PELICICE, F.M., GOMES, L.C., JÚLIO-JR., H.F. (2010). Reservoir fish stocking: When one plus one may be less than two. **Natureza & Conservação (Brazilian Journal of Nature Conservation)**, 8:103-111.

ARAKI, H., COOPER, B., BLOUIN, M.S., (2007). Genetic Effects of Captive Breeding Cause a Rapid, Cumulative Fitness Decline in the Wild. **Science**, 318: 100-103.

ATTARD, C.R.M., MÖLLER, L.M., SASAKI, M., HAMMER, M.P., BICE, C.M., BRAUER, C.J. CARVALHO, D.C., HARRIS, J.O., BEHEREGARAY, L.B. (2016). A

novel holistic framework for genetic-based captive-breeding and reintroduction programs. **Conservation Biology**, Volume 30: 1060-1069.

BRAUER, C., HAMMER, M.P., BEHEREGARAY, L.B. (2016). Riverscape genomics of a threatened fish across a hydroclimatically heterogeneous river basin. **Molecular Ecology**, 25: 5093-5113.

CABALLERO, A., MIGUEL A. TORO, M.A., (2002). Analysis of genetic diversity for the management of conserved subdivided Populations. **Conservation Genetics**, 3: 289-299.

CHRISTIEA, M.R., MARINEA, M.L., FRENCH, R.A., BLOUINA, M.S. (2012). Genetic adaptation to captivity can occur in a single generation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 109: 238-242.

CONNIFF, R. (2018). Pescador de Ilusões. **Scientific American Brasil**, 179: 40-47.

FIUMERA, A.C., PORTER, B.A., LOONEY, G., ASMUSSEN, M.A., AVISE, J.C., (2004). Maximizing Offspring Production While Maintaining Genetic Diversity in Supplemental Breeding Programs of Highly Fecund Managed Species. **Conservation Biology**, 18: 94-101.

KOLJONEN, M-L, TÄHTINEN, J., SÄISÄ, M., KOSKINIEMI, J. (2002). Maintenance of genetic diversity of Atlantic salmon (*Salmo salar*) by captive breeding programmes and the geographic distribution of microsatellite variation. **Aquaculture**, 212: 69–92.

LYNCH, M., O'HELY, M. (2001). Captive breeding and the genetic fitness of natural populations. **Conservation Genetics**, 2: 363–378.

NEFF, B.D., GARNER, S.R., PITCHER, T.E. (2011). Conservation and enhancement of wild fish populations: preserving genetic quality versus genetic diversity. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**, 68: 1139-1154.

OLESEN, I., ROSENDAL, G.K., TVEDT, M.W., BRYDE, M., BENTSEN, H.B. (2007). Access to and protection of aquaculture genetic resources: Structures and strategies in Norwegian aquaculture. **Aquaculture** 272S1: S47–S61.

PHILIPPART, J.C. (1995). Is captive breeding an effective solution for the preservation of endemic species? **Biological Conservation**, 72: 281-295.

VIEIRA, F., POMPEU, P.S. (2001). Peixamentos: Uma alternativa eficiente? **Ciência Hoje**, 30: 28-33.

ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE RIACHOS DA MATA ATLÂNTICA NAS PROXIMIDADES DE SOROCABA

Maurício Cetra

¹Universidade Federal de São Carlos

A estrutura da comunidade de peixes de riachos pode ser utilizada como bioindicadora de alterações ambientais negativas como a urbanização ou positivas como ações de restauração ecológica. Estas alterações podem se dar em escala regional e/ou local. A estrutura destas comunidades responde aos efeitos do uso do entorno do riacho assim como da bacia hidrográfica. Ao longo de 10 anos realizamos estudos em riachos nas bacias hidrográficas dos rios Sorocaba, Paranapanema e Ribeira de Iguape e evidenciamos que a estrutura das comunidades de peixes estão submetidas à efeitos hierárquicos, tanto da paisagem quanto da rede de drenagem e possuem grande diversidade de espécies entre os riachos inseridos em uma micro-bacia ou em um conjunto de micro-bacias. Como os riachos das cabeceiras destas bacias hidrográficas encontram-se em bom estado de conservação propomos que se mantenham conectados ao passo que os riachos mais próximos ou inseridos nas cidades precisam de ações de restauração.

Palavras-chave: conexão, micro-bacia, peixe, efeitos hierárquicos.

**MACROINVERTEBRADOS DE RIACHOS DA BACIA DO ALTO RIO
PARANAPANEMA COM DIFERENTES ESTADOS DE CONSERVAÇÃO DA
MATA RIPÁRIA: ABORDAGEM TAXONÔMICA E FUNCIONAL**

Virginia Sanches Uieda¹, Ana Liz Uchida Melo² & Erika Ramos Ono²

¹Professora Voluntária-Aposentada, vinculada ao Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP, Brasil, vsuieda@gmail.com

² Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área Zoologia, IB, UNESP, Campus de Botucatu

A mata ripária tem papel fundamental na manutenção da estabilidade dos corpos d'água, uma vez que evita grandes variações diárias de temperatura e erosão do solo adjacente, além de servir como um filtro na área de transição entre os ambientes aquático e terrestre, regulando a vazão do fluxo de água e a entrada de sedimentos e nutrientes (Barella et al. 2000). Além disso, esta vegetação também contribui como fonte de material alóctone para o ambiente aquático, sendo importante na disponibilidade de alimento para os organismos e exercendo influência em sua teia trófica (Uieda & Motta 2007).

O estudo conjunto de características do habitat e da fauna aquática pode ser utilizado para entender e prever impactos nos ambientes de água doce de pequeno porte, como por exemplo, os gerados pela retirada da mata ripária. Os trabalhos que estudam a relação entre os elementos da paisagem e a fauna de riachos têm focado na comparação de locais com diferentes alterações no entorno do corpo d'água. As metodologias mais comumente empregadas para a avaliação destes impactos são baseadas em atributos físicos e químicos da água, mas para complementar estas análises os macroinvertebrados tem sido frequentemente utilizados devido a sua capacidade de resposta frente a perturbações em diversos tipos de ambientes aquáticos e períodos do ano. Esta fauna é caracterizada pela alta diversidade de espécies, o que oferece uma ampla gama de tolerância a diferentes níveis de alterações no ambiente, pelo ciclo de vida longo e facilidade de amostragem, com técnicas de baixo custo e facilmente padronizadas, o que os torna eficientes para prever impactos ambientais.

Nos estudos relacionados ao uso de macroinvertebrados como indicadores ecológicos, duas abordagens podem ser utilizadas, a taxonômica e a funcional. A classificação dos macroinvertebrados dentro de grupos funcionais de alimentação (*Functional Feeding Groups*) foi criada e vem sendo aprimorada há mais de 30 anos, constituindo uma ferramenta importante para a construção do conhecimento acerca das relações tróficas e da dinâmica das comunidades (Vannote et al. 1980, Cummins et al. 2005). Alguns trabalhos têm utilizado esta abordagem funcional dos macroinvertebrados na caracterização de ambientes (Palmer et al. 1993, Cummins et al. 2005, Oliveira & Nessimian 2010, Shimano et al. 2012, Brasil et al. 2014), porém ainda é escasso o número de trabalhos que fazem a comparação da estrutura dos grupos funcionais de alimentação de macroinvertebrados em riachos com diferentes usos da terra (Fu et al. 2015, Castro et al. 2016, Fierro et al. 2017).

Como os córregos são afetados por múltiplas e interativas perturbações ligadas principalmente a efeitos difusos da paisagem, como erosão, assoreamento, perda da vegetação ripária e retificação do canal, se torna difícil relacionar a resposta da biota com o estresse causador (Allan 2004, Yoshida & Uieda 2013). Assim, a aplicação de protocolos ambientais que promovam um maior detalhamento das características do habitat pode garantir maior eficácia na implementação de medidas de conservação dos corpos d'água. Protocolos fundamentados principalmente na comparação de sensibilidade à poluição parecem ser mais adequados para aplicação em riachos urbanos, onde as modificações nos ambientes aquáticos são mais marcantes. Para riachos com a paisagem do entorno alterada, mas não sujeitos a impactos decorrentes da poluição urbana, a resposta desses protocolos pode não ser sensível o suficiente para prever estes impactos (Yoshida & Uieda 2013).

Com o objetivo de contribuir para a compreensão dos efeitos dos elementos da paisagem na estrutura dos corpos d'água e na estrutura taxonômica e funcional dos macroinvertebrados bentônicos desenvolvemos um trabalho em uma escala espacial ampla (4 microbacias, 36 riachos, três tipos de entorno). Este estudo foi realizado no município de Avaré, região centro-oeste do Estado de São Paulo, Brasil. Embora este município esteja inserido na UGRHI Médio Paranapanema (Unidade de Gestão de Recursos Hídricos), os tributários estudados estão localizados dentro dos limites da UGRHI Alto Paranapanema, compreendendo riachos de até terceira ordem localizados ao sul e a sudeste de Avaré. Os três perfis de conservação da mata ripária estudada e

comuns na região de estudo são: (1) Perfil Mata – riachos com mata ripária preservada nas duas margens; (2) Perfil Pasto – sem mata ripária e com presença de pastagem nas duas margens e (3) Perfil Intermediário - uma margem com mata e outra com pastagem. Para a tomada dos dados ambientais foi utilizado um protocolo de qualidade do habitat bastante detalhado e com métricas relacionadas à cobertura vegetal e características do canal (adaptado de Kaufmann et al. 1999), como tamanho e morfologia do canal, tipo de substrato, tipo de fluxo, abrigo para a fauna, além de variáveis químicas, como pH, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, turbidez e concentração de oxigênio dissolvido. Após a caracterização do habitat, os macroinvertebrados foram coletados (amostrador Surber com malha de 250 μ m e área de 900 cm²), em um total de cinco réplicas por riacho.

Para a abordagem taxonômica foram selecionadas 20 variáveis ambientais e para a abordagem funcional foram consideradas somente seis variáveis direta ou indiretamente relacionadas com a oferta e mecanismos de aquisição de alimento utilizados pelos macroinvertebrados. Para classificação dos grupos funcionais seguimos Cummins (1973) e para a atribuição dos grupos funcionais de alimentação aos táxons amostrados foi realizada uma busca de informações na literatura. A análise dos dados das duas abordagens foi realizada com os valores de abundância, riqueza, composição (similaridade de Jaccard), equitabilidade (Simpson), além da relação das variáveis do ambiente e abundância da fauna (abordagem taxonômica) ou dos grupos funcionais (abordagem funcional) com os perfis da mata ripária (Análise de redundância - RDA).

Os resultados da análise das variáveis ambientais confirmaram a vantagem do uso de um protocolo de qualidade do habitat mais detalhado, apontando para uma diferenciação nítida entre os riachos do perfil Mata e os riachos dos dois perfis alterados (Intermediário e Pasto). Os riachos de Mata foram associados com características de substrato grosseiro (granulometria > 16 mm), abrigo para a fauna constituído de pacotes de folhas e maior porcentual de mesohabitats de fluxo forte (corredeiras e rápidos). Por outro lado, os dois perfis alterados estiveram relacionados com maior porcentual de abrigos de macrófitas e de mesohabitats de fluxo fraco (poções). Estes resultados ressaltaram a importância da preservação da mata ripária para a manutenção da estrutura do habitat e como sua retirada pode desencadear processos erosivos, com sedimentação, modificação do fluxo e alteração do substrato.

A abordagem taxonômica para análise da estrutura da fauna não permitiu uma diferenciação nítida entre os perfis quando considerados os dados de abundância de cada táxon amostrado, provavelmente em função da grande dominância de hexápodes das ordens Diptera e Ephemeroptera, comuns em riachos de cabeceira. Porém, a maior abundância de grupos mais sensíveis, como Plecoptera e Trichoptera, nos riachos de Mata e a análise da composição (Jaccard) permitiram uma distinção nítida entre os riachos de Mata e os dois de perfis alterados.

Na análise da relação das variáveis do ambiente e abundância da fauna (abordagem taxonômica) com os perfis da mata ripária, foi encontrada uma forte relação de alguns táxons, como o efemeróptero *Americabaetis* e os dípteros Simuliidae e Tanyptodinae, com variáveis ambientais mais comuns em riachos de perfil alterado, como substrato fino, abrigo de macrófitas e mesohabitats de fluxo fraco.

Na abordagem funcional, apesar da análise da abundância mostrar uma tendência de menores valores no perfil Mata para todos os grupos funcionais, esta diferença entre perfis foi significativa somente para o grupo dos coletores. Porém, quando utilizados os dados de composição, somente o grupo dos predadores apresentou diferença significativa entre os perfis, com diferença na composição entre riachos florestados e de pastagem.

A menor abundância de macroinvertebrados nos riachos do perfil Mata para a maioria dos grupos funcionais era esperada, pois riachos mais preservados tendem a conter uma fauna mais especialista e mais sensível a perturbações no habitat, enquanto que locais mais alterados tendem a ter uma abundância alta de táxons, principalmente de grupos mais tolerantes a impactos (Hepp & Santos 2009). No grupo dos coletores, para os quais a diferença espacial foi significativa, pode ser observada a dominância do efemeróptero *Americabaetis* (Baetidae) somente nos riachos de entorno alterado, sendo que essa família é conhecida por ser muito tolerante a diferentes níveis de poluição (Callisto et al. 2001) e esse gênero é conhecido por estar associado à vegetação marginal (Domínguez & Fernández 2009), presente nos riachos dos entornos de Pasto e Intermediário.

Para a análise da composição, a diferença espacial comprovada somente para o grupo dos predadores pode estar relacionada com a maior riqueza de grupos dominantes no perfil Mata, com dois grupos (Diptera-Ceratopogonidae e Plecoptera-*Anacronetia*)

considerados como característicos de locais preservados (Patrick & Palavage 1994, Torres & Resende 2012) tendo se sobressaído em abundância somente neste perfil.

Na análise da diferenciação dos perfis de acordo com as variáveis ambientais e os grupos funcionais de alimentação em conjunto, quatro variáveis ambientais e todos os grupos funcionais de alimentação foram significativos para a separação dos perfis. Os riachos de Pasto se agruparam em função dos maiores valores de substrato fino e vegetação nas margens, características também associadas com a maior presença de filtradores, predadores e coletores. Os riachos de Mata se posicionaram de maneira oposta aos riachos de Pasto, mas não associados a algum dos grupos funcionais, provavelmente por terem apresentado os menores valores de abundância e riqueza de todos os grupos funcionais. O grupo dos raspadores e fragmentadores estiveram relacionados com maiores valores de oxigênio dissolvido e menores de sólidos totais dissolvidos, porém não se associaram diretamente a nenhum dos perfis. A não significância da influência de material alóctone na diferenciação dos perfis por esta análise pode ser um indicativo de que, apesar dos riachos de pastagem e intermediários não possuírem valores tão altos desse material, ele deve estar sendo carreado de trechos florestados localizados a montante. O maior percentual de substrato fino e de vegetação nas margens encontrado nos riachos de Pasto pode ser a causa da maior quantidade de predadores encontrados nessas áreas, uma vez que a falta de proteção de um substrato mais grosseiro e maior disponibilidade de esconderijo na vegetação geram uma maior exposição das presas aos predadores que utilizam a vegetação como local de emboscada (Milesi et al. 2016). Além disso, esta vegetação serve como local de abrigo e alimentação para uma fauna diversificada e abundante de coletores e filtradores.

A escala de “trecho” (“*reach scale*”, segundo Frissel et al. 1986) utilizada no trabalho foi adequada para o estudo das variáveis ambientais em relação aos perfis do estado de conservação da mata ripária e sua influência sobre a estrutura da fauna. Esta escala envolve eventos evolutivos que podem levar a processos de degradação associados com arraste de sedimento, erosão das margens e alterações na mata ripária (Frissel et al. 1986). As duas abordagens, taxonômica e funcional, permitiram comprovar a propriedade do uso de macroinvertebrados como indicadores ecológicos da qualidade do habitat em função do nível de preservação da mata ripária, quando analisados através de um protocolo detalhado e que permite relacionar a resposta da biota ao estresse causador. Uma relação forte entre riachos com retirada da mata ripária

e algumas características do habitat relacionadas com perda de qualidade ambiental pode ser estatisticamente comprovada.

Assim, o uso conjunto das abordagens taxonômica e funcional na avaliação do efeito de diferentes estados de conservação da mata ripária se mostrou apropriado e vantajoso para a compreensão do efeito destes impactos sobre a fauna de macroinvertebrados bentônicos em riachos.

Palavras-chave: ambiente aquático, indicadores ecológicos, variáveis ambientais.

Referências bibliográficas

- ALLAN, J.D. 2004. Landscapes and Riverscapes: The Influence of land use on stream ecosystems. **Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.** 35: 257–284.
- BARELLA, W., M. PETRERE-JR, W.S SMITH & L.F.A MONTAG. 2000. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho (eds.). **Matas ciliares Conservação e Recuperação**. p. 187–207.
- BRASIL, L.S., L. JUEN, J.D. BATISTA, M.G. PAVAN & H.S.R. Cabette. 2014. Longitudinal distribution of the Functional Feeding Groups of aquatic insects in streams of the Brazilian Cerrado Savanna. **Neotrop. Entomol.** 43: 421–428.
- CALLISTO, M., P. MORENO & F.A.R. BARBOSA. 2001. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. **Rev. Bras. Biol.** 61: 259–266.
- CASTRO, D.M.P. DE, D.R. DE CARVALHO, P. DOS S. POMPEU, M.Z. MOREIRA, G.B. NARDOTO & M. CALLISTO. 2016. Land use influences niche size and the assimilation of resources by benthic macroinvertebrates in tropical headwater streams. **PLoS One**. 11: 1–19.
- CUMMINS, K.W. 1973. Trophic relations of aquatic insects. **Annu. Rev. Entomol.** 18: 183–206.
- CUMMINS, K.W., R.W. MERRITT & P.C ANDRADE. 2005. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 40: 69–89.

- DOMÍNGUEZ, E. & H.R. FERNÁNDEZ. 2009. **Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos - Sistemática y biología**. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina.
- FIERRO, P., C. BERTRÁN, J. TAPIA, E. HAUENSTEIN, F. PEÑA-CORTÉS, V. VERGARA, C. CERNA & L. VARGAS-CHACOFF. 2017. Effects of local land-use on riparian vegetation, water quality, and the functional organization of macroinvertebrate assemblages. **Sci. Total Environ.** 609: 724–734.
- FRISSELL, C.L.J., W.J. LISS, N.B. GRIMM & D.E. BUSH. 1986. A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context. **Environ. Management.** 10 (2): 199-214.
- FU, L., Y. JIANG, J. DING, Q. LIU, Q-Z. PENG & M-Y. KANG. 2015. Impacts of land use and environmental factors on macroinvertebrate functional feeding groups in the Dongjiang River basin, southeast China. **J. Freshw. Ecol.** 31: 21–35.
- HEPP, L.U. & S. SANTOS. 2009. Benthic communities of streams related to different land uses in a hydrographic basin in southern Brazil. **Environ. Monit. Assess.** 157: 305–318.
- KAUFMANN, P.R., P. LEVINE, E.G. ROBISON, C. SEELIGER & D.V. PECK. 1999. **Quantifying Physical Habitat in Wadeable Streams**. EPA/620/R-99/003. U.S. Environmental Protection Agency, Washington.
- MILESI, S.V., S. DOLÉDEC & A.S. MELO. 2016. Substrate heterogeneity influences the trait composition of stream insect communities: an experimental in situ study. **Freshw. Sci.** 35: 1321–1329.
- OLIVEIRA, A.L.H. DE & J.L. NESSIMIAN. 2010. Spatial distribution and functional feeding groups of aquatic insect communities in Serra da Bocaina streams, southeastern Brazil. **Acta Limnol. Bras.** 22: 424–441.
- PALMER, C., J. KEEFFE & A. PALMER. 1993. Macroinvertebrate functional feeding groups in the middle and lower reaches of the Buffalo River, Eastern Cape, South Africa. II. Functional morphology and behaviour. **Freshw. Biol.** 29: 455–462.
- PATRICK, R. & D.M. PALAVAGE. 1994. The value of species as indicators of water quality. **Acad. Nat. Sci.** 145: 55–92.
- SHIMANO, Y., F.F. SALLES, L.R.R. FARIA, H.S.R. CABETTE & D.S. NOGUEIRA. 2012. Distribuição espacial das guildas tróficas e estruturação da comunidade de

Ephemeroptera (Insecta) em córregos do Cerrado de Mato Grosso, Brasil. **Iheringia Série Zool.** 102: 187–196.

TORRES, S.H.S. & D.L.M.C. RESENDE. 2012. Distribuição temporal e espacial de Plecoptera em um córrego no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Sul de Minas Gerais. **Enciclopédia Biosf.** 8: 1189–1200.

UIEDA, V.S. & R.L. MOTTA. 2007. Trophic organization and food web structure of southeastern Brazilian streams: a review. **Acta Limnol. Bras.** 19: 15–30.

VANNOTE, R.L., G.W. MINSHALL, K.W. CUMMINS, J.R. SEDELL & C.E. CUSHING. 1980. The River Continuum Concept. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 37: 130–137.

YOSHIDA, C.E & V.S. UIEDA. 2013. Mono and multimetric indices for the evaluation of water quality in Atlantic Forest streams. **Bioikos**, Campinas 27(2): 79-88.

MACROINVERTEBRADOS COMO BIOINDICADORES DE PROJETOS DE RESTAURAÇÃO DE RIACHOS

Thandy Junio da Silva Pinto¹ & Welber Senteio Smith^{1,2}

¹Universidade de São Paulo / USP, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais / CRHEA, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), Brasil, 13.560-970, thandyjuniosilva@usp.br.

²Universidade Paulista - UNIP, Campus Sorocaba, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Av. Independência, 752, Iporanga, Sorocaba (SP), Brasil, 18.103-000

Ecossistema aquático tem sofrido diversas alterações antrópicas, dentre as quais podem ser destacadas: (i) interferências nas características físicas e hidrogeomorfológicas, tais como canalização, mudanças no regime de descarga, construção de barreiras e barragens, assoreamento, etc.; (ii) interferências nas características físico-químicas da água e sedimento, principalmente pela descarga de efluentes domésticos e industriais e (iii) atividades e alterações em nível de bacia com consequências para os ecossistemas aquáticos, tais como supressão da vegetação ripária, atividades de agropecuária e construção civil, etc. Todas essas atividades implicam em impactos para as comunidades biológicas, com efeitos sobre a estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos. Considerando os impactos gerados por esses diversos estressores, medidas para recuperação dos ambientes degradados tornam-se necessárias, além do desenvolvimento de metodologias de monitoramento desses ambientes. Dentre tais medidas é possível destacar o desenvolvimento e implementação de projetos de restauração ecológica, que podem ter diversos objetivos conforme o grau de alteração do ambiente, do nível de recuperação a ser alcançado e dos recursos disponíveis. A implementação de tais projetos busca, em uma maioria dos casos, a recuperação dos habitats e consequentemente das comunidades aquáticas. Dessa forma, após a implantação desses projetos é necessário o monitoramento dos ambientes restaurados para avaliação do grau de recuperação e, consequentemente, do sucesso ou fracasso da implementação do projeto. Assim, o uso do biomonitoramento é uma eficiente alternativa e os macroinvertebrados têm sido largamente utilizados por apresentarem vantagens sobre outros grupos taxonômicos. Por isso, a palestra

ministrada terá como objetivo discutir a aplicabilidade da comunidade de macroinvertebrados como bioindicadores no monitoramento de projetos de restauração ecológica de riachos. Assim como, discutir alguns resultados encontrados na literatura especializada, apresentar alguns exemplos de projetos aplicados em âmbito de Brasil. Por fim, será discutido um estudo de caso da aplicação dessa assembleia de organismos como bioindicadores em um projeto de restauração ecológica, implementado no riacho da Campininha (Sorocaba-SP), e estabelecer uma comparação entre os resultados encontrado para um riacho tropical e resultados obtidos em ambientes temperados. Os macroinvertebrados apresentam-se como uma importante alternativa de avaliação dos processos de renaturalização, pois eles apresentam distintos grupos que reagem a diferentes fatores estressores, naturais e antrópicos, e são capazes de refletir as condições do corpo hídrico e da bacia hidrográfica como um todo. Ainda, sua aplicação é acessível, relativamente barata e pode refletir e integrar as condições da bacia tanto em escala do ambiente aquático, quanto de paisagem fora dos riachos. Em ambientes temperados a literatura mostra que os índices ecológicos tradicionalmente aplicados, tais como de riqueza e diversidade, não são suficientes para avaliação de projetos de restauração. Nesses casos, destaca-se a utilização de índices que levem em conta a sensibilidade dos organismos e a abordagem funcional, principalmente quando o objetivo da restauração é a recuperação dos habitats, da estrutura fragmentária e de ambientes impactados por fontes de poluição. Além da seleção dos melhores índices a serem aplicados, destaca-se que para uma efetiva avaliação da recuperação é preciso verificar quais condições serão utilizadas como referência para comparação dos dados obtidos. O riacho da Campininha, objeto do estudo de caso a ser discutido na palestra, passou por diversos impactos relacionados ao seu represamento e assoreamento, e pelo rompimento do seu barramento. A implementação do projeto de restauração após o acidente permitiu avaliar o processo de recuperação da comunidade de macroinvertebrados pela comparação da mudança da comunidade antes e após a implementação do projeto. Os resultados encontrados mostraram uma mudança na composição da comunidade e um grau de recuperação da mesma, apontando que para ambientes tropicais a dinâmica de recuperação, como o esperado, se difere de ambientes temperados, principalmente no que diz respeito ao tempo de resposta da comunidade.

CONECTANDO PEIXES, RIOS E PESSOAS:
A IMPORTÂNCIA DE RIOS LIVRES E VÁRZEAS CONSERVADAS

Palavras-chave: restauração ecológica, índices ecológicos, grupos funcionais alimentares, ambientes tropicais e temperados, ecologia aplicada.

AS ASSEMBLEIAS DE PEIXES DAS VÁRZEAS URBANAS DO RIO SOROCABA, SP, BRASIL

Marta Severino Stefani¹ & Welber Senteio Smith^{1,2}

¹Universidade de São Paulo / USP, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais / CRHEA, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), Brasil, 13.560-970, ma_stefani@hotmail.com

²Universidade Paulista - UNIP, Campus Sorocaba, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Av. Independência, 752, Iporanga, Sorocaba (SP), Brasil, 18.103-000

O rio Sorocaba apresenta ao longo de seu percurso em seu trecho urbano, diversas áreas de várzea remanescentes, que se encontram sob constante ameaça devido à ocupação e degradação. A impermeabilização a qual essas áreas estão sendo submetidas é uma das grandes ameaças para os peixes do rio Sorocaba, sendo que os mesmos são dependentes das várzeas para reprodução e crescimento. As várzeas representam um dos mais importantes ambientes relacionados à ictiofauna, e dentro das cidades está entre os ambientes mais perturbados e antropizados, devido ao histórico de ocupação ao redor de rios.

Entre os ambientes de várzea estão as lagoas marginais, que estão presentes ao longo do trecho urbano do Município de Sorocaba em vários locais, e são permanentes ou temporárias de acordo com a sazonalidade, podendo estar conectadas com o rio ou não (Smith et al., 2014). A comunidade de peixes desloca-se entre o rio principal e as áreas de várzeas e lagoas para que possam se reproduzir de acordo com o seu ciclo de vida, que é sincronizado com o ciclo hidrológico. Nas diversas lagoas marginais ao longo dos rios são encontradas diversas espécies de peixes, e entre essas espécies, algumas passam toda a sua vida nesses locais, são as espécies de pequeno e médio porte chamadas espécies sedentárias.

As áreas adjacentes e o leito do rio se conectam em períodos de cheia, possibilitando que os indivíduos tenham acesso a uma maior quantidade de recursos e maior disponibilidade de abrigos, inclusive para as espécies migradoras (Cunico et al., 2008). Alterações nas áreas de inundação podem interferir de maneira negativa em relação à ictiofauna através de modificações em seu hábitat e em seus hábitos

alimentares, causadas pela diminuição de alimentos disponíveis, além de causarem modificações nos locais de reprodução, desova e desenvolvimento de ovos e larvas (Claro et al., 2004). Essas alterações ambientais têm gerado uma série de discussões no meio científico, onde têm se buscado evidenciar os danos causados sem a efetiva proteção das áreas marginais dos corpos d'água e, também para que se possam propor meios para proteger essas áreas e mitigar os danos que já tem sido causados durante os últimos anos (Piedade et al., 2012).

Para a ictiofauna, a época das cheias representa o momento em que os indivíduos entrarão na fase de reprodução, e influenciados pela luminosidade, turbidez, temperatura e qualidade da água, os peixes procuram por locais para que possam completar o seu ciclo reprodutivo. Nas várzeas, durante o período de inundação a disponibilidade de alimento e abrigo para os peixes aumenta, se tornando o local ideal para a fase de reprodução e crescimento (Echevarría & Allison, 2014).

Foi realizado um estudo nas lagoas marginais do rio Sorocaba entre os anos de 1993 e 1994 onde Smith e Barrella (2000) constataram que as lagoas apresentavam melhores condições para a ictiofauna do que o próprio rio Sorocaba. Os níveis de oxigênio dissolvido se encontravam menores no rio Sorocaba do que nas lagoas marginais, devido ao despejo de esgoto doméstico e industrial que acontecia nesta época em suas águas.

De acordo com Smith et al. (2014), há 53 espécies de peixes distribuídas em 7 ordens e 19 famílias no município de Sorocaba, sendo que 12 espécies são migradoras, entre elas *Prochilodus lineatus* e *Salminus hilarii*. Em relação às lagoas marginais um total de 33 espécies foram registradas até o ano de 2014. Recentemente, no ano de 2017, foram registradas 33 espécies de peixes no rio Sorocaba e em suas várzeas, pertencentes a 6 ordens e 13 famílias. Characiformes e Siluriformes são as ordens mais representativas. Cinco espécies exóticas foram coletadas: *Tilapia rendalli*, *Oreochromis niloticus*, *Pterygoplichthys anisitsi*, *Poecilia reticulata* e *Poecilia vivipara*. Do total dessas 33 espécies coletadas apenas 5 não foram coletadas nas várzeas (*Astyanax paranae*, *Hypostomus margaritifer*, *Pimelodella meeki*, *Synbranchus marmoratus* e *Tilapia rendalli*). Foi constatada a presença de *Astyanax altiparanae*, *Astyanax fasciatus* e *Prochilodus lineatus*, que são espécies migradoras amplamente distribuídas ao longo do rio Sorocaba dentro do município e em suas várzeas.

A presença dessas espécies nas várzeas urbanas do rio Sorocaba demonstra o quão importante é a sua conservação, pois são essas áreas que mantêm a diversidade de espécies no rio. A manutenção das espécies de peixes se deve ao fato da existência de tais áreas que são essenciais para a ictiofauna, e mesmo assim têm sido negligenciadas nas cidades. A Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Federal 12.651 de 25 de maio de 2012), que substituiu o antigo Código Florestal, agora permite que essas áreas sejam ocupadas fazendo com que sua perda seja muito maior do que na legislação anterior. Entretanto, o Plano Diretor do município de Sorocaba (Lei nº 11.022, de 16 de dezembro de 2014), define como uma prioridade a manutenção da vegetação ciliar e outros tipos de cobertura vegetal a fim de possibilitar a permeabilidade do solo e a drenagem nas Áreas de Preservação Permanente. Tal objetivo poderia ser alcançado através da implantação de parques urbanos nas zonas de conservação do rio Sorocaba e também de alguns de seus afluentes e principalmente através de parques lineares que permitam conexões entre fragmentos de vegetação.

Palavras-chave: ictiofauna, lagoas marginais, espécies migradoras, legislação ambiental, impactos ambientais.

Referências bibliográficas

- CLARO-JR, L. et al. O efeito da floresta alagada na alimentação de três espécies de peixes onívoros em lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 1, p. 133-137, 2004.
- CUNICO, A. M. et al. Influência do nível hidrológico sobre a assembleia de peixes em lagoa sazonalmente isolada da planície de inundação do alto rio Paraná. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 24, n. 0, p. 383–389, 2008.
- ECHEVARRÍA, G. & MACHADO-ALLISON, A. Comunidades de peces en planicies de inundación de ríos tropicales: Factores que intervienen en su estructura. Fish communities in floodplains of tropical rivers: Structure factors. **Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales**, v. 1, p. 35-67l 2014.
- PIEDADE, M. T. F. et al. As áreas úmidas no âmbito do Código Florestal Brasileiro. In: **Comitê Brasil em defesa das florestas e do desenvolvimento sustentável**. Código

Florestal e Ciência: o que nossos legisladores ainda precisam saber. Brasília, 2012, p. 9 - 17.

SMITH, W. S.; BARRELLA, W. The ichthyofauna of the marginal lagoons of the Sorocaba River, SP, Brazil: composition, abundance and effect of the anthropogenic actions. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 4, p. 627-632, 2000.

SMITH, W. S.; BIAGIONI, R. C.; BARRELA, W. Ictiofauna do Município de Sorocaba. In **Biodiversidade do Município de Sorocaba**. 1.ed. Sorocaba: 2014. 158-172, 2014.

SOROCABA. Lei nº 11.022, de 16 de dezembro de 2014 - **Dispõe sobre a revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Físico Territorial do Município de Sorocaba e dá outras providências**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a2/plano-diretor-sorocaba-sp>>. Acesso em 07 out. 2017.

PEQUENOS RIACHOS, PEQUENAS BARRAGENS E O NOVO CÓDIGO FLORESTAL: DESAFIOS PARA A SUSTENTABILIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS

Ricardo Hideo Taniwaki¹

¹Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências e Tecnologias para a Sustentabilidade. Sorocaba, SP, Brasil, rht.bio@gmail.com.

Riachos de primeira ordem são os ambientes aquáticos de maior presença em uma bacia hidrográfica, chegando a representar 60% de toda a rede de drenagem. Esses ambientes requerem proteção por leis, pois são um dos ambientes aquáticos mais impactados por atividades antrópicas. Uma das características mais importantes para a proteção dos riachos de primeira ordem é a presença de faixas de vegetação ripária em seu entorno. A vegetação ripária pode reter nutrientes, sedimentos e aumentar a infiltração da água. A Lei de Proteção da Vegetação Nativa, conhecida popularmente como Novo Código Florestal removeu consideravelmente a proteção desses ambientes, reduzindo em alguns casos, a largura das florestas ripárias de 30 para 5 metros. Além disso, removeu a necessidade de proteção desses ambientes em riachos intermitentes. Outro aspecto importante da LPVN é que não protege pequenas barragens em riachos, que por si só, é prejudicial à dinâmica e funcionamento de riachos. O texto abaixo descreve e reflete sobre os principais aspectos da LPVN e as suas consequências para os pequenos riachos no Brasil.

Palavras-chave: riachos tropicais, novo Código Florestal, barragens, Lei de Proteção da Vegetação Nativa.

Os riachos de primeira ordem são definidos como corpos d'água intermitentes ou perenes sem afluentes temporários ou perenes (Freeman, Pringle & Jackson 2007). Eles são os corpos d'água menores em uma área de captação, mas, cumulativamente, representam a maior parte do comprimento total de canais em uma bacia hidrográfica (Lowe & Likens 2005; Downing *et al.* 2012; Taniwaki *et al.* 2017b). Como eles conectam sistemas de terras altas e ripários com o resto da rede fluvial, os fluxos de primeira ordem controlam a qualidade da água, a biodiversidade e a saúde ecológica de

todas as redes de drenagem e vias navegáveis (Lowe & Liken 2005). Consequentemente, a degradação ou perda de fluxos de primeira ordem por atividades antropogênicas pode causar sérios impactos ambientais e alterar a estrutura e a função dos corpos d'água de recepção à jusante (Covich, Crowl & Heartsill-Scalley 2006; Lorion & Kennedy 2009; Taniwaki *et al.* 2017a). Cada vez mais, os impactos socioeconômicos, como o aumento do risco de escassez de água, como observado recentemente na cidade de São Paulo, também estão sendo considerados uma das maiores crises de água da história do Brasil (Dobrovolski & Rattis 2015).

Dependendo do uso da terra, os riachos de primeira ordem podem desaparecer da paisagem se as taxas de erosão forem superiores à capacidade de transporte de sedimentos dos canais (Faria 2014). Portanto, os riachos de primeira ordem são altamente vulneráveis a distúrbios mediados por humanos e exigem uma proteção efetiva da legislação. A maior qualidade da água em uma bacia hidrográfica geralmente é encontrada em nascentes e em riachos de primeira ordem (von Fumetti, Nagel & Baltes 2007; Cantonati *et al.* 2012). No entanto, as atividades agrícolas e a urbanização podem mudar radicalmente sua dinâmica de fluxo e nutrientes, reduzindo a qualidade da água e a disponibilidade de água devido à alta conectividade desses ecossistemas com as paisagens adjacentes (Alexander *et al.* 2007; Taniwaki *et al.* 2017a).

Um evento que chamou a atenção para os riachos de primeira ordem no Brasil foram as modificações da Lei de Proteção à Vegetação Nativa do Brasil (Lei nº 12.651 / 2012, a seguir - LPVN), que substituiu o Código Florestal de 1965. Esta é a principal lei para a conservação de fluxos de água, uma vez que estabelece a proteção obrigatória e, em alguns casos, a restauração da vegetação nativa em torno de nascentes e ao longo de rios e riachos, que são legalmente consideradas como áreas de proteção permanente (APP) (Brancalion *et al.* 2016). A largura da vegetação ripária que deve ser protegida ao longo de ambos os lados de um curso de água é definida pela largura do curso de água (Brancalion *et al.* 2016). Para riachos de primeira ordem (<10m de largura), a largura da vegetação ripária obrigatória conforme a LPVN é de 30 metros. Se a vegetação nativa já foi convertida em usos alternativos da terra, a cobertura da vegetação nativa deve ser recuperada em uma porção da APP ou em sua extensão total, dependendo do tamanho da propriedade (Brancalion *et al.* 2016). De acordo com a LPVN, em uma propriedade pequena, a largura da vegetação ripária pode ser de somente 5 metros, enquanto que em grandes fazendas a sua largura pode variar de 20 a 100 m. Como a maioria dos riachos

de primeira ordem tem menos de 10 m de largura, as demandas de restauração foram severamente reduzidas (Soares-Filho *et al.* 2014). Este é um aspecto negativo fundamental do NVPL contra riachos de primeira ordem, uma vez que a vegetação ripária é conhecida por ajudar a proteger os corpos d'água de uma ampla gama de impactos antropogênicos, como mudanças do uso da terra, mudanças climáticas, a eutrofização e o excesso de sedimentos (Ferreira *et al.* 2012; Souza *et al.* 2013; Peñuelas *et al.* 2013; Taniwaki *et al.* 2017a).

Outro aspecto polêmico das recentes modificações no NVPL está relacionado a riachos efêmeros e nascentes. No Código Florestal de 1965, os riachos efêmeros e intermitentes não foram definidos como diferentes corpos d'água, sendo considerados como qualquer outra parte da rede de drenagem e protegidos em conformidade. Na LPVN, a proteção ou restauração da vegetação ripária não é mais obrigatória para a proteção de ecossistemas aquáticos efêmeros; no entanto, a proteção desses ecossistemas é provavelmente mais relevante do que nunca, já que as previsões sugerem que os riachos efêmeros se tornarão mais abundantes à medida que a frequência e a magnitude das secas aumentam com as mudanças climáticas (Gomez-Gener *et al.* 2016; Taniwaki *et al.* 2017b). Os fluxos efêmeros representam uma importante fonte de emissões de dióxido de carbono por ambientes aquáticos (Hotchkiss *et al.* 2015; Gomez-Gener *et al.* 2016), de modo que aumentar sua abundância pode criar um feedback positivo para a mudança climática, aumentando as emissões de gases de efeito estufa. Devido a essas limitações da LPVN, vários estudos têm contestado a redução da largura da vegetação ripária, tendo em vista as consequências negativas para a biodiversidade e o bem-estar humano (Soares-Filho *et al.* 2014; Brancalion *et al.* 2016).

Ao analisar os conjuntos de dados na escala local, um estudo detectou um número notável de pequenas barragens em riachos de primeira ordem (Taniwaki *et al.* 2018). Enquanto as construções de pequenas barragens são uma prática comum no Brasil com a finalidade de irrigação, pesca, recreação e hidratação do gado, a intervenção muda a dinâmica da retenção de nutrientes, fluxos de nutrientes, vazão e também cria barreiras para a migração de organismos aquáticos (Leal *et al.* 2016). No total, cerca de 15% dos riachos de primeira ordem no Estado de São Paulo foram impactados por pequenas barragens, que geralmente eram menores que 1 hectare (Taniwaki *et al.* 2018). As consequências ultrapassam os impactos potenciais na estrutura, função e diversidade de ecossistemas lóticos, pois a proteção e restauração de

vegetação ripária não é obrigatória para pequenas barragens (até 1ha) de acordo com a LPVN (Taniwaki *et al.* 2018).

Portanto, a remoção de pequenas barragens e a proteção de riachos de primeira ordem deve ser incorporada nas novas leis ambientais brasileiras e nas leis estaduais e municipais, para evitar a degradação constante desses ambientes frágeis e desprovidos de leis de proteção efetiva. Vale ressaltar que além dos benefícios à biodiversidade, a proteção de riachos de primeira ordem reflete imediatamente na quantidade e qualidade da água em toda bacia hidrográfica, considerando que esses ambientes são os ambientes aquáticos com maior presença em bacias hidrográficas. Nesse sentido, proteger riachos de primeira ordem significa parcialmente garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos.

Referências bibliográficas

- ALEXANDER, R.B., BOYER, E.W., SMITH, R.A., SCHWARZ, G.E. & MOORE, R.B. (2007) The role of headwater streams in downstream water quality. **Journal of the American Water Resources Association**, **43**, 41–59.
- BRANCALION, P.H.S., GARCIA, L.C., LOYOLA, R., RODRIGUES, R.R., PILLAR, V.D. & LEWINSOHN, T.M. (2016) A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives. **Natureza & Conservação**, **14**, 1–15.
- CANTONATI, M., FUEREDER, L., GERECKE, R., JUETTNER, I. & COX, E.J. (2012) Crenic habitats, hotspots for freshwater biodiversity conservation: toward an understanding of their ecology. **Freshwater Science**, **31**, 463–480.
- COVICH, A.P., CROWL, T.A. & HEARTSILL-SCALLEY, T. (2006) Effects of drought and hurricane disturbances on headwater distributions of palaemonid river shrimp (*Macrobrachium* spp.) in the Luquillo Mountains, Puerto Rico. **Journal of the North American Benthological Society**, **25**, 99–107.
- DOBROVOLSKI, R. & RATTIS, L. (2015) Water collapse in Brazil: the danger of relying on what you neglect. **Natureza & Conservação**, **13**, 80–83.
- DOWNING, J.A., COLE, J.J., DUARTE, C.M., MIDDELBURG, J.J., MELACK, J.M., PRAIRIE, Y.T., KORTELAJINEN, P., STRIEGL, R.G., MCDOWELL, W.H. & TRANVIK, L.J. (2012) Global abundance and size distribution of streams and rivers.

Inland Waters, 2.

FARIA, A.P. (2014) Transporte de sedimentos em canais fluviais de primeira ordem: respostas geomorfológicas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, **2**, 191–202.

FERREIRA, A., CYRINO, J.E.P., DUARTE-NETO, P.J. & MARTINELLI, L.A. (2012) Permeability of riparian forest strips in agricultural, small subtropical watersheds in south-eastern Brazil. **Marine and Freshwater Research**, **63**, 1272–1282.

FREEMAN, M.C., PRINGLE, C.M. & JACKSON, C.R. (2007) Hydrologic Connectivity and the Contribution of Stream Headwaters to Ecological Integrity at Regional Scales¹. **JAWRA Journal of the American Water Resources Association**, **43**, 5–14.

VON FUMETTI, S., NAGEL, P. & BALTES, B. (2007) Where a springhead becomes a springbrook - a regional zonation of springs. **Fundamental and Applied Limnology**, **169**, 37–48.

GOMEZ-GENER, L., OBRADOR, B., MARCE, R., ACUNA, V., CATALAN, N., CASAS-RUIZ, J.P., SABATER, S., MUNOZ, I. & VON SCHILLER, D. (2016) When Water Vanishes: Magnitude and Regulation of Carbon Dioxide Emissions from Dry Temporary Streams. *Ecosystems*, **19**, 710–723.

HOTCHKISS, E.R., HALL JR, R.O., SPONSELLER, R.A., BUTMAN, D., KLAMINDER, J., LAUDON, H., ROSVALL, M. & KARLSSON, J. (2015) Sources of and processes controlling CO₂ emissions change with the size of streams and rivers. *Nature Geosci*, **advance on**.

LEAL, C.G., POMPEU, P.S., GARDNER, T.A., LEITÃO, R.P., HUGHES, R.M., KAUFMANN, P.R., ZUANON, J., DE PAULA, F.R., FERRAZ, S.F.B., THOMSON, J.R., MAC NALLY, R., FERREIRA, J. & BARLOW, J. (2016) Multi-scale assessment of human-induced changes to Amazonian instream habitats. **Landscape Ecology**, **31**, 1725–1745.

LORION, C.M. & KENNEDY, B.P. (2009) Riparian forest buffers mitigate the effects of deforestation on fish assemblages in tropical headwater streams. **Ecological Applications**, **19**, 468–479.

LOWE, W.H. & LIKEN, G.E. (2005) Moving Headwater Streams to the Head of the Class. **BioScience**, **55**, 196.

PEÑUELAS, J., SARDANS, J., ESTIARTE, M., OGAYA, R., CARNICER, J., COLL, M., BARBETA, A., RIVAS-UBACH, A., LLUSIÀ, J., GARBULSKY, M., FILELLA,

- I. & JUMP, A.S. (2013) Evidence of current impact of climate change on life: a walk from genes to the biosphere. **Global Change Biology**, **19**, 2303–2338.
- SOARES-FILHO, B., RAJÃO, R., MACEDO, M., CARNEIRO, A., COSTA, W., COE, M., RODRIGUES, H. & ALENCAR, A. (2014) Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, **344**, 363–364.
- SOUZA, A.L.T., FONSECA, D.G., LIBORIO, R.A. & TANAKA, M.O. (2013) Influence of riparian vegetation and forest structure on the water quality of rural low-order streams in SE Brazil. **Forest Ecology and Management**, **298**, 12–18.
- TANIWAKI, R.H., CASSIANO, C.C., FILOSO, S., FERRAZ, S.F.B., CAMARGO, P.B. & MARTINELLI, L.A. (2017a) Impacts of converting low-intensity pastureland to high-intensity bioenergy cropland on the water quality of tropical streams in Brazil. **Science of The Total Environment**, **584–585**, 339–347.
- TANIWAKI, R.H., FORTE, Y.A., SILVA, G.O., BRANCALION, P.H.S., COGUETO, C. V, FILOSO, S. & FERRAZ, S.F.B. (2018) The Native Vegetation Protection Law of Brazil and the challenge for first-order stream conservation. **Perspectives in Ecology and Conservation**, **16**, 49–53.
- TANIWAKI, R.H., PIGGOTT, J.J., FERRAZ, S.F.B. & MATTHAEI, C.D. (2017b) Climate change and multiple stressors in small tropical streams. **Hydrobiologia**, **793**, 41–53.

RENATURALIZAÇÃO DE RIACHOS: O CASO DO CÓRREGO DA CAMPININHA

Welber Senteio Smith^{1,2} & Paula Andréa Pannunzio Moreira³

¹Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional de Ecossistemas, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Paulista *campus* Sorocaba.

²Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais/ CRHEA, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo – USP, welber_smith@uol.com.br

³Universidade de Sorocaba, Sorocaba, Brasil

A Restauração Ecológica é o processo e a prática de auxiliar a recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído (SER, 2004). Recuperação é um termo genérico aplicado a todas as atividades que visam melhorar as condições ambientais de um dado ecossistema degradado, podendo incluir ações de engenharia ecológica, recuperação de áreas degradadas, reabilitação ecológica e restauração ecológica. Renaturalização, Revitalização e Reabilitação é a melhoria das funções do ecossistema sem que necessariamente se atinja um retorno a condições pré-distúrbios (ROSENBERG & RESH, 1993). Geralmente é dada ênfase à recuperação de processos e funções do ecossistema para aumentar o fluxo de serviços e benefícios às pessoas, mas sem que haja uma intenção explícita em se restabelecer a composição e estrutura originais do ecossistema (ARONSON et al., 2011).

A restauração ecológica de ecossistemas degradados pode ser considerada um dos mais importantes instrumentos de manejo e recuperação. Esse processo é uma atividade deliberada, que inicia ou acelera a recuperação de um ecossistema com respeito à sua saúde, integridade e sustentabilidade (PALMER et al., 2010). Com frequência, o ecossistema que requer restauração foi degradado, danificado, transformado ou totalmente destruído como resultado direto ou indireto das atividades humanas. Em alguns casos, esses impactos aos ecossistemas foram causados ou agravados por causas naturais, tais como incêndios, inundações, tempestades ou erupções vulcânicas, até um grau em que o ecossistema não pode restabelecer-se por si próprio, conforme seu estado anterior à alteração ou à sua trajetória histórica de desenvolvimento. Uma vez que se toma a decisão de restaurar, o projeto requer um

planejamento cuidadoso e sistemático, além de um plano de acompanhamento dirigido ao restabelecimento do ecossistema (BRANCALION & LIMA, 2013)

No Brasil, assim como em muitos outros países, sempre houve uma grande tendência em eliminar os rios e córregos do contexto urbano, executando sua canalização, retificando seu leito e eliminando a mata ciliar. Estas intervenções visavam construir grandes avenidas, afastar o ambiente ora insalubre pelo lançamento de esgoto das pessoas e até reduzir enchentes. Estas ações trouxeram muitas consequências, que culminaram em impactos severos nesses ecossistemas (RIGOTTI & POMPEO, 2011). A partir da necessidade de sanar estes impactos, foi percebido que se deve adequar o sistema de crescimento urbano com a preservação dos córregos (SANCHEZ & JACOBI, 2012).

O primeiro passo para implementar um projeto de restauração de um rio deve ser baseado no estabelecimento das condições de sua degradação. Entre os pontos a serem caracterizados estão: aspecto físico do rio; vazão da água; qualidade da água, condições da mata ciliar, diversidade e riqueza de habitats (CASTRO et al., 2012). Além de mencionar estes aspectos, é necessário também constatar outros fatores que podem elevar o potencial da degradação. São eles: represamento, dragagem, erosão, remoção da mata ciliar, atividades agrícolas, pecuárias, mineração, poluição difusa e pontual (LAMOUROUX & OLIVIER, 2015). Para auxiliar projetos de restauração ecológica a NRRSS (NATIONAL RIVER RESTORATION SCIENCE SYNTHESIS), estabeleceu treze abordagens para efetivar o manejo de rios degradados:

1. estética/recreacional/educacional - atividades que engrandecem os valores comunitários tais quais o uso, aparência, acesso, segurança e conhecimento;
2. estabilização de margem - práticas destinadas a reduzir/eliminar erosão ou deslizamento do material da margem para dentro do canal fluvial;
3. reconfiguração de canal - alteração da forma em planta do canal ou perfil longitudinal e/ou “daylighting” (convertendo galerias pluviais e tubulações em canais abertos) - inclui restauração de meandros fluviais e estruturas internas do canal que alterem o seu talvegue;
4. remoção de barragem/reajuste - remoção de barragens e diques ou modificação/reajustes de uma barragem existente para reduzir impactos ecológicos negativos, exclui modificação de barragem destinada para melhorar a passagem de peixe;

5. passagem para peixe - remoção de barreiras para a migração de peixes a montante/jusante, inclui a remoção física de barreiras e também a construção de caminhos alternativos, bem como a criação de barreiras de migração posicionadas em locais estratégicos ao longo dos rios para prevenir o acesso de espécies indesejáveis a áreas a montante;
6. reconexão de planície de inundação - práticas que facultam o alcance das cheias nas áreas da planície de inundação e/ou promovem o fluxo de organismos e materiais entre a margem e as áreas da planície de inundação;
7. modificação de fluxo - prática que altera a sincronia e aporte da água aos canais, associada com a liberação de represamento e construção de reguladores de fluxo, não inclui o gerenciamento de água pluvial tipicamente (mas não necessariamente);
8. melhoria de habitat no interior do canal – alterando-se a complexidade estrutural para aumentar a disponibilidade e diversidade de habitat para organismos alvos e a provisão de habitat de alimentação e refúgio ou situações de distúrbio e predação;
9. gerenciamento de espécies no interior do canal - práticas que diretamente alteram a distribuição e abundância de espécies aquáticas nativas, através da adição (abastecimento) ou translocação de espécies de plantas e/ou animal ou a remoção de espécies exóticas; exclui manipulações físicas de habitat/território de alimentação;
10. aquisição de terra - práticas que obtêm arrendamento/título/servidão para as terras nas margens de canais com propósito explícito de remoção ou preservação de agentes de impactos e/ou facilitar futuros projetos de restauração;
11. gerenciamento ribeirinho - revegetação da zona ribeirinha e/ou remoção de espécies; exclui plantação localizada para estabilizar áreas de margens;
12. gerenciamento de água pluvial - caso especial de modificação de fluxo que inclui a construção e gerenciamento de estruturas (pequenos lagos, brejos e reguladores de fluxos) em áreas urbanas para modificar a liberação do escoamento para os cursos de água a partir de bacias com elevada impermeabilidade, essas práticas/estruturas geralmente têm o objetivo de reduzir pico de fluxo e sua duração;
13. gerenciamento da qualidade da água - práticas que protegem a qualidade existente da água ou de modificação na composição química e/ou carga de partículas em suspensão, remediação de resíduos oriundos de minas, como também separação da concentração de sedimentos orgânicos (CSO) estão incluídos nessa categoria. Exclui gerenciamento da quantidade de escoamento urbano.

O estudo de caso relatado aqui, se refere à restauração de um trecho de 1 km do córrego da Campininha que está localizada na região norte do município de Sorocaba, estado de São Paulo em uma área que sofreu pressão antrópica devido ao crescimento industrial do município, sob as coordenadas geográficas: 23°22'39.53"S e 47°28'16.42"O. Historicamente a área pertencia a uma propriedade rural da qual o riacho foi barrado para a construção de um lago, utilizado como bebedouro para o gado e criação de algumas espécies de peixes, como por exemplo, tilápias. Dessa forma, houve uma descaracterização da cabeceira do pequeno riacho denominado córrego da Campininha.

Além disso, a vegetação ripária sofreu supressão que provocou o transporte de sedimentos ao lago. Em meados de 2010, esse processo se intensificou devido à terraplanagem para a pavimentação da avenida próxima ao riacho. Em 2011 (chegando a ultrapassar 165 mm), chuvas intensas resultaram no deslocamento de grande quantidade de sedimentos para o lago, resultando no seu assoreamento, reduzindo a sua área e profundidade. As chuvas excessivas resultaram no deslocamento de sedimentos para o lago, redução da área do mesmo e assoreamento. No final de 2013, a barragem existente rompeu e grande quantidade de sedimento acumulado foi transportado rio abaixo, alterando todo o leito por quase 1 km.

A partir desse histórico foi elaborado um projeto para restauração desse trecho do riacho, optando-se por não refazer o ambiente lântico e sim o lótico. Elaborou-se a caracterização e diagnóstico ambiental pré-restauração para avaliar as necessidades do córrego e a elaboração do projeto. O projeto baseou-se em 4 intervenções:

- 1- Recuperação da margem: contenção das margens e evitar deslizamentos de sedimentos e processos erosivos e preparação para receber os plantios;
- 2- Recuperação do leito;
- 3- Plantio de grama nas margens e após o plantio de mudas nativas: contenção das margens e evitar deslizamentos de sedimentos e processos erosivos além da recuperação da mata ripária;
- 4- Construção de um gabião: necessário para conectar os trechos a montante e a jusante no ponto da antiga barragem, pois apresenta diferença de nível. Além disso, serve para drenagem de águas pluviais e contenção parcial das margens.

A partir das intervenções realizadas o córrego foi sendo reabilitado e o aspecto funcional do sistema lótico foi sendo restabelecido, alcançando a funcionalidade ecológica. Deve ser ressaltado que no local onde foi construído o gabião há um desnível de 3 metros que é um obstáculo para a colonização dos trechos a montante pela biota aquática proveniente do trecho a jusante. Estudos futuros devem reavaliar a substituição deste e a redução desse desnível. Concluímos que as intervenções executadas no córrego da Campininha foram favoráveis, porém, não consideramos como restauração efetivada. Para considerar como restaurado, haverá a necessidade de um prazo maior e realizar o monitoramento da biota aquática que é uma importante ferramenta de avaliação de processos de restauração.

Palavras-chave: restauração ecológica, impactos ambientais, rios degradados.

Referências bibliográficas

- ARONSON, J.; DURIGAN, G. & BRANCALION, P. H. S. **Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica**. São Paulo: Instituto Florestal, 2011. (If Série Registros, n.44).
- BRANCALION, P. H. S. & LIMA, L. R. Restauração ecológica como estratégia de resgate e conservação da biodiversidade em paisagens antrópicas tropicais. In: PERES, C. A. et al. (Orgs.). **Conservação da biodiversidade em paisagens antropizadas do Brasil**. Curitiba: UFPR, 2013.
- CASTRO, D.; MELLO, R. S. P. & POESTER, G. C (Orgs.). **Práticas para restauração da mata ciliar**. Porto Alegre: Catarse, 2012.
- LAMOUREUX, N. & OLIVIER, J. M.; Testing predictions of changes in fish abundance and community structure after flow restoration in four reaches of a large river (French Rhone). **Freshwater Biology**, v. 60, n. 6, p. 1118-1130, June 2015.
- PALMER, M. A.; MENNINGER, H. L. & BERNHARDT, E. River restoration, habitat heterogeneity and biodiversity: a failure of theory or practice? **Freshwater Biology**, v. 55, Suppl. 1, p.205–222, Jan. 2010.
- RIGOTTI, J. A. & POMPÊO, C. A. Estudo de revitalização de cursos d'água: Bacia Hidrográfica do Futuro campus UFSC, Joinville - SC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO

DE RECURSOS HIDRICOS, 19.: 2011, Maceió, AL. [**Anais...**]. Porto Alegre: ABRH, 2011.

ROSENBERG, D. M. & RESH, V. H. Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. In: (Eds.). **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall, 1993.

SANCHEZ, S. S. & JACOBI, P. Políticas de Recuperação de Rios Urbanos na cidade de São Paulo. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, Recife, v. 14, n. 2, p. 119-132, nov. 2012.

SOCIETY for ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL SCIENCE & POLICITY WORKING GROUP. 2004. **The SER international Primer on Ecological Restoration**. www.ser.org & Tucson.

SUCESSOS E FALHAS OBSERVADOS NA APLICAÇÃO DE UM MODELO DE RECUPERAÇÃO DE MULTIESCALA EM VÁRIOS AMBIENTES – UMA VISÃO GERAL

Alexandre Marco da Silva¹, Karen Regina Castelli¹, Ludmila Araujo Bortoleto¹, Pablo Bettio Mendes¹, Kristiane Ramos Primo¹ & Rosiane Argenton e Silva¹

¹UNESP, Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Departamento de Engenharia Ambiental e Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, amsilva@sorocaba.unesp.br

O processo de fragmentação das paisagens e degradação dos cursos d'água tem nos levado a duas opções complementares realistas: (1) desenvolver técnicas e abordagens para conservar os ecossistemas remanescentes saudáveis e (2) restaurar locais degradados. A segunda opção pode ser conduzida por projetos que se concentram em restaurar ou reabilitar o ambiente degradado. Um modelo multiescalar foi testado através de um conjunto de projetos de escala piloto em Sorocaba durante os anos 2016, 2017 e início de 2018. Foram realizados quatro projetos para testar a eficácia das técnicas dedicadas à resolução de diferentes problemas de degradação ambiental (isolamento de fragmentos, perda de biodiversidade, erosão do solo e bioinvasão) em diferentes ambientes (floresta, solo e rios) através da aceleração e orientação do processo de restauração. Os projetos são constituídos por técnicas e abordagens que são todas baratas, baseadas naturalmente e fáceis de implementar e com alta probabilidade de compreensão e aceitação social. Nosso objetivo aqui é exibir os principais achados, discutir o potencial e fraqueza encontrados em cada projeto e oferecem algumas recomendações para futuros usuários potenciais. Em cada projeto, obtivemos resultados interessantes, considerando todos os sucessos e limitações. Destaca-se aqui o subprojeto intitulado “Revitalização de Córregos Urbanos”, onde após trabalhos de diagnóstico efetuados para identificar as principais características e problemas de cada um dos córregos estudados (em cada córrego foi estudado um trecho de cerca de 50 metros), foram executadas (executadas na época do carnaval de 2017) técnicas de intervenção de diferentes modalidades e posteriormente analisado, pelo período de um ano, como foram as respostas ecológicas de cada local estudado. Em um dos córregos observou-se um crescimento espontâneo e contínuo da vegetação, proporcionando o surgimento de

novos habitats; em outro córrego a fase inicial pós-recuperação (primeiros três meses pós-intervenção) apresentou bons indicadores ecológicos, porém devido a questões hidrogeomorfológicas, o efeito das intervenções foi sendo perdido ao longo do tempo; no terceiro córrego, devido a questões de muito grande porte do corpo hídrico, as intervenções não apresentaram os resultados esperados, porém muitas foram as informações levantadas e que nos permitiu um intenso aprendizado sobre o processo de restauração de córregos urbanos. Os resultados aqui obtidos podem ser úteis para outros pesquisadores e também para técnicos e tomadores de decisão que precisam de projetos viáveis e realistas que abraçam os principais aspectos da recuperação ambiental através de uma abordagem ecológica.

Palavras-chave: restauração ecológica, degradação ambiental, monitoramento ambiental, tecnologias ambientais, degradação de ecossistemas urbanos.

RIACHOS TEMPERADOS E O AQUECIMENTO GLOBAL

Cristina Maria Moreira Monteiro Leal Canhoto¹

¹Universidade de Coimbra, Departamento de Ciências da Vida, University of Coimbra, Department of Life Sciences, CEF – Centro de Ecologia Funcional, CFE – Centre for Functional Ecology, ccanhoto@ci.uc.pt

O aumento da temperatura média global é uma realidade incontestável; a temperatura da água segue esta tendência. Neste cenário, antecipa-se uma diminuição das flutuações térmicas diurnas e sazonais dos ribeiros com impactos importantes na integridade ecológica dos cursos de água. Apesar da gravidade da situação, as abordagens ao nível do ecossistema são extremamente reduzidas. Neste trabalho descreve-se o efeito do aumento experimental da temperatura da água (~3°C) na estrutura e funcionamento de um pequeno curso de água temperado dividido longitudinalmente (~22m comprimento; 1,5m largura; 3L/s fluxo médio). O sistema de aquecimento utilizado permitiu gerar padrões de variação naturais dos fatores abióticos a dois níveis de temperatura. Durante dois anos foram realizadas experiências a vários níveis de resolução biológica, de curta e longa duração, em ambas as metades deste segmento do curso de água – metade ambiente e metade aquecida. O processo de decomposição da folhada foi usado como ferramenta principal para avaliação das consequências da (a) alteração do regime térmico e das (b) atividades antropogénicas em ribeiros em contexto de aquecimento global.

Palavras-chave: aquecimento global, manipulação de temperatura da água, mudanças climáticas.

ÁREAS ÚMIDAS BRASILEIRAS E A LEI DE PROTEÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA: DESAFIOS E PERSPECTIVAS

Fabio Leandro da Silva¹ & Welber Senteio Smith^{1,2}

¹Universidade de São Paulo / USP, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais / CRHEA, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), Brasil, 13.560-970, fabioleodasilva@gmail.com.

²Universidade Paulista - UNIP, Campus Sorocaba, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Av. Independência, 752, Iporanga, Sorocaba (SP), Brasil, 18.103-000

As áreas de várzea estão entre os ecossistemas mais ameaçados na atualidade, porém no Brasil essa situação agrava-se devido à falta de uma abordagem ecologicamente embasada na Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Federal 12.651/12), o que torna necessário a atuação do poder público municipal para salvaguardar esses sistemas. Diante dessa lacuna e frente ao acelerado processo de conversão dessas áreas em função da urbanização e agronegócio, torna-se necessário o emprego uma abordagem ecologicamente robusta para lidar com esse cenário.

Ante isso, foi empregada uma abordagem ecológica aplicada (i.e. limnologia, macroinvertebrados, macrófitas aquáticas) para avaliar a relação do rio Sorocaba com suas várzeas no município de Sorocaba, o uso e ocupação da terra e a sua influência sobre às variáveis limnológicas, além das demandas associadas com os serviços ambientais fornecidos pelas várzeas ao município e possíveis medidas de manejo.

Duas amostragens foram realizadas durante o ano de 2017, sendo uma no período de cheia (fevereiro) e outra na estiagem (junho). Métodos padronizados (i.e. APHA, 1998; BURKHARD et al., 2009, CETESB, 2011) foram empregados. As amostras de água foram coletadas com garrafas de polipropileno e acondicionadas em caixas térmicas e levadas para o laboratório, ao passo que as amostras de sedimento e macrófitas aquáticas foram acondicionadas em sacos plásticos.

As seguintes variáveis limnológica foram mensuradas: (i) coliformes totais e termotolerantes, (ii) condutividade elétrica, (iii) demanda bioquímica de oxigênio, (iv) fósforo total, (v) nitrogênio total, (vi) oxigênio dissolvido, (vii) pH, (viii) sólidos totais, (ix) sólidos totais dissolvidos e (x) temperatura. De uma maneira sucinta, verifica-se

alterações em algumas variáveis limnológicas (i.e. coliformes totais e termotolerantes, condutividade elétrica, demanda bioquímica de oxigênio, fosforo total e oxigênio dissolvido), visto que os padrões observados indicam a existência de interferência antrópica principalmente por poluição difusa oriunda das áreas antropizadas (e.g. pastagens, áreas urbanas) e grande aporte de matéria orgânica nos ecossistemas aquáticos, principalmente no início do percurso do rio Sorocaba no município e em seu curso médio, situação também válida para suas várzeas associadas.

O sedimento encontrado nos ecossistemas de várzea e no rio Sorocaba são predominantemente compostos pela fração silte/argila, situação que permite o acúmulo de várias substâncias (e.g. metais pesados). Destaca-se que também são predominantemente inorgânicos, dado os baixos teores de matéria orgânica encontrados.

Por sua vez, os biodindicadores encontrados indicam a existência de uma interferência antrópica no sistema principalmente por poluição orgânica. No caso das áreas de várzea, foram encontradas às espécies *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia auriculata*, todas indicativas de péssima qualidade da água e ambientes ricos em nutrientes. Já as ordens de macroinvertebrados bentônicos (Diptera, Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda) são indicadoras de que os ecossistemas aquáticos estão debilitados, visto que são organismos considerados resistentes à poluição de origem química e orgânica.

Tratando-se dos usos e ocupações da paisagem, através do uso de imagens de satélite (LandSat 5 e LandSat 8), 11 tipologias ocupacionais foram identificadas entre os anos de 2007 e 2017: (i) área urbanizada, (ii) malha viária, (iii) mineração, (iv) área descoberta, (v) lavoura temporária, (vi) pastagem, (vii) silvicultura, (viii) vegetação nativa, (ix) área de várzea, (x) corpo d'água continental e (xi) represas. Nota-se que a paisagem é extremamente antropizada, já que mais de 70% do território foi destinado ao processo de urbanização e desenvolvimento do agronegócio, além de que a vegetação remanescente ocupa menos de 20% do município e encontra-se fragmentada.

Ao analisar a vegetação marginal dos corpos hídricos pelo Índice de Avaliação da Vegetação Ripária (Magdaleno & Martinez, 2014), nota-se que vários trechos sofrem interferência antrópica sobre a sua capacidade de regeneração, além do comprometimento de sua conectividade.

Uma avaliação não monetária dos serviços ambientais, através da atribuição de notas (1 a 5) de gestores ambientais do município e especialistas doutores, possibilitou

verificar um balanço negativo entre a oferta e demanda dos seguintes serviços ambientais fornecidos pelas áreas de várzea: provisão de água, controle do fluxo, regulação dos processos erosivos, regulação de nutrientes, ciclagem da água, pesca voltada ao lazer e valor intrínseco da biodiversidade. Tal situação caracteriza um estresse sobre os sistemas de várzea e exige a formulação de diretrizes de manejo.

Neste contexto, o Plano Diretor (PD) surge como um meio capaz de auxiliar no planejamento e implementação de medidas no nível local. O PD é um instrumento que estabelece normas que regulam os interesses existentes na comunidade acerca dos aspectos ligados à propriedade, refletindo tais aspectos no planejamento municipal e criando um referencial futuro que atenda a todas as necessidades, com vistas a impedir uma ocupação predatória da paisagem, disciplinar o uso da terra e evitar problemas futuros (BARBOSA et al., 2010; MESQUITA & FERREIRA, 2016). Em síntese, observa-se no Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001) que os seguintes mecanismos podem contribuir com a proteção dos ecossistemas de várzea: direito de preempção, operações urbanas consorciadas, zoneamento e criação de áreas especiais.

A ação estratégica aliada ao processo de desenvolvimento contribui para a conservação dos ecossistemas de várzea nos municípios, favorecendo o atendimento dos objetivos estabelecidos pela CDB e a Convenção RAMSAR. A conservação dos ecossistemas de várzea necessita que o poder público destine recursos para tal finalidade, além de que a adoção de uma postura estratégica permite realizar a integração de políticas nacionais, planos e programas e o manejo adequado (Figura 1).

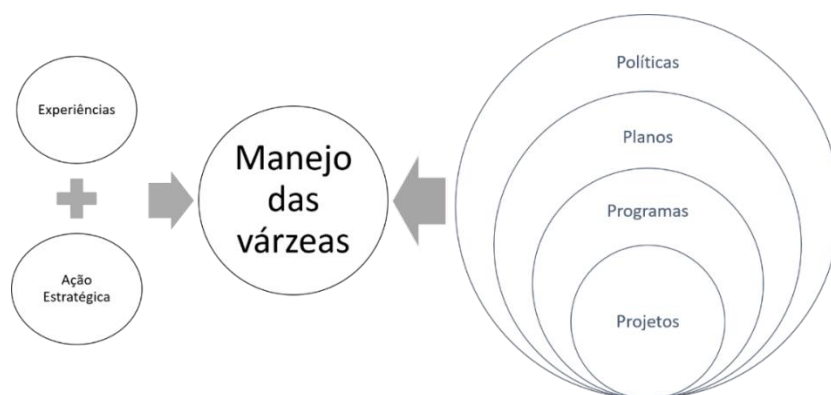


Figura 1. Ação Estratégica e Manejo dos Ecossistemas de Várzea.

No caso de Sorocaba-SP, infere-se que a população cresceu em um ritmo acelerado em função do processo de industrialização, crescimento econômico e desenvolvimento tecnológico. Tais condutores indiretos levaram a conversão de terras, principalmente para a expansão da mancha urbana e desenvolvimento de atividades do agronegócio, além do aumento da carga de efluentes gerados e consequentemente a adição de nutrientes e poluição orgânica nos sistemas aquáticos.

Assume-se que a ação estratégica (e.g. formulação de planos, programas, projetos) consiste em uma abordagem adequada para o manejo e proteção das várzeas urbanas do município de Sorocaba-SP, possibilitando assim mudanças no atual cenário de degradação, perda da qualidade ambiental e planejamento. Nesse contexto, o instrumento de política ambiental Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) contribui para a verificação das implicações oriundas das ações e possíveis alternativas para prevenir as interferências antrópicas sobre a saúde dos ecossistemas (BINA et al., 2011; DOREN et al., 2012).

A AAE pode auxiliar no manejo das áreas de várzea nos diferentes níveis de governança, protegendo suas características essenciais (i.e. socioculturais e ecológicas) e lidando com o desafio de manejar os recursos naturais objetivando resguardar os serviços ambientais (GENELETTI, 2015, HETTIARACHCHI et al., 2014). No caso de Sorocaba-SP, esse instrumento de política ambiental traz elementos que favorecem o atendimento desses objetivos.

Conclui-se que a poluição orgânica e o predomínio de áreas antropizadas são os principais fatores responsáveis pela alteração das variáveis limnológicas analisadas. Alguns serviços ambientais prestados pelos ecossistemas de várzea do município de Sorocaba apresentam um balanço negativo (i.e. demanda superior à oferta). As espécies de macrófitas e famílias de macroinvertebrados encontradas são espécies indicadoras de poluição orgânica. Por fim, destaca-se a contribuição da ação estratégica e o papel da gestão municipal para o manejo dos ecossistemas de várzea e preenchimento das lacunas presentes na Lei de Proteção da Vegetação Nativa.

Palavras-chave: várzeas urbanas, bioindicadores, legislação ambiental, plano de manejo.

Referências bibliográficas

- APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION); AWWA; WPCF. **American Water Works Association and Water Pollution Control Federation Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington D.C., 1998. 1193p.
- BARBOZA, L. G. A.; MORMUL, R. P.; HIGUTI, J. Beta diversity as a tool for determining priority streams for management actions. **Water Science and Technology**, v. 71, n. 10, p. 1429–1435, 1 maio 2015.
- BINA, O.; JING, W.; BROWN, L.; PARTIDÁRIO, M. R. An inquiry into the concept of SEA effectiveness: Towards criteria for Chinese practice. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 31, n°6, p. 572 - 581, 2011.
- BURKHARD, B.; MULLER, F.; WINDHORST, W. Landscapes Capacities to Provide Ecosystem Services - a Concept for Land-Cover Based Assessments. **Landscape Online**, v. 15, p. 1 - 22, 2009.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. **Guia Nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Agência Nacional de Águas, Brasília-DF, 2011, 326 p.
- DOREN, D. V.; DRIESSEN, P. P. J.; SCHIJF, B.; RUNHAAR, H. A. C. Evaluating the substantive effectiveness of SEA: Towards a better understanding. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 38, p. 120-130, 2012.
- GENELETTI, D. A Conceptual Approach to Promote the Integration of Ecosystem Services in Strategic Environmental Assessment. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 17, n. 4, p. 1 - 27, 2015.
- HETTIARACHCHI, M.; MCALPINE, C.; MORRISON, T. H. Governing the urban wetlands: a multiple case-study of policy, institutions and reference points. **Environmental Conservation**, v. 41, n. 3, p. 276–289, set. 2014.
- MAGDALENO, F.; MARTINEZ, R. Evaluating the quality of riparian forest vegetation: the Riparian Forest Evaluation (RFV) index. **Forest Systems**, v. 23, n° 2, p. 259 - 272, 2014.
- MESQUITA, A. P.; FERREIRA, W. R. O município e o planejamento rural: o plano diretor municipal como instrumento de ordenamento das áreas rurais. **Espaço em Revista**, v. 18, n° 1, p. 11 - 32, 2016.

HIDRELÉTRICAS - O MITO DA ENERGIA VERDE

Miguel Petrere Jr.^{1,2}

¹UFPA - Faculdade de Biologia - Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo de Recursos Aquáticos, Avenida Perimetral, 2651 (Guamá), 66077 – 830 – Belém (PA)

²UNISANTA, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, Rua Oswaldo Cruz, 277 (Boqueirão), 11045-907- Santos (SP), mpetrerejr@gmail.com

O principal motivo para a construção de grandes represas é a geração de energia elétrica, embora as concessionárias se refiram ao uso múltiplo do reservatório, para irrigação, controle de enchentes, pescarias profissionais de pequena escala, pescarias amadoras, esportes náuticos, etc. Em 2016, 80% da energia usada no mundo se originou da queima de combustíveis fósseis (petróleo, gás natural e carvão), 10% de biocombustíveis, 5% de energia nuclear e 5% de renováveis (hidrelétrica, eólica, solar, geotérmica). Apenas 18% dessa energia mundial total foi usada na forma de eletricidade; a maior parte, 82% foi usada para aquecimento e transporte (http://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/shellscenarios-energy-models/world-energy-model/_jcr_content/par/textimage.stream/1510344160326/d62f12b8fe88e85dc3349c38b1ca5e44cc22c5ccc6f70beed634020cfb527c82/shell-world-energy-model.pdf).

Devemos ressaltar que a energia liberada a partir da queima da lenha ainda é importante nos países mais pobres.

A energia é consumida por três grandes setores da atividade econômica: a indústria (40%), o residencial-terciário, que inclui a agricultura (40%) e os transportes (20%), embora aqui também haja um desequilíbrio entre esses três setores entre os países (Martin, 1992). O Brasil devido à extensa rede hidrográfica, historicamente deu prioridade à produção de energia elétrica de origem hidráulica. Assim o potencial hidrelétrico brasileiro é estimado em 247997 MW, dos quais 96645 MW (39%) se referem à bacia do rio Amazonas, seguido pela bacia do rio Paraná 62658 (25%) (<http://eletrobras.com/pt/AreasdeAtuacao/geracao/sipot/Potencial%20Hidreletrico%20Brasileiro%20por%20Bacia%20-%20Dezembro%202016.pdf>). Mesmo sem os confortos da eletricidade, antigamente a vida era possível, pois nossos antepassados nos

trouxeram até aqui. Sem ela, Platão, Leonardo Da Vinci, Galileu, Descartes, Newton, Voltaire, Machado de Assis, Santo Tomás de Aquino, Tolstoi, Shelley, Gauss, etc. fizeram grandes coisas. E como disse Galileu, “no fundo, no fundo a Ciência deveria apenas contribuir para diminuir a canseira da Humanidade”.

Embora as barragens para contenção de água existam há milhares de anos, a tecnologia para a construção de grandes represas se desenvolveu a partir do final do século XIX, para fins de geração de energia elétrica. Hoje 60% dos rios do mundo estão represados. Há cerca de 45.000 grandes reservatórios (>15m high) e mais de 1500 sendo construídos, há cerca de 800.000 pequenos reservatórios. O volume total armazenado alcança 10,000 km³ (5x o volume da água corrente no mundo), Val et al. (2005).

E aí temos o seguinte paradoxo: quanto mais represas construímos, precisamos construir ainda mais!!! As cidades crescem, “chamando” mais indústrias, mais gente. Daí começa a faltar energia elétrica de novo. O aumento da população, o desenvolvimento econômico, as mudanças climáticas, e a necessidade de se gerar mais energia tem estimulado a busca de novas fontes de energia renovável. Em resposta a esses fatores novas hidrelétricas continuam a ser construídas. Pelo menos 3.700 estão planejados ou em construção em países de economias emergentes. Esses reservatórios irão produzir cerca de 1.700 GW, o que ainda não irá suprir a demanda e não vai reduzir o efeito estufa (Zarfl et al., 2015).

O problema é que o sucesso científico-tecnológico mais espetacular alcançado pelo homem transformou-se em um fim em si mesmo, como se nós não mais existíssemos, vivêssemos apenas para servi-lo e perpetuá-los. Por que alguém precisa trocar de celular com tanta frequência? De acordo com a *US Energy Administration*, a fonte de energia elétrica mais eficiente (acima de 95%) e mais barata são os grandes reservatórios (US\$ 580/kW) em comparação com a mais cara, a solar fotovoltaica (US\$ 2921/kW), e nisso reside a sua tragédia pois cada grande reservatório pode custar a integridade de um rio inteiro conforme for sua localização ao longo de seu leito. A situação mais impactante é a cascata de reservatórios como ocorre nos rios do Sudeste brasileiro, onde se destaca o rio Tietê, que em 1.150 km numa queda de 1.120 – > 280.5 = 839,5m, contém 11 barragens de diferentes dimensões, gerando um total de 1027MW onde se destaca a UHE de Três Irmãos com 807,5MW.

As cinco maiores fontes de energia elétrica são representadas por UHEs, onde se destaca a de Três Gargantas na China (18460MW). A sexta é representada pela central

nuclear de Kashiwazaki (8.206MW), situada no Japão. A décima é a Futtsu (4 534MW), também localizada no Japão, movida a gás natural. A décima sexta é a de Taichung (Taiwan), a carvão gerando 5834MW (<https://www.forbes.com/sites/williampentland/2013/08/26/worlds-39-largest-electric-power-plants/#7a90b29458da>, acesso em 16/11/2016). A maior usina solar é a de Tenger Desert Solar Park (1547MW) situada na China, (https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_photovoltaic_power_stations#World's_largest_photovoltaic_power_stations, acesso em 22/3/2018). O maior parque eólico também se situa na China, o Gansu Wind Farm com capacidade instalada de 6.000MW, planejada para gerar 20.000MW em 2020 (https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_farm, acesso em 22/3/2018). Todas essas fontes de energia provocam impactos, em maior ou menor grau de acordo com as particularidades de sua construção.

As barragens provocam impactos ecológicos, ao interferir com os movimentos dos peixes de piracema, pois na maioria das vezes as escadas de peixes são ineficientes (Pelicice & Agostinho, 2008), facilitam a introdução de espécies exóticas que foram muito usadas para fins de repovoamento no passado para promover as pescarias profissionais e esportivas, com sucesso incerto e homogeneização biótica (Agostinho, Gomes & Pelicice, 2007). Os impactos sociais das grandes barragens podem ser muito intensos englobando uma área muito maior do que o corpo d'água, à sua montante e jusante, onde se destaca o grave problema da realocação das populações humanas que tem seu modo de vida muito afetado (Petrere, 1990).

Um exemplo extremo é a barragem de Grande Inga (Inga III) que está sendo construída no rio Congo, nas Cataratas de Inga, na República Democrática do Congo. Sua capacidade instalada será de 39.000 MW (52 299 861 Hp), com 52 turbinas de 750 MW cada. Grande Inga é um projeto de reservatório a fio d'água (*run-of-the-river*) no qual apenas um reservatório relativamente pequeno seria construído, com uma barragem de 150m de altura.

Alguns críticos de sua construção, dizem que o projeto certamente não irá beneficiar a população desse país conhecido por sua pobreza, instabilidade política e corrupção crônica. Sua Inauguração está programada para 2020-25, com um custo próximo de US\$100 bilhões. O PIB do Congo é de US\$ 32.7 bilhões (2013; PIB do Estado de São Paulo – US\$ 595 bilhões em 2015). Como esse país com uma população sofrida e miserável vai pagar essa conta?

Nas regiões semiáridas empobrecidas do mundo, os reservatórios servem para múltiplos propósitos, incluindo a provisão de alimentos através da pesca e da aquicultura. No entanto, quanto ao desenvolvimento socioeconômico os benefícios das duas atividades ainda não são claros. Atualmente está em voga uma tendência de se intensificar o uso dos reservatórios para fins de piscicultura, como ocorre com os açudes do nordeste brasileiro. Porém Lopes et al (2018) avaliaram os benefícios socioeconômicos gerados pela pesca e pela aquicultura, em dois reservatórios na região semi-árida brasileira revelaram que a economia local depende de ambas as atividades, o que, portanto, contribui de forma semelhante ao fornecimento de bens e serviços para diferentes ramos. A aquicultura gerou receita muito maior (sete vezes) do que a pesca, mas também perdas muito maiores. Ainda assim, não houve diferenças estatísticas na renda entre as associações. A pesca proporcionou rendimentos muito mais garantidos empregando três vezes mais e contribuiu mais que três vezes para a segurança alimentar do que a aquicultura. Será que as barragens atingiram seus objetivos? As hidrelétricas fornecem 19% da eletricidade a nível mundial, com menor emissão de gases CO₂ e metano. 13% nos EUA (92.000 MW= 4.600.000 barris de petróleo/dia ou 150 usinas de carvão, impedindo a emissão de 200 milhões de toneladas de CO₂; 1 MW é equivalente a queima diária de 50 barris de petróleo Caufield (1982). Eficiência >95% (comparada à eficiência de 50% de modernas turbinas a gás).

Mas há sérios problemas e objeções às barragens que precisam ser superadas, pois grandes contingentes populacionais precisam ser realocados e muita gente perde seu modo de vida tradicional. Estima-se que no mundo, de 40-80 milhões de pessoas foram deslocadas devido a barragens (10 milhões só na China e destes 1,5 milhões devido a Três Gargantas. Normalmente os pobres / indígenas que deixam para trás terras produtivas e lares ancestrais é quem mais sofrem. Raramente recebem compensação justa do empreendimento resultando em conflitos, problemas sociais, perdas culturais e desastre econômico a nível local/regional.

Os benefícios econômicos muitas vezes não são alcançados, há uma falsa sensação de prosperidade. Assim Altamira está se tornando uma cidade fantasma, à medida que as obras de Belo Monte vão terminando, o comércio está sofrendo com a falta dos clientes que se foram. Os hotéis e restaurantes estão fechando, o giro do comércio se reduziu para 40% e o valor do aluguel de casas despencou, num mercado de locação antes hiperinflacionado. Segundo o IPEA, Altamira é o município mais

violento do Brasil. O índice do IPEA leva em conta a taxa de homicídios mais o número de mortes violentas com causa indeterminada. Em Altamira, essa taxa atingiu 107 mortes/ 100 mil habitantes. O país mais violento do mundo é El Salvador (71) e o menos é a Islândia (0,31) e o Brasil (21,7). A presença dessa cidade no topo do ranking pode ser explicada pelos baixos índices de desenvolvimento humano (IDH) e renda per capita, mas não só: há o fenômeno de crescimento econômico desordenado, provocado pela construção de Belo Monte (Revista Exame, 13-6-17; <http://exame.abril.com.br/brasil/as-30-cidades-mais-violentas-do-brasil-segundo-o-ipea/>).

As barragens trazem danos ao ambiente, por exemplo, as represas colmatam devido a sedimentação e mudam a geomorfologia do rio. O reservatório da UHE Candonga (Risoleta Neves), no rio Doce, colmatou em 4 anos. Esperava-se que demorasse pelo menos 30. E ainda ficou pior, pois é o reservatório imediatamente abaixo da barragem da Samarco. Em alguns reservatórios tropicais 20% da água some por evaporação e percolação – açude Pereira de Miranda em Pentecostes (CE). As barragens podem não ser seguras – se estouram podem provocar intensas mortandade humana, animais e perda de bens.

A barragem “mata de fome” o rio abaixo, pois retêm nutrientes e detritos. Tucuruí – retém cerca de 90%. Interrompe a rota de migração dos peixes de piracema, mesmo com a construção escadas de peixes que em geral são ineficientes. Interferem com o pulso natural de inundação, que faz parte da dinâmica da fauna e da flora. Reduz o suprimento de água para estuários e áreas costeiras interferindo com as pescarias. Promove a reprodução de mosquitos e outros vetores de doenças. “Cidades fantasma” depois do fechamento da barragem – a UHE Tucuruí fornece apenas 200 empregos para uma cidade de 110,000 habitantes, trazendo pouco benefício econômico

Os benefícios econômicos considerados para justificar o projeto não são atingidos. A energia hidrelétrica é exportada para beneficiar as populações mais abastadas nas cidades - Tucuruí via ONS (linhão). O suprimento de água não é garantido – na seca, a maior prioridade é a geração, tornando a irrigação menos eficiente. Os projetos são caros, os custos são subestimados devido à corrupção e drenam os recursos do país.

Sob o ponto de vista puramente ecológico, as hidrelétricas também não são necessariamente fontes de "energia limpa" porque podem produzir gases de efeito estufa

em quantidades substanciais. O dióxido de carbono (CO_2) é emitido pela decomposição acima da altura das árvores deixadas nos reservatórios e, inicialmente, pela decomposição abaixo da água. Algumas emissões de dióxido de carbono que ocorreriam no rio natural sem barragem são evitadas pelo armazenamento de carbono através de sedimentação dentro do reservatório. Embora o aumento da biomassa na zona de deplecionamento no reservatório forneça uma fonte de carbono para emissão de CO_2 quando esta se decompõe sob condições aeróbicas, esta parte da emissão não representa uma contribuição líquida para o aquecimento global, porque a mesma quantidade de carbono foi removida da atmosfera pela fotossíntese quando a biomassa foi produzida. Emissões de CO_2 também vêm de materiais e energia utilizados durante a construção da barragem. O balanço de carbono da floresta pré-barragem, com perda de absorção de carbono por florestas tropicais em áreas que são inundadas, já não é considerado ser um fator significativo em média, mas no caso das barragens planejadas em áreas com solos relativamente férteis perto dos Andes, isto acrescentaria ao impacto (Fearnside, 2016).

O óxido nitroso (N_2O) é emitido por reservatórios em uma taxa três vezes maior do que a taxa emitida pelas florestas tropicais. Isso é adicionado ao impacto líquido de hidrelétricas em áreas de floresta tropical, como a Amazônia. Emissões de metano (CH_4) representam uma contribuição líquida para o aquecimento global porque, ao contrário de CO_2 , este gás não é removido da atmosfera quando a biomassa é produzida. Embora tenha um ciclo biogeoquímico mais rápido, o CH_4 tem um impacto muito maior sobre o aquecimento global por tonelada de gás do que o CO_2 .

As fontes de carbono para produção de metano são de dois tipos: renováveis e não renováveis. As fontes não renováveis de carbono, tais como o do solo e a biomassa inicial da vegetação terrestre que é inundada, geram um grande pulso de emissão nos primeiros anos, mas depois disso as emissões diminuem para níveis baixos. As fontes renováveis, no entanto, podem continuar a converter CO_2 atmosférico em CH_4 ao longo de toda a vida da barragem, fazendo com que a barragem funcione como uma "fábrica de metano". Fontes renováveis de carbono incluem as ervas e gramíneas que crescem na zona de deplecionamento, quando essa zona está exposta a cada ano, assim como as macrófitas que crescem e morrem no reservatório, algas e fungos, poluição da água como de esgoto entrando no reservatório, folhas e outras formas de matéria orgânica da produção primária nas bacias hidrográficas a montante que são carregadas para o reservatório pelo escoamento de água.

O cálculo das emissões líquidas de metano requer correção para a perda de fluxos de metano pré-reservatório, incluindo solos florestais, cupins e quaisquer áreas úmidas que podem ter sido inundadas. Nem todo o metano produzido é emitido porque uma parte é oxidada para CO₂ antes de ser emitido para a atmosfera. As vias de liberação de metano são de dois tipos: as emissões de superfície do reservatório (difusão e ebulição) e as emissões a jusante (emissões em vertedouros, turbinas e no rio abaixo da barragem). Existem propostas para capturar e usar parte deste metano, mas nenhuma dessas propostas tem sido implementada até agora.

Comparações com combustíveis fósseis exigem quantificação não só da magnitude, mas também do *timing* das emissões, incluindo emissões diretas e indiretas. A importância do tempo é essencial porque que as barragens e os combustíveis fósseis diferem grandemente no tempo da ocorrência da emissão. As hidrelétricas produzem emissões antes de qualquer eletricidade seja gerada e têm um pico muito grande de emissão nos primeiros anos, enquanto as usinas termelétricas produzem quase todas as suas emissões ao longo de toda a vida da usina em proporção direta à eletricidade que é produzida. Impactos além do efeito estufa das barragens também diferem dos combustíveis fósseis e de outras alternativas energéticas, tanto em magnitude como em natureza e em seu perfil temporal (Fearnside, 2016). Ainda hoje cerca de 2 bilhões de pessoas não têm acesso a eletricidade; cerca de 1 bilhão não tem acesso a água potável. Novas terras disponíveis para agricultura precisam de irrigação e infelizmente os países em desenvolvimento vão continuar a construir grandes reservatórios, devido ao seu menor custo por kW.

Palavras-chave: PCHs, represas, impactos ecológicos.

Referências bibliográficas

- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L. C. & PELICICE, F. M. 2007. **Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil**. 1. ed. Maringá - Paraná: EDUEM, Maringá, 501p.
- CAUFIELD, C. 1982. **Brazil, energy and the Amazon**. New Scientist, 96, (1329), 240-243.

- FEARNSIDE, P.M. 2016. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams in tropical forests. p. 428-438 In: J. Lehr & J. Keeley (eds.) **Alternative Energy and Shale Gas Encyclopedia**. John Wiley & Sons Publishers, New York, E.U.A. 912 pp.
- LOPES, P.F.M., CARVALHO, A.R., VILLASANTE, S. & HENRY-SILVA, G.G. 2018. Fisheries or aquaculture? Unravelling key determinants of livelihoods in the Brazilian semi-arid region. **Aquaculture Research**. 2018;49:232–242.
- MARTIN, J.M. 1992. **A Economia Mundial de Energia**. Editora UNESP, 136p.
- PELICICE, F. M. & AGOSTINHO, A. A. 2007. Fish-Passage Facilities as Ecological Traps in Large Neotropical Rivers. **Conservation Biology**, v. 22, p. 180-188.
- PETREIRE, M. 1990. As comunidades humanas ribeirinhas da Amazônia e suas transformações sociais. In: Encontro de Ciências Sociais e o Mar no Brasil, 1990, São Paulo. **Populações Humanas, Rios e Mares da Amazônia: Coletânea de trabalhos apresentados no IV Encontro de Ciências Sociais e o Mar no Brasil**. São Paulo: PPCAUB, p. 31-68.
- VAL, A.L.; ALMEIDA VAL, V.M.F. & RANDALL, D.J. 2005. Tropical environment. In: Val, A.L., Almeida_Val, V.M.F. & Randall, D.J. (eds.). **The Physiology of Tropical Fishes**. pp. 1-45, Elsevier/Academic Press, Amsterdam.
- ZARFL, C.; A. E. LUMSDON, J. BERLEKAMP, L. TYDECKS & K. TOCKNER. 2015. A global boom in hydropower dam construction. **Aquat Sci**, 77:161–170.

**A INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS SOBRE O PADRÃO
ALIMENTAR DE PEIXES EM ÁREAS DE VÁRZEA DO RIO SOROCABA, SP,
BRASIL**

Cláudia dos Santos Corrêa¹ & Welber Senteio Smith^{1,2}

¹Universidade de São Paulo / USP, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais / CRHEA, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), Brasil, 13.560-970, claudiacorreia@usp.br

²Universidade Paulista - UNIP, Campus Sorocaba, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Av. Independência, 752, Iporanga, Sorocaba (SP), Brasil, 18.103-000

Os pulsos de inundação, decorrentes das cheias dos rios, são responsáveis pelo transporte e deposição de sedimentos em áreas mais baixas, propiciando a formação de áreas de várzeas. Tais ecossistemas são ricos em nutrientes, e caracterizam-se pela elevada disponibilidade de alimento e abrigo, além de funcionarem como berçários naturais para o desenvolvimento dos estágios iniciais de muitas espécies de peixes, suprimindo as necessidades biológicas e ecológicas dessa comunidade. Muitos estudos desenvolvidos nas várzeas buscam conhecer a dinâmica alimentar da comunidade íctica em função do ciclo de vida das espécies e das variações ambientais; químicas, físicas, biológicas e climáticas. O conhecimento da dieta dos peixes permite interpretar as causas das modificações nas características funcionais e estruturais dessa comunidade, em resposta às variações bióticas e abióticas, uma vez que os padrões de distribuição espacial e temporal demonstrado por muitas espécies de peixes resultam de alterações na estrutura do habitat e na disponibilidade de alimento. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência das variáveis ambientais sobre a dieta e composição das guildas alimentares da comunidade íctica do rio Sorocaba e de suas várzeas, situados no município de Sorocaba – SP. As coletas foram divididas em duas campanhas. A primeira delas foi realizada no mês de julho/2017 (período seco) e a segunda etapa no mês de janeiro/2018 (período chuvoso). Os pontos de amostragem referem-se a 10 localidades, sendo 5 áreas de várzeas e 5 pontos no rio, considerando uma (1) amostragem por ponto. Foram utilizadas duas baterias de redes de espera, contendo 7 redes com 10 metros de comprimento e 1,5 metro de altura, com tamanhos de malhas 3,

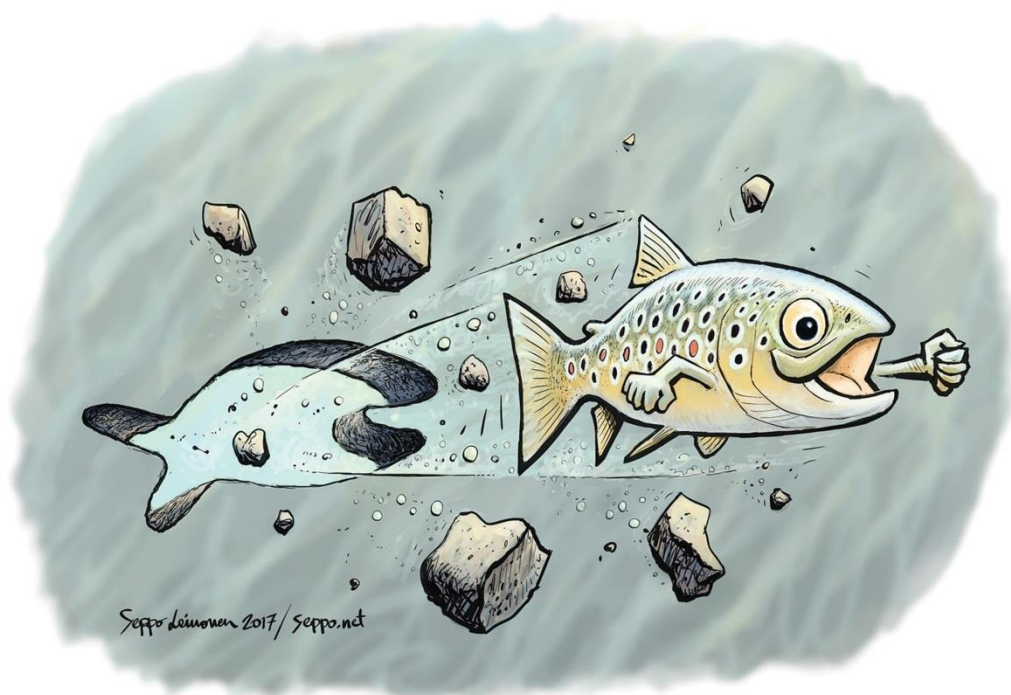
4, 5, 6, 8, 10 e 12 cm entre nós opostos, posicionadas às margens de cada ponto amostrado, permanecendo nos períodos diurno e noturno (das 06:00 às 18:00 e das 18:00 às 06:00 horas do dia seguinte). Os peixes capturados foram fixados em formol 10%, medidos (cm), pesados (g) e identificados com auxílio de chaves de identificação. A avaliação da dieta alimentar foi realizada a partir da análise do conteúdo estomacal, com auxílio de microscópio estereoscópico. A dieta das espécies foi determinada a partir dos métodos volume relativo dos itens alimentares (VR) e frequência de ocorrência (%FO), que ao serem combinados, fornecem o índice alimentar (IA). A caracterização ambiental foi realizada a partir da medição de parâmetros físicos e químicos, análise do sedimento e observação das condições da área de entorno quanto à vegetação marginal e nível de antropização. Para a análise dos dados, foram utilizadas a ANOVA, Análise de Correspondência Canônica (ACC), Análise de Redundância (RDA), Análise dos Componentes Principais (PCA) e Análise de regressão. Os resultados preliminares mostraram que 92 exemplares de peixes foram capturados e, os mesmos distribuídos em 3 ordens, 9 famílias e 12 espécies, destacando-se a dominância dos Characiformes, que correspondem a 61,95% dos indivíduos capturados. Do total de peixes amostrados, 40,21% apresentaram o grau de repleção estomacal 3, com os estômagos repletos de alimentos, salientando a ocorrência do grau de repleção estomacal 1 (estômagos vazios), em 61,1% dos indivíduos da espécie *Hoplias malabaricus*, amostrados em 6 dos 10 pontos coletados. A análise da dieta demonstrou uma variedade de itens de origem autóctone no conteúdo dos indivíduos capturados tanto no rio quanto nas lagoas de várzea, sendo o material vegetal, fragmentos de insetos, escamas e sedimento lodoso (lodo), os itens com maior frequência de ocorrência (%FO) entre as espécies, sugerindo hábitos alimentares diversificados, com tendência a onívoros, evidenciando a adaptabilidade às condições do ambiente. Ressalta-se ainda que o item sedimento lodoso foi verificado na dieta dos indivíduos das espécies *Prochilodus lineatus*, *Hoplosternum littorale*, *Hypostomus ancistroides* e *Pterygoplichthys anisitsi*, justificado pelo comportamento dessas espécies em busca do alimento no sedimento ou lodo, cujo baixo valor nutritivo implica em ingestão contínua e em grandes volumes. Observou-se também, em menor frequência, a presença dos itens; algas filamentosas, sementes, espinhas de peixes e dípteros adultos (chironomidae), evidenciando a plasticidade alimentar; característica apresentada por

espécies que podem ter sofrido modificações em sua dieta em função da limitada disponibilidade de alimento.

Palavras-chave: planícies inundáveis, ictiofauna, dieta, conteúdo estomacal, guildas alimentares.

II SEMINÁRIO CONECTANDO PEIXES, RIOS E PESSOAS

“A importância de rios livres e várzeas conservadas”



Laboratório de Ecologia
Estrutural e Funcional de
Ecossistemas



RESUMOS APRESENTADOS NO SEMINÁRIO

Efeitos ecotoxicológicos de drogas de utilização humana em peixes: avaliação comportamental e histopatológica das alterações induzidas por paracetamol e propranolol em *Phalloceros harpagos*

Gregorio Nolasco Matus¹, Beatriz V. R. Pereira¹, Elaine C. M. Silva-Zacarín^{1,2}, Mônica Jones Costa^{1,2}, André Alves Cordeiro², Bruno Nunes^{3,4}

¹ Pós-Graduação em Biotecnologia e Monitoramento Ambiental (PPGBMA), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Campus Sorocaba. Rodovia João Leme dos Santos km 110, Itinga, 18052-780 Sorocaba, SP, Brazil.

² Departamento de Biologia, Universidade Federal de São Carlos. Rodovia João Leme dos Santos km 110, Itinga, 18052-780 Sorocaba, SP, Brazil.

³ Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

⁴ Centro de Estudos do Ambiente e do Mar (CESAM, Laboratório Associado), Universidade de Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

Na atualidade, a presença de fármacos em ambientes aquáticos tem se tornado uma questão preocupante, já que essas substâncias têm sido encontradas em concentrações significativas em diferentes corpos de água, podendo causar efeitos adversos em organismos aquáticos não alvo. Esse é o caso do paracetamol, utilizado em medicina humana como antipirético e analgésico, e que tem sido apontado como um fármaco com potencial efeito deletério na biota. Outro fármaco frequentemente encontrado em ecossistemas aquáticos é o propranolol, uma droga terapêutica utilizada extensivamente no tratamento de cardiopatias. Sendo assim, é de extrema importância avaliar os efeitos desses fármacos em organismos aquáticos, de forma a caracterizar os potenciais efeitos ecotoxicológicos. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos a curto prazo induzidos pelas concentrações subletais de paracetamol e propranolol nos parâmetros de comportamento do peixe guaru, *Phalloceros harpagos*, especificamente a preferência luz/escuro (scototaxis), os padrões de natação, a pigmentação, e a análise de alterações histológicas do fígado. Os peixes foram submetidos a exposição aguda a doses consideradas ecologicamente relevantes tanto de paracetamol, (0,008, 0,08, 0,8, 8, 80 mg.L⁻¹) como de propranolol (0,0001, 0,001, 0,01, 0,1, 1 mg.L⁻¹) sob condições

controladas. O teste de scototaxis foi realizado 72h após se ter iniciado a exposição aos fármacos. Os padrões de natação na coluna de água e a pigmentação foram registrados 96h após se ter iniciado a exposição. As análises histopatológicas e histoquímicas do fígado foram realizadas igualmente em organismos expostos durante este mesmo período. No caso do teste de scototaxis foi observado um aumento significativo na preferência pelo compartimento escuro em animais expostos à concentração mais alta de paracetamol (80 mg.L^{-1}), enquanto que o propranolol não causou efeitos significativos neste mesmo teste. No padrão de natação, o paracetamol não causou qualquer diferença significativa; no entanto, o propranolol alterou significativamente o padrão de natação típico ($0,001 \text{ mg.L}^{-1}$) desta espécie. O paracetamol não alterou a pigmentação dos peixes, mas o propranolol provocou uma diminuição significativa do número de peixes pigmentados, e teve um aumento significativo de peixes não pigmentados nas duas concentrações mais altas ($0,1, 1 \text{ mg.L}^{-1}$). Relativamente à análise histológica, a concentração mais baixa do propranolol ($0,0001 \text{ mg.L}^{-1}$) provocou uma diminuição significativa do nível de glicogênio no fígado do guaru, enquanto que o paracetamol não induziu alterações. Esses resultados demonstram que, embora os fármacos estejam em concentrações baixas no ambiente, eles podem provocar efeitos em organismos não-alvos em ambiente aquático.

Palavras-chave: fármacos, paracetamol, propranolol, ecotoxicologia aquática. *Phalloceros harpagos*, organismo teste.

30 anos de pesquisas ictiológicas na Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba, SP, Brasil e os desafios para a sua conservação

Cristiane Vieira Albino¹, Welber Senteio Smith^{1,2}

¹ Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional de Ecossistemas, Universidade Paulista - UNIP, Campus Sorocaba, Av. Independência, 752, Iporanga, Sorocaba (SP), Brasil, 18.103-000.

² Universidade de São Paulo / USP, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais / CRHEA, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), Brasil, 13.560-970.

A ictiologia se difundiu mais amplamente no século XX, gerando uma grande quantidade de estudos nas mais diversas áreas. Nos séculos XVIII e XIX os naturalistas realizaram inventários e coletas em inúmeras bacias hidrográficas brasileiras, sendo esses dados pouco explorados pelos ictiólogos. Sendo assim o resgate dessas informações é de extrema importância para estabelecer comparações e verificar as alterações ao longo do tempo na composição das espécies de peixes em rios e bacias hidrográficas brasileiras. A bacia do rio Sorocaba foi visitada por muitos naturalistas, que coletaram material botânico e faunístico. Dentre estes naturalistas destaca-se Johann Natterer, que coletou no Brasil por 18 anos (1818-1836). Rumando em direção ao sul, percorreu o litoral fluminense, passando dali ao leste de São Paulo pelo vale do Rio Paraíba até a usina de ferro em "Ypanema", próxima de Sorocaba, atualmente a Floresta Nacional de Ipanema. Importante salientar que Natterer coletou no rio Ipanema, afluente do rio Sorocaba e lá capturou espécies descritas por Jacob Heckel, Kner e Steindachner. As espécies foram: *Prochilodus vimboides*, *Hisonotus depressicauda*, *Pimelodella rudolphi* e *Steindachnerina insculpta*.

Os peixes coletados na região, principalmente no rio Ipanema, foram enviados ao Museu de Viena junto com os outros materiais de suas expedições. A comprovação do que poderia ter sido coletado na região estava registrado em seu diário perdido em um incêndio ocorrido no Museu de Viena em 1849. Além das expedições naturalistas, três funcionários (coletores) do Museu de Zoologia da USP (E. Von Zeidler, E. Garbe e J. Lima) realizaram coletas na região, principalmente nos rios Ipanema, Tatuí e

Sorocaba, entre 1896 e 1907. Ao todo foram coletadas e identificadas aproximadamente 17 espécies de peixes. Após as expedições do Museu de Zoologia da USP, passou-se muitos anos sem que se coletasse ou se estudasse peixes na bacia do rio Sorocaba, o que voltou a ocorrer em 1993 com a criação do curso de Ciências Biológicas da PUC-SP e com a instalação dos cursos na Universidade Paulista e UFSCAR. Com base em um inventário realizado utilizando artigos científicos, livros, dissertações, iniciações científicas e planos de manejo de unidades de conservação foi possível verificar a existência de 110 espécies de peixes na bacia, sendo a Ordem Characiformes e a Família Characidae as predominantes. Do total de espécies 95 são nativas e 15 são invasoras. As espécies mais abundantes nos trabalhos são: *Astyanax fasciatus* (lambari), *Hypostomus ancistroides* (cascudo) e *Cyphocharax modestus* (saguiru). A maioria dos trabalhos abordou o tema comunidade, seguido dos temas reprodução e população.

Palavras-chave: inventário, peixe, espécies, ictiofauna, reservatório de Itupararanga, comunidade.

História natural de *Astyanax scabripinnis* em um riacho na Floresta Nacional de Ipanema, SP, Brasil

Matheus Souza Costa¹, Welber Senteio Smith^{1,2}

¹ Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional de Ecossistemas, Universidade Paulista - UNIP, Campus Sorocaba, Av. Independência, 752, Iporanga, Sorocaba (SP), Brasil, 18.103-000.

² Universidade de São Paulo / USP, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais / CRHEA, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), Brasil, 13.560-970.

Estudos realizados com *Astyanax scabripinnis* indicam a preferência da espécie por rios de menor porte, onde encontram uma grande variedade de recursos alóctones. O presente trabalho teve como objetivo fazer uma descrição da estrutura populacional e dieta de *A. scabripinnis* que habita o Ribeirão do Ferro, localizado na Floresta Nacional de Ipanema. Para a caracterização da população de *A. scabripinnis*, foram utilizados exemplares coletados e depositado no laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional de Ecossistemas na Universidade Paulista, campus Sorocaba. Para as análises do conteúdo estomacal foram utilizados somente estômagos com conteúdo e de indivíduos adultos, evitando assim o comprometimento de dados em função de alterações ontogenéticas. Os conteúdos estomacais foram analisados sob microscópio estereoscópico, sendo que a identificação dos itens foi realizada com auxílio de bibliografia especializada. Foram mensurados, pesados e dissecados 92 exemplares, sendo 53 fêmeas e 39 machos, a espécie apresentou comprimento padrão entre 3,8 cm a 10 cm, sendo que os machos apresentaram entre 3,8cm e 9cm e as fêmeas entre 5cm e 10 cm. A espécie apresentou peso entre 1,13 g a 22,71, sendo que os machos apresentaram entre 1,13 g a 17,40 g e as fêmeas 2,74 a 22,71 g para fêmeas. Analisando os dados coletados constatou-se que a população de *A. scabripinnis* é formada por predomínio de fêmeas e que as mesmas possuem maior comprimento padrão e peso. A dieta de *A. scabripinnis* no ribeirão do ferro é composta quase que totalmente por insetos alóctones, sendo os grupos com

maior representação os formicidae e fragmentos de insetos alóctones, podendo concluir que a espécie é totalmente dependente da mata riparia para a sua manutenção.

Palavras-chave: peixe, dieta, estrutura populacional, mata riparia, riacho.

Utilização da comunidade ictica como bioindicadora para um riacho tropical restaurado

Vitor Loreno de Almeida Cerqueira^{1,2} & Welber Senteio Smith^{2,3}

¹Pós-graduação em Processos Tecnológicos Ambientais, Universidade de Sorocaba (UNISO), Sorocaba, SP.

²Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional de Ecossistemas, Universidade Paulista - UNIP, Campus Sorocaba, Av. Independência, 752, Iporanga, Sorocaba (SP), Brasil, 18.103-000.

³Universidade de São Paulo / USP, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais / CRHEA, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), Brasil, 13.560-970.

A pressão antrópica, gera inúmeros impactos nos ecossistemas aquáticos, e isso vem afetando também a biota aquática. Atualmente, projetos de restauração ecológica têm se tornado uma medida de transformação desses ecossistemas, tornando-os pelo menos em parte, próximo do que eram. A partir disso, medidas de avaliação das intervenções realizadas pela restauração são necessárias, e a comunidade ictica pode ser utilizada nesse processo. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a recolonização da comunidade ictica após o processo de restauração de um riacho tropical. A restauração ecológica realizada no córrego estudado abrangeu as seguintes etapas: recuperação do leito original, contenção das margens com o plantio de grama no talude e, posteriormente, mudas nativas e construção de gabião para conter processo erosivo. Ao longo de um ano de estudo, foram realizadas 12 campanhas de coleta em sete pontos de amostragem. Foram inventariadas cinco espécies (*Phalloceros reisi*, *Geophagus brasiliensis*, *Astyanax scabripinnis*, *Pimelodella avanhandavae* e *Astyanax fasciatus*), representando 7% das espécies da bacia hidrográfica do rio Sorocaba, 9,4% do município de Sorocaba e 31,2% da Unidade de Conservação (UC) Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCBio) localizado na mesma micro bacia. Durante o estudo ocorreu lentamente o aumento da abundância e riqueza de espécies, o que demonstra a recolonização do trecho restaurado. Os peixes tendem a responder à distúrbios de forma a sintetizar a história das condições ambientais e possibilitar a detecção de impactos. Como exemplo, podemos citar *Phalloceros reisi* e *Geophagus*

brasiliensis que apresentam a característica de serem resistentes à impactos ambientais e mais rápidos na recolonização de áreas restauradas. Dessa forma o trabalho confirmou que a ictiofauna deve ser utilizada como indicadora do processo de restauração mesmo não respondendo tão rápido como os macroinvertebrados.

Palavras-chave: impactos ambientais, restauração ecológica, recolonização, bioindicador.

A duplicação de rodovias no Brasil sob o olhar da ictiofauna

Welber Senteio Smith^{1,2}, Raquel de Castro Rodrigues Lima³, Laís Conceição Menezes da Silva², Cláudia dos Santos Corrêa², Cátia Cristina Teodoro², Ariane Almeida Vaz¹,
Thais Aparecida Soinski², Matheus Sousa Costa¹ & Marta Severino Stefani²

¹Universidade Paulista / UNIP, Campus Sorocaba, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Av. Independência, 752, Iporanga, Sorocaba (SP), Brasil, 18.103-000. (welber_smith@uol.com.br)

²Universidade de São Paulo / USP, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais / CRHEA, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), Brasil, 13.560-970.

³Universidade de São Paulo / USP, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Av. Trabalhador Sancarlene, 400, São Carlos (SP), Brasil, 13.566-590.

A construção e a manutenção da infraestrutura viária exercem grande influência na economia mundial. No Brasil, as rodovias são as principais responsáveis pelo escoamento dos produtos minerais, agrícolas e industriais, sendo que a construção e a duplicação dessas rodovias objetivam a maior fluidez no tráfego, porém, os impactos ambientais gerados tendem a ser mais acentuados. A fragmentação de córregos e rios decorrente da construção de estradas tem sido reconhecida como um grave problema ambiental, visto que tal atividade resulta no represamento, desvio e até aterramento do curso natural dos corpos d'água, provocando mudanças nas condições físicas dos ambientes e nas características químicas da água. No Brasil estão ocorrendo inúmeras obras de duplicação de rodovias, que podem causar perturbações às matas ripárias, aos riachos e a sua ictiofauna, que é um dos grupos que mais sofre com as modificações causadas. Rodovias e outros empreendimentos viários interferem no ambiente aquático ocasionando impactos como o aumento da mortalidade de peixes, restrição à sua passagem, bloqueio da migração, eliminação ou redução do acesso a locais de desova e redução e alteração de habitats. Os rios da região neotropical abrigam uma grande diversidade de peixes, contudo, devido à ação humana, os sistemas nos quais tais espécies estão inseridas podem ser facilmente degradados, facilitando a dispersão de espécies exóticas, uma das principais ameaças para a ictiofauna. Entre os rios que

cortam as estradas, os mais são perturbados são os de pequeno porte como os riachos e córregos, pois os de maior porte obrigam a construção de pontes, além disso, apresentam maior resistência e resiliência a impactos resultados da movimentação de terra. Os rios de menor porte são perturbados principalmente pela canalização e construção de bueiros e gabiões. As obras de empreendimentos rodoviários devem ser realizadas em conformidade com a legislação ambiental, porém, ainda não há protocolos consolidados no país. Obras rodoviárias apresentam impactos negativos significativos, sobre os ecossistemas aquáticos e a comunidade íctica. A análise dos impactos e a realização efetiva das medidas mitigatórias inseridas nos EIAS/RIMAS, bem como o uso das informações contidas nos relatórios de monitoramento, é primordial a fim de reduzir os impactos e ampliar as opções de mitigação.

Palavras-chave: impactos ambientais, empreendimentos viários, comunidade íctica, fragmentação, legislação ambiental.

Presença de microplástico no conteúdo estomacal de peixes do rio Sorocaba, SP, Brasil

Cristian Wesley de Souza Oliveira¹ & Welber Senteio Smith^{1,2}

¹Universidade Paulista / UNIP, Campus Sorocaba, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Av. Independência, 752, Iporanga, Sorocaba (SP), Brasil, 18.103-000. (welber_smith@uol.com.br)

²Universidade de São Paulo / USP, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais / CRHEA, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), Brasil, 13.560-970.

É inegável a importância do plástico no modo de vida atual da sociedade, porém é inegável também o impacto que o descarte irregular causa no meio ambiente. Ao ser descartado o plástico pode chegar a corpos d'água e afetar a vida presente nesses locais, entretanto ainda mais impactantes são as micropartículas plásticas que ao serem carregadas ou descartadas em ambientes aquáticos podem prejudicar toda uma cadeia trófica presente no local. Por serem partículas pequenas são de difícil dispersão no ambiente aquático e são consumidas pela biota quando são confundidas com alimento. Além disso, microplásticos podem acumular poluentes orgânicos persistentes que afeta ainda mais a teia alimentar do ambiente em que se encontram, podendo chegar até o homem ao consumir algum animal capturado em algum desses locais. Existem inúmeros estudos no ambiente marinho que vem demonstrando o enorme grau de poluição causado por microplásticos, e como essas partículas interferem significativamente na biota marinha, porém existem poucos estudos que indiquem o grau de impacto que estes resíduos causam no ambiente de água doce, principalmente pela pouca permanência do plástico nos rios, o que dificulta a ingestão pelos peixes e a sua investigação.

Palavras-chave: poluição, microplástico, dieta, peixes, rio.

A ictiofauna e os impactos ambientais em rios do Mato Grosso do Sul, Brasil

Ariane Almeida Vaz¹, Matheus Souza Costa¹ & Welber Senteio Smith^{1,2}

¹Universidade Paulista- UNIP, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Sorocaba, Brasil, ariane_alm.vaz@hotmail.com, matheussouza180795@hotmail.com.

²Universidade de São Paulo- USP, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais / CRHEA, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Linha de pesquisa Limnologia, Itirapina, Brasil, welber_smith@uol.com.br.

A fauna de peixes de água doce sul-americana é a mais rica em espécies conhecidas dentre as regiões zoogeográficas. No Brasil é provável que ocorram aproximadamente 2.587 espécies de peixes. Desse total, 400 ocorrem no Alto Paraná e 340 espécies no Alto Rio Paraguai. A ictiofauna dos rios e riachos configura um grupo importante nos estudos de integridade ecológica destes habitats por ocuparem variadas dimensões espaciais e temporais dos nichos e das teias tróficas. São sensíveis as mudanças que ocorrer em seus ecossistemas, respondendo aos distúrbios naturais ou antropogênicos, possibilitando a detecção de fontes de poluição e efeitos de estressores no sistema biológico. O objetivo do presente estudo foi caracterizar a comunidade de peixes em diferentes rios do Mato Grosso do Sul que cruzam a BR 163. Foram escolhidos onze pontos amostrais: Rio Iguatemi (P1), Rio Itaquiraí (P2), Rio Maracaí (P3), Rio Brilhante (P4), Rio Vacaria (P5), Rio Verde (P6), Rio Taquari (P7), Rio Correntes (P8), Rio Amambaí (P9), Córrego Guaçu (P10) e Córrego da Ponte (P11). As coletas foram realizadas em quatro campanhas de amostragem (setembro/2016, janeiro/2017, julho/ 2017 e janeiro/2018), contemplando as épocas de seca e chuva. Os peixes foram coletados com peneira, rede de espera, tarrafa e rede de arrasto. No laboratório os peixes foram pesados e medidos (comprimento padrão) e identificados. Durante as quatro campanhas foram coletados 2.984 indivíduos, distribuídos em 86 espécies, 5 ordens e 22 famílias. Durante a primeira campanha foram capturados ao todo 578 exemplares de peixes, distribuídos em 35 espécies, pertencentes a 6 ordens e 17 famílias, na segunda campanha foram capturados 642 exemplares de peixes, distribuídos em 51 espécies, pertencentes a 5 ordens e 16 famílias, na terceira campanha foram capturados 1078 exemplares, pertencentes a 41 espécies, 5 ordens e 17 famílias e

na quarta campanha foram capturados 686 exemplares de peixes, distribuídos em 36 espécies, pertencentes a 4 ordens e 12 famílias. Dentre as espécies inventariadas, 5 são exóticas invasoras, *Clarias gariepinus*-bagre africano e *Satanoperca papaterra*-cará capturadas na primeira campanha nos pontos P4 e P8 respectivamente, *Cichla kelberi*-tucunaré (Pontos 7 e 8) e *Astronotus crassipinnis*-oscar (Ponto 4) capturadas na segunda campanha, *Satanoperca papaterra*-cará na terceira campanha coletada no Ponto 8 e *Satanoperca papaterra*-cará (Ponto 8) e *Cichla piquiti*-tucunaré azul (Ponto 8) capturadas na quarta campanha. Em todas as campanhas houve incremento de espécies, o que mostra a alta diversidade ictiofaunística presente na área estudada. As ordens Characiformes e Siluriformes apresentaram o maior número de espécies registradas, correspondendo a aproximadamente 91% dos organismos coletados. Esses dados corroboram com outros estudos onde relatam que a fauna dos rios sul-americanos tem uma grande predominância de Characiformes e Siluriformes. O predomínio de Siluriformes deve-se ao fato de a maioria dos locais estudados apresentarem fundo arenoso/pedregoso, com alto hidrodinamismo. A alta riqueza obtida nas quatro campanhas se deve ao fato dos trechos avaliados serem diversificados, onde apresentam ambientes de 1º até 4º ordem, ou seja, ambientes heterogêneos que apresentam um mosaico de habitats em seus trechos, isso influencia na riqueza, pois aumenta o número de espécies adaptadas a essa dinâmica e estrutura de habitats. As espécies mais abundantes na primeira campanha foram: *Piabina argentea*, *Astyanax eigenmannianorum*, *Hypostomus* sp. e *Serrasalmus marginatus*, na segunda campanha: *Aphyocharax* sp., *Bryconamericus* sp., *Serrasalmus marginatus*, *Astyanax altiparanae* e *Bryconamericus stramineus*, na terceira campanha: *Aphyocharax anisitsi*, *Serrapinnus notomelas*, *Bryconamericus stramineus*, *Hemigrammus marginatus* e *Astyanax fasciatus* e na quarta campanha: *Roebóides descavadensis*, *Astyanax fasciatus* e *Hemigrammus marginatus*. Tais organismos obtiveram uma constância maior que os demais organismos. Tais resultados se devem ao fato da variação das características de cada ambiente amostrado, pois com as variações de cada trecho amostrado a biota tende a mudar. Considerando a primeira campanha, a maior riqueza de espécies de peixes foi encontrada no ponto P04 (rio Brilhante) com 16 espécies, cuja estrutura do ambiente é caracterizada por fundo heterogêneo com substratos lodoso, rochoso e material vegetal, vegetação presente às margens do rio, com áreas de várzea próximas e com ligação ao leito do rio por canais. Seguindo dos pontos, P03 (rio Maracai) com 12 espécies; P01 (rio Iguatemi) com 8 espécies; P06 (rio Verde), P07 (rio Taquari) e P10 (córrego do Guaçu)

todos com 7 espécies. Na segunda campanha os pontos P05 (rio Vacaria) com 16 espécies, P01(rio Iguatemi) e P11 (córrego da Ponte) com onzes espécies cada e P09 (rio Amambaí) com 10 espécies foram os mais ricos. Na terceira campanha P01 (rio Iguatemi) com 21 espécies, P07 (rio Taquari) e P10 (córrego do Guaçu) ambas com 12 espécies e P04 (rio Brilhante) com 10 espécies foram as mais ricas e na quarta campanha os pontos P07 (rio Taquari) com 13 espécies; P09 (rio Amambaí) com 12 espécies e P05 (rio Vacaria) com 11 espécies. Analisando os resultados da primeira campanha no quesito abundância, as áreas que apresentaram os valores mais altos foram os pontos P04 (213 indivíduos), P02 (90 indivíduos), P05 (80 indivíduos), P11 (46 indivíduos) e P03 (46 indivíduos), na segunda campanha os pontos P05 (198 indivíduos), P11 (169 indivíduos), P4 (58 indivíduos) e P9 (55 indivíduos), na terceira campanha os pontos P07 (329 indivíduos), P02 (193 indivíduos), P11 (148 indivíduos), P10 (119 indivíduos) e P09 (108 indivíduos) e na quarta campanha os pontos P04 (146 indivíduos), P05 (139 indivíduos), P11 (92 indivíduos) e P01 (71 indivíduos). Variáveis explicativas da ocorrência e distribuição das espécies de peixes em um córrego e/ou riacho podem estar relacionadas à fisiografia local, ilustrando tal fato em função do tipo de substrato, presença ou ausência de vegetação ripária submersa e velocidade de corrente. A partir destes fatos, pode-se afirmar que as variáveis físicas de um rio, estando ele em estado natural de conservação ou impactado, apresentam gradiente contínuo de montante à jusante, com as comunidades biológicas ajustando-se por meio da substituição de espécies, com maior eficiência ao consumo de energia. Esta afirmação vai ao encontro do que é preconizado na Teoria do Rio Contínuo. Desta maneira, discute-se a mudança da ictiocenose em função da mudança fisiográfica dos locais de coleta. Comparando a riqueza das quatro campanhas realizadas houve um aumento das espécies inventariadas, o que reforça que a área de estudo é rica em espécies de peixes e merece atenção nas intervenções a serem realizadas nos rios. Em outros estudos realizados na área, foram encontradas cerca de 64 espécies, os autores também reforçam o que foi afirmado acima. Algumas comunidades locais de peixes apresentam normalmente uma riqueza acumulada de cerca de 20 espécies, tendo como riqueza média aproximadamente 8 espécies. No presente trabalho a média obtida foi de 7,27 para a primeira campanha e 9,1 para a segunda campanha, indicando um aumento da riqueza média, e ultrapassando o sugerido por outros autores. A existência de espécies exóticas, a degradação da mata ciliar e conseqüentemente o assoreamento das áreas estudadas, oferecem altos riscos a presente comunidade. A ictiofauna é fortemente

dependente da mata ciliar, sendo que o uso e a ocupação do solo das áreas adjacentes modificam as características bióticas e abióticas dos corpos d'água e podem ser alteradas frente às atividades nas áreas de entorno ao corpo d'água ou às quantidades de materiais e substâncias que são carregadas para a água, determinando, portanto, a natureza da água que segue à jusante. Estas modificações poderão ser: redução da profundidade, redução da transparência e penetração de luz na coluna d'água e alteração da estrutura física do leito dos rios e córregos, o que em última instância, poderá acarretar perda da diversidade biológica por falta de condições de desenvolvimento e instalação dos organismos. O aumento do assoreamento reduz a produtividade secundária e a diversidade de peixes. O aumento da sedimentação reduz a quantidade de alimento disponível, modifica os locais utilizados para a reprodução, o que acarreta mudanças na estrutura da comunidade íctica.

Palavras-chave: atividades antrópicas, conservação, centro-oeste do Brasil, desmatamento, ictiofauna.

Caracterização da ictiofauna em riachos antropizados da bacia do rio Sorocaba, SP, Brasil

Ariane Almeida Vaz¹, Matheus Souza Costa¹ & Welber Senteio Smith^{1,2}

¹Universidade Paulista- UNIP, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Sorocaba, Brasil, ariane_alm.vaz@hotmail.com, matheussouza180795@hotmail.com.

²Universidade de São Paulo- USP, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais / CRHEA, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Linha de pesquisa Limnologia, Itirapina, Brasil, welber_smith@uol.com.br.

Os peixes são os mais numerosos membros entre os vertebrados, sendo descritas mais de 28.000 espécies, representando pouco mais da metade de todos os vertebrados conhecidos. Destas, 41% habitam estritamente ambientes de água doce. No Brasil é provável que ocorram aproximadamente 2.587 espécies de peixes, das quais estudos recentes propuseram que 15% ocorram no estado de São Paulo, o que corresponde a cerca de 391 espécies, desse total, 260 ocorrem no Alto Paraná. Os ecossistemas naturais têm sido fortemente alterados nos últimos anos em função de múltiplos impactos ambientais resultantes de atividades antrópicas. A utilização de pesticidas e fertilizantes para a agricultura, lançamento de esgotos urbanos *in natura* que eutrofizam corpos hídricos e o lançamento de efluentes industriais são alguns dos exemplos de intervenções que tem afetado de forma significativa as populações de peixes de água doce. São também cada vez mais frequentes os desmatamentos da mata ciliar, o que é considerado um dos impactos mais prejudiciais e responsáveis por prejuízos bióticos e abióticos. Assim alguns efeitos negativos estão ligados aos poluentes, enquanto outros estão associados às mudanças na hidrologia da bacia, modificações no habitat e alterações das fontes de energia, das quais depende a biota aquática. Cria-se então a necessidade de desenvolvimento e adequação de métodos de avaliação da qualidade ambiental. Desta forma várias técnicas de avaliação biológica têm sido utilizadas para quantificar os efeitos das atividades humanas sobre a condição biótica dos ecossistemas aquáticos, seguindo a ideia de que componentes biológicos respondem à degradação ambiental, modificando suas características funcionais e estruturais. Os peixes são capazes de indicar o efeito de fatores ambientais, sejam eles naturais ou modificados

antropicamente. Desta forma, a utilização de peixes como indicadores ecológicos é útil para avaliar a integridade ambiental dos ecossistemas aquáticos. O objetivo do presente estudo foi caracterizar a comunidade de peixes de diferentes riachos sob influência da rodovia Raposo Tavares dando enfoque a composição, estrutura da comunidade e a situação ambiental do local. Foram escolhidos três pontos ao longo da rodovia: P1 localizado nas coordenadas 23°50'54.04"S / 47°24'28.2"O, P2 23°57'10.93"S/ 47°08'93.54"O e P3 23°59'59.37"S/ 47°05'03.40". As coletas foram realizadas em duas campanhas de amostragem (agosto/2017 e dezembro/2017), contemplando as épocas de seca e chuva. Os organismos foram coletados com peneira, rede de espera, tarrafa e rede de arrasto. No laboratório os peixes foram pesados e medidos (comprimento padrão) e identificados. Durante as duas campanhas foram coletados 665 indivíduos, distribuídos em 11 espécies, 5 ordens e 6 famílias. Durante a primeira campanha foram capturados ao todo 249 exemplares de peixes, distribuídos em 8 espécies, pertencentes a 5 ordens e 6 famílias, na segunda campanha foram capturados 416 exemplares de peixes, distribuídos em 9 espécies, pertencentes a 4 ordens e 5 famílias. A ordem Cyprinodontiformes apresentou o maior número de espécies registradas, correspondendo a aproximadamente 51% dos organismos coletados. As espécies mais abundantes na primeira campanha foram: *Serrapinnus notomelas*, *Phaloceros reisi* e *Geophagus brasiliensis* enquanto que na segunda campanha foram: *Hyphessobrycon* sp., *Phalloceros reisi* e *Geophagus brasiliensis*. Considerando a primeira campanha, a maior riqueza de espécies de peixes foi encontrada no ponto P1 e P2, ambos apresentaram 5 espécies. Na segunda campanha o ponto P3 com 7 espécie foi o mais rico. No quesito abundância, o ponto P1 foi o que apresentou valores mais altos, sendo que na primeira campanha foram coletados 152 indivíduos e 209 indivíduos na segunda. As espécies de peixes amostradas no presente estudo são comuns de ambientes urbanos. A abertura de estradas traz por consequência a fragmentação da mata ciliar, o que reduz a qualidade do habitat, altera a disponibilidade de recursos alimentares ocasionando a diminuição da diversidade dos peixes. Assim espécies mais especialistas não encontram condições favoráveis para a sua sobrevivência. Dessa forma, o ambiente acomodará espécies mais oportunistas, como é o caso da área de estudo que apresenta o maior número de indivíduos das espécies *Serrapinnus notomelas*, *Phaloceros reisi* e *Geophagus brasiliensis* que consomem diversificados itens devido ao hábito onívoro. Espécies oportunistas têm vantagens, e podem elevar sua probabilidade de sobrevivência, principalmente frente às mudanças ambientais. Deve ser ressaltada a

necessidade de um programa de monitoramento nessas áreas, uma vez que as mesmas estão sujeitas a fortes pressões ambientais.

Palavras-chave: atividades antrópicas, conservação, mata ciliar, peixes, riachos tropicais.

Os represamentos do Baixo e Médio Rio Sorocaba: caracterização da ictiofauna migradora, da pesca e os sistemas de transposição existente

Janielle Romero Molon¹ & Welber Senteio Smith^{1,2}

¹Universidade Paulista / UNIP, Campus Sorocaba, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Av. Independência, 752, Iporanga, Sorocaba (SP), Brasil, 18.103-000, jani.romero@hotmail.com

²Universidade de São Paulo / USP, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais / CRHEA, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), Brasil, 13.560-970.

A construção de barragens e formação de reservatórios acarreta uma série de impactos que afetam os componentes químicos, físicos e biológicos, originalmente presentes no ambiente. Em primeiro plano, no reservatório, o principal impacto é a alteração do regime das águas de lótica para lântica. Na região a montante do reservatório, com a retenção dos sedimentos ocorre a redução nos níveis de oxigênio. Logo a jusante ocorre alterações no ciclo de cheias sazonais (controle de vazão). Os efeitos sobre a ictiofauna incluem a perda de espécies com menor tolerância à condição de baixa de oxigênio e colapso de espécies de piracema, que são impedidos pela barragem de acessar sítios de reprodução e alimentação. Uma das alternativas para diminuir os efeitos negativos das barragens, inclui a construção de Sistemas de Transposição para Peixes (STP) que quando construídos e projetados adequadamente, possibilitam a livre circulação das espécies. Esses sistemas geralmente funcionam durante os períodos de cheia, período que coincide com a migração reprodutiva dos peixes de piracema. Os reservatórios do rio Sorocaba compõem uma série em “cascata” de seis barramentos. Pela análise de dados primários e visita em campo foram caracterizados 3 Sistemas de Transposição do tipo escadas nas barragens do médio e baixo rio Sorocaba, porém ausência de estudos prévios adequados e objetivos claros na construção desses sistemas, tem sido uma das grandes dificuldades para se avaliar a eficiência dos STPs. A caracterização da pesca relacionada com os STPs foi um dos objetivos alcançados no trabalho. A ictiofauna do rio conta com 65 espécies de peixes identificadas até o presente momento e através do levantamento mensal do pescado

capturado por pescadores bem como entrevistas com estes, foram identificadas 5 espécies de piracema como *Astyanax fasciatus*, *Astyanax altiparanae*, *Leporinus obtusidens*, *Parodon nasus*, *Prochilodus lineatus*, *Salminus hilarii* e *Triportheus nematurus*. Sendo assim, através da percepção ambiental dos pescadores foi possível considerar o efeito dos barramentos sobre a ictiofauna e a pesca existente. De forma geral, os resultados indicam que espécies de peixes migradores podem reagir de formas diferenciadas às modificações do ambiente aquático promovidos por sucessivas barragens.

Palavras-chave: barramentos, impactos, piracema, pesca.

Caracterização da ictiofauna da microbacia do Rio Grande do Saco do Mamanaguá, Paraty, RJ

João Gabriel F. A. Ribas¹ & Walter Barrella^{1,2}

¹Universidade Paulista / UNIP, Campus Sorocaba, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Av. Independência, 752, Iporanga, Sorocaba (SP), Brasil, 18.103-000, joaog.ribas@gmail.com

²UNISANTA, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinheiros, Rua Oswaldo Cruz, 277 (Boqueirão), 11045-907- Santos (SP), walterbarrella@gmail.com

Na província biogeográfica do leste brasileiro, estão presentes os sistemas fluviais costeiros da Serra do Mar caracterizados como pequenas e médias drenagens independentes, que vêm sofrendo grande pressão com a destruição da Mata Atlântica. Os riachos da Mata Atlântica apresentam uma diversidade de espécies de peixes estimada em 269 espécies, distribuídas em 89 gêneros e 21 famílias e, esses números vêm aumentando com a descrição de novas espécies de peixes, enfatizando a necessidade de conhecermos melhor estes ecossistemas para sua preservação. Este trabalho tem o objetivo de realizar o levantamento da ictiofauna da microbacia do Rio Grande do Saco do Mamanguá, Paraty (RJ). Essa microbacia está localizada ao fundo do Saco do Mamanguá, na Reserva Estadual da Juatinga (REJ). Para este fim foram estabelecidas 8 estações de coleta com características fisiográficas distintas como altitude, composição do leito, velocidade da correnteza, pH, TDS e condutividade, sendo a primeira coleta realizada em fevereiro de 2018. Os peixes foram coletados por meio de um equipamento portátil de pesca elétrica em conjunto a uma rede de contenção com malha de 8mm entre nós. Ao todo foram coletados 164 peixes de 4 ordens, 5 famílias e 5 espécies, assim identificados: *Phalloceros sp*, *Awaous tajasica*, *Eleotris pisonis*, *Synbranchus marmoratus* e *Characidium sp.*. A presença de *Phalloceros sp*. foi registrada apenas na área de planície costeira do Córrego do Cairuçu, que se caracteriza por ter baixa correnteza e muitas regiões de remanso. *Awaous tajasica* foi registrado na região de planície costeira do Córrego do Cairuçu e Córrego do Pão de Açúcar, em trechos de baixa correnteza formada por substrato de blocos e matacão. *Eleotris pisonis* e *Synbranchus marmoratus* foram as espécies com maior distribuição longitudinal, sendo encontradas em quase todos os pontos,

associados a locais com matéria orgânica e baixa correnteza. O último registro das duas espécies ocorreu no ponto 6. Este ponto presente no Córrego do Pão de Açúcar a 36m de altitude é representado por um poço e uma pequena queda d'água. Foi registrado apenas um espécime de *Characidium sp.* estando no Córrego do Pão de Açúcar em região de fundo de vale a 87m de altitude com grandes unidades de blocos e matacão, com correnteza moderada. A predominância de cobertura vegetal e substrato de maior granulometria, aumentam em conjunto com a elevação dos valores de pH, velocidade da correnteza e altitude. Estas diferenças entre os caracteres fisiográficos ajudam a traduzir os padrões de distribuição da ictiofauna ao longo da microbacia.

Palavras-chave: peixes, Saco do Mamanguá, Juatinga, ictiofauna, pesca elétrica.

Genotoxicidade de águas contaminadas por três derivados de petróleo em células radiculares de *Allium cepa*

Wellington Tenório Oliveira¹, Alexandre C. Queiroz¹, Ednilse Leme^{1,2}

¹ Universidade Universidade Paulista - UNIP, Campus Tatuapé, Rua Antônio Macedo, 505 – Pq São Jorge, São Paulo (SP), Brasil, 03087-040.

² Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional de Ecossistemas, Universidade Paulista - UNIP, Campus Sorocaba, Av. Independência, 752, Iporanga, Sorocaba (SP), Brasil, 18.103-000.

Objetivo deste trabalho foi efetuar um estudo sobre o impacto genotóxicológico de derivados de petróleo, sobre bulbos da espécie *Allium cepa*. Nos últimos anos, o ecossistema aquático vem sendo afetado por atividades antropológicas, principalmente a partir da descarga de compostos químicos, como, por exemplo, derivados de petróleo, que são uma fonte importante de contaminação resultante de vazamentos em ambiente aquático. Para tanto, foram analisados através de referências bibliográficas de ensaios laboratoriais, com exposição de bulbos de cebola a água contaminada por fração solúvel de derivados de petróleo. Observou-se através dos estudos um crescimento radicular, tanto em número quanto em comprimento, das raízes expostas à fração solúvel da gasolina, diesel e biodiesel, em comparação ao controle negativo, já no controle positivo teve maior índice mitótico, índice de micronúcleo e aberrações cromossômicas. Esses resultados da literatura sugerem a existência de efeitos genotóxicos da fração solúvel desses derivados de petróleo sobre células radiculares de *Allium cepa*.

Palavras-chave: cebola, mutagenicidade, poluição aquática.

Aspectos físico e microbiológico da água de uma área utilizada pela comunidade de aves aquáticas do Parque Ecológico do Tietê, São Paulo

Liang Jorge Mendes da Silva¹, Ednilse Leme^{1,2}, Alexandre C. Queiroz¹

¹ Universidade Universidade Paulista - UNIP, Campus Tatuapé, Rua Antônio Macedo, 505 – Pq São Jorge, São Paulo (SP), Brasil, 03087-040.

² Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional de Ecossistemas, Universidade Paulista - UNIP, Campus Sorocaba, Av. Independência, 752, Iporanga, Sorocaba (SP), Brasil, 18.103-000.

Foram realizadas análises físicas e microbiológicas para verificar a qualidade da água de uma área utilizada pela comunidade de aves aquáticas do Parque Ecológico do Tietê, São Paulo. A área estudada se encontra nas coordenadas 23.484518'S e 46.516688'W, esta área é sazonalmente alagada de acordo com a pluviosidade de São Paulo e está em contato direto com o Rio Tietê, onde a mesma recebe sedimentos oriundos das enchentes e da limpeza do rio. Foram coletadas amostras mensais de águas superficiais em um único ponto entre os meses de outubro de 2016 e janeiro de 2017. Os parâmetros microbiológicos da qualidade da água utilizada pela comunidade de aves aquáticas do Parque ecológico do Tietê, valores de referência da Resolução CONAMA 357/2005 e metodologia utilizada nos procedimentos analíticos. L.Q.: Limite de quantificação; U.M.: Unidade de medida; S. M.: Standard Methods. Obtivemos resultados positivos para Coliformes Totais e *E. coli* do mês de outubro de 2016 ao mês de janeiro de 2017 sendo apresentados 100% de contaminação por Coliformes totais e 75% por *E coli*. O pH variando entre 6,03-6,74 e a condutividade variou entre 175,7-399 (µS/cm). Podemos concluir que as condições do entorno e o descarte de materiais no Rio Tietê promove alterações no ambiente, sendo verificado alto índice de Coliformes totais e *Escherichia coli*, sendo acima do limite permitido e também alterações no pH e condutividade.

Palavras-chave: meio ambiente, contaminação da água, microbiológico.

Caracterização das assembleias de peixes em diferentes veredas na bacia do alto rio Paraguai, Brasil Central

Welber Senteio Smith^{1,2}, Raquel de Castro Rodrigues Lima³, Laís Conceição Menezes da Silva², Cláudia dos Santos Corrêa², Cátia Cristina Teodoro², Ariane Almeida Vaz¹, Thais Aparecida Soinski², Matheus Sousa Costa¹ & Marta Severino Stefani²

¹Universidade Paulista / UNIP, Campus Sorocaba, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Av. Independência, 752, Iporanga, Sorocaba (SP), Brasil, 18.103-000. E-mail: welber_smith@uol.com.br.

²Universidade de São Paulo / USP, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais / CRHEA, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), Brasil, 13.560-970.

³Universidade de São Paulo / USP, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Av. Trabalhador Sancarlenense, 400, São Carlos (SP), Brasil, 13.566-590.

O bioma Cerrado é um dos biomas mais ameaçados do Brasil sendo que a vereda de buritizal é um importante subsistema do Cerrado brasileiro, e abriga uma grande riqueza e diversidade de espécies de peixes. Esses ambientes apresentam diferentes micro-habitats, criados pela vegetação submersa e flutuante que funcionam como locais de refúgio, alimentação e reprodução das espécies de peixes. São locais frequentemente perturbados, que vem sofrendo um desaparecimento progressivo. Este trabalho teve como objetivo caracterizar as assembleias de peixes de diferentes veredas localizadas no norte do Mato Grosso do Sul, através da sua estrutura ecológica, sua ecomorfologia e dieta, além de caracterizar os fatores ambientais responsáveis pela composição das assembleias de peixes. O estudo foi realizado em quatro veredas de buritizais, pertencentes à bacia do rio Paraguai, às margens da BR 163/MS. Para amostragem da ictiofauna foram utilizados puçás e rede de arrasto. A partir dos dados amostrados foram obtidas a abundância, a riqueza, a diversidade de Shannon-Wiener, a dominância de Simpson, a uniformidade, e calculada a constância de ocorrência das espécies. A análise da dieta realizou-se através da verificação do conteúdo estomacal a partir da retirada dos estômagos dos exemplares e observação do grau de repleção estomacal dos indivíduos. A ictiofauna foi composta por 10 espécies, pertencentes a 4

ordens e 5 famílias. A espécie com maior constância foi *Pyrrulina australis* (presente em todas as veredas analisadas). Deve ser destacado a vereda 3, por apresentar a maior abundância de indivíduos e diversidade de espécies. Do total de peixes amostrados, 38,4% apresentou grau de repleção estomacal 2, indicando estômagos parcialmente preenchidos. A análise da dieta demonstrou uma variedade de itens de origem autóctone, sendo o material vegetal, fragmentos de insetos e escamas, os itens com maior frequência de ocorrência (%FO) entre as espécies amostradas, sugerindo dessa forma, hábitos alimentares bastante diversificados, de caráter onívoro, com alta adaptabilidade ao meio aquático em questão. Ressalta-se a frequente presença de sedimento arenoso (grãos de areia) no conteúdo estomacal das espécies, atuando como parte do substrato do alimento ingerido. É válido salientar também, a ocorrência de algas filamentosas, larvas de coleópteros e dípteros adultos, e substrato lodoso, destacando a plasticidade alimentar dos indivíduos.

Palavras-chave: cerrado, ictiofauna, variáveis ambientais, dieta, ecomorfologia.

Avaliação do sequestro de carbono na Bacia Hidrográfica do Rio Pirajibu-Mirim no município de Sorocaba - SP

Deborah de Matos¹ & Darllan Collins da Cunha e Silva²

¹Graduando. Universidade de Sorocaba, Engenharia Ambiental, Sorocaba – São Paulo, Brasil, E-mail: deborahmatos.matos@gmail.com.

²Doutor. Universidade de Sorocaba, Engenharia Ambiental, Sorocaba – São Paulo, Brasil, E-mail: darllan.silva@prof.uniso.br.

O efeito estufa é um processo físico que ocorre quando uma parte da radiação infravermelha é emitida pela superfície terrestre e absorvida por gases presentes na atmosfera e devido a esse fenômeno a temperatura média do planeta consegue se manter em 15°C, no entanto, a dinâmica desse processo vem sendo alterada ao longo dos anos devido a grande influência antrópica, aumentando o aquecimento do planeta e elevando as concentrações de CO_2 no mesmo. Diante desse cenário, esforços de pesquisadores têm sido realizados para ajudar a entender e mitigar as emissões de gases do efeito estufa, ou ainda, mensurar o sequestro de carbono dos mais diferentes tipos de uso do solo. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo estimar o estoque de carbono na bacia hidrográfica do rio Pirajibu-Mirim, localizado na região centro sul do Município de Sorocaba-SP. A metodologia empregada foi através do processamento digital de imagens de satélite do Landsat 8 que foram utilizadas para a geração dos índices espectrais Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e o Índice de Vegetação Fotossintético (PRI) que possibilitaram gerar o índice espectral CO_2flux e, portanto, mensurar o fluxo de carbono nos mais diferentes tipos de usos do solo. Os resultados obtidos foram que a bacia possui um índice de CO_2flux variando de -10 a 0,31, sendo que quanto maior for a quantidade de fluxo de carbono presente maior será o desenvolvimento da vegetação. Foi possível observar que a bacia apresenta uma variação acentuada de locais com vegetação sadia e vários locais com áreas urbanizadas reduzindo drasticamente o sequestro de carbono. Portanto, a geração de índices como este possibilita aos gestores públicos planejar o parcelamento do solo e propor medidas normativas que garantem um ambiente mais sustentável frente ao crescimento urbano e econômico.

Palavras-chave: *CO₂flux*, sequestro de carbono, análise espacial, sensoriamento remoto.

Sistemas Socioecológicos: conectando as pessoas com a natureza

Diana Isabel Clavijo Rojas¹ & Marcelo Montaña²

¹Universidade de São Paulo, EESC, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Núcleo de Estudos de Política Ambiental, São Carlos, Brasil, dclavijo@usp.br.

²Universidade de São Paulo, EESC, Departamento de Hidráulica e Saneamento, São Carlos, Brasil, minduim@sc.usp.br

Os Sistemas Socioecológicos (SSE) expõem as relações profundas e complexas do sistema natural com o sistema social, permitem o reconhecimento do ser humano como parte da natureza, revelam a mutua influência dos sistemas, promovem um maior entendimento dos componentes e convidam à multidisciplinariedade. Assim, entende-se que o desenvolvimento das sociedades está delimitado pelos ecossistemas em que vivem, percebendo-os como os provedores dos recursos necessários para sua existência, e que desde os sistemas sociais são constituídas diferentes organizações e decisões que interagem direta ou indiretamente com o sistema biofísico, portanto, com seu próprio bem-estar. Sob o enfoque dos SSE, o artigo expõe as relações sociedade-natureza identificando como as modificações ecossistêmicas suscitadas pela mineração ilícita do ouro mecanizada e semimecanizada têm afetado a disponibilidade e qualidade dos serviços ecossistêmicos (SE) tradicionalmente usufruídos pela comunidade do Rio Quito – Chocó, na Colômbia. Por meio de uma pesquisa exploratória, amparada pela observação e o desenvolvimento de grupos focais, identificou-se que os SE de provisão (agricultura, aquicultura e água), SE reguladores (da recarga hídrica, da erosão, d'água e de enfermidades), e SE culturais (áreas de recreação e valores educacionais e de inspiração) tiveram maiores mudanças, segundo a percepção das comunidades, além de se perfilarem como fontes de conflitos ou impactos sociais. Destacamos a abordagem dos SSE que promovem o conhecimento dos contextos sociais e ambientais, a fim de compreender como as mudanças nos componentes são refletidas na qualidade e disponibilidade de SE e no bem-estar humano, ademais de salientar a participação das comunidades que possuem os conhecimentos tradicionais dos ecossistemas.

Palavras-chave: sistemas socioecológicos, mineração ilícita, serviços ecossistêmicos, mudanças, comunidades.

Análise espacial do pH do solo do município de Sorocaba por meio de técnicas de geoprocessamento

Jéssica Prado Afonso¹ Natália Cerquearo Medeiros² Darllan Collins da Cunha e Silva³

¹Universidade de Sorocaba, Departamento de Engenharia Ambiental, Sorocaba, Brasil, jsca.prado@gmail.com

²Universidade de Sorocaba, Departamento de Engenharia Ambiental, Sorocaba, Brasil, natalia.cerquearo@yahoo.com.br

³Universidade de Sorocaba; Departamento de Engenharia Ambiental, Sorocaba, Brasil, darllan.silva@prof.uniso.br

O solo é um recurso natural de grande importância para a vida no planeta, pois é essencial no desenvolvimento das plantas, entretanto, pode sofrer influência da vegetação, clima e dos organismos vivos presentes no solo, podendo ser estudados por técnicas que ajudam na manutenção do uso do solo. Sua importância é, muitas vezes, desconsiderada e pouco valorizada, ocorrendo a sua degradação pelo manejo inadequado. Visto isso, o objetivo deste estudo é analisar espacialmente os valores de pH coletados do solo em 113 pontos do município de Sorocaba com um pHmetro modelo 4 em 1 AMT-300 e um GPS modelo Garmin eTrex 30 para localização e obtenção das coordenadas cartográficas. Para isso, os valores coletados nestes pontos foram submetidos ao um método de interpolação denominado de Inverso do Quadrado da Distância (IQD) para gerar uma superfície contínua de distribuição do pH e verificar quais áreas o solo não está apto para produção agrícola. Os resultados do pH obtido em campo não apresentaram nenhum valor abaixo de 5,0 ou acima de 7,0. Na porção central do município os valores variaram entre 6,0 e 6,5. Pode-se concluir que o solo de Sorocaba se encontra classificado como muito baixo a baixo, ou seja, não há necessidade de calagem e não influência na alteração do pH presentes nos corpos hídricos da cidade. Portanto, o solo está apto para a agricultura, quando se considera somente este parâmetro.

Palavras-chave: solo, espacialização, pH, interpolação, agricultura.

Análise espacial do esgotamento sanitário na Região Metropolitana de Sorocaba

Renan Angrizani de Oliveira¹; Vanessa Cezar Simonetti²; Antonio Cesar Germano Martins³; Roberto Wagner Lourenço⁴ & Darllan Collins da Cunha e Silva⁵

¹Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Sorocaba, Brasil, renan_angrizani@hotmail.com, va_simonetti@hotmail.com, amartins@sorocaba.unesp.br, robertow@sorocaba.unesp.br, darllanamb@yahoo.com.br

As cidades têm seu desenvolvimento decorrente de ações coletivas dos vários segmentos. Dentre os segmentos que mais impactam os corpos d'água, podemos citar as condições sanitárias da região, uma vez que, o esgoto é responsável pela redução da quantidade de oxigênio dissolvido nos recursos hídricos, elemento essencial para a sobrevivência de peixes e outros organismos vivos. Uma maneira de analisar esta característica por setores censitários em uma região metropolitana é por meio da espacialização dos dados. Portanto, o trabalho objetivou a verificação da autocorrelação espacial dos dados das condições sanitárias da Região Metropolitana de Sorocaba (RMS) por setor censitário. Para a análise espacial da autocorrelação dos dados de esgotamento sanitário foi utilizado o Índice de Moran Global e Local. Verificou-se que porcentagem média dos setores censitários com domicílios particulares permanentes atendidos com esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou fossa séptica na RMS é igual a 82,5% com um desvio padrão de aproximadamente 33%, evidenciando a distribuição não homogênea desta variável, uma vez que, o coeficiente de variação é igual a 40%. Portanto, este estudo pode ser usado pelos gestores públicos da RMS para concentrar seus esforços e recursos para o desenvolvimento das áreas prioritárias e para elaboração de políticas públicas que visem melhorar a qualidade de vida da população.

Palavras-chave: censo demográfico, autocorrelação espacial, esgotamento sanitário, geoprocessamento, recursos hídricos.

Avaliação da presença do 17 α -etinilestradiol em ambientes aquáticos e seus impactos em peixes

Renan Angrizani de Oliveira¹; Vanessa Cezar Simonetti²; Edgard Robles Tardelli³; Angela Faustino Jozala⁴ & Denise Grotto⁵

¹Universidade de Sorocaba, Laboratório de Pesquisa Toxicológica, Sorocaba, Brasil, renan_angrizani@hotmail.com

²Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Sorocaba, Brasil, va_simonetti@hotmail.com

³Universidade de Sorocaba, Laboratório de Pesquisa Toxicológica, Sorocaba, Brasil, edgard.tardelli@prof.uniso.br, angela.jozala@prof.uniso.br denise.grotto@prof.uniso.br

Os desreguladores endócrinos são encontrados nos corpos d’água, pois não são totalmente metabolizados quando ingeridos e as estações de tratamento de esgoto possuem baixa eficiência de remoção destes compostos. Dentre estes, destaca-se o 17 α -etinilestradiol (EE2), um hormônio sintético amplamente utilizado, que no ambiente pode ocasionar a feminização e problemas nos sistemas reprodutivos de peixes. Entretanto, as concentrações de EE2 encontradas nos corpos d’água não representam o total presente no ambiente, uma vez que estes podem ficar retidos em solos e sedimentos, portanto, o presente estudo por meio de estudos de sorção, buscou identificar a capacidade máxima de sorção do EE2 em solos. Para determinação, foram realizados ensaios de cinética, variando os tempos de retirada das amostras com concentração de EE2 fixas, enquanto que, para os ensaios das isotermas, variou-se a concentração e manteve o tempo de contato fixo. As concentrações finais de EE2 obtidas nos experimentos foram quantificadas por cromatografia líquida de alta eficiência e os tratamentos dos dados realizados a partir de testes de modelagem matemática presentes na literatura consultada. A cinética da adsorção demonstrou que o tempo de equilíbrio para o EE2 em contato com o solo é de 12 h. A isoterma da adsorção apresentou valores referentes a uma adsorção favorável e ajustável ao modelo de isoterma de Sips e estimou a capacidade máxima de adsorção de 154,2 mg_{EE2} Kg_{solo}⁻¹. Conclui-se que os solos possuem capacidade de reter o EE2 e, portanto, as concentrações apresentadas na literatura para corpos d’água, podem ser ainda maiores, quando considerados os sedimentos.

Palavras-chave: 17 α -etinilestradiol, desreguladores endócrinos, feminização de peixes, sorção, solos.

Biomarcadores em *Prochilodus lacustris* (Pisces, Prochilodontidae) para avaliação de impactos em uma área protegida do Maranhão, Brasil

Rayssa de Lima Cardoso¹ & Cássia Fernanda Chagas Ferreira²

¹Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, Instituto de Ciência e Tecnologia/Câmpus Sorocaba, Departamento de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Cidade, Brasil, E-mail: rayssalc22@gmail.com.

²Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, Centro de Educação, Ciências Exatas e Naturais – CECEN, Departamento de Química e Biologia, Cidade São Luís - Maranhão, Brasil, E-mail: cassiaferreiraoc@gmail.com.

Os ecossistemas aquáticos são os principais corpos receptores das descargas antropogênicas, que constituídas de poluentes e inúmeras substâncias xenobióticas, podem gerar efeitos deletérios tanto para os seres humanos, quanto para toda biota aquática. A comunidade ícticas destaca-se como excelentes modelos biológicos em estudos de biomonitoramento, pois apresentam as respostas biológicas que podem ser identificadas, classificadas e até mesmo, quantificadas, sendo denominadas de “biomarcadores. Neste estudo objetivou-se avaliar a ocorrência de biomarcadores histológicos na espécie *Prochilodus lacustris*, como indicativos de impactos ambientais. A espécie em questão é conhecida popularmente como curimatá, configura-se com *um recurso fortemente* capturado pela pesca extrativa continental, possui significativa importância ecológica, é endêmica das bacias hidrográficas maranhenses e foi capturada no ecossistema lacustre Lago Açu, localizado na Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense, durante o período de junho de 2015 a junho de 2016. As análises foram realizadas em 98 exemplares de *P.lacustris* coletados em três pontos de amostragem com graus de trofia diferenciados no lago: S1-ponto controle, S2-ponto intermediário e S3-ponto antropizado. Onde se avaliou a ocorrência, a frequência e o índice de alterações histológicas em brânquias e fígados dos organismos. Os resultados mostraram que as brânquias apresentaram lesões em três estágios de severidade, sendo que as lesões definidas como “leves” foram mais frequentes nos espécimes coletados no ponto S1. No tecido hepático, em ambas as áreas avaliadas foram mais frequentes as lesões do tipo “leve”. As respostas biológicas observadas indicaram que os peixes estão sob influência direta de alterações ambientais, com destaque para os organismos

capturados no ponto S3 que apresentaram um estado de sanidade mais comprometido, refletindo um estado de vulnerabilidade ambiental do lago maranhense. Isto posto, o presente estudo fez-se importante pois os indicadores biológicos avaliados produziram informações científicas relevantes, constituindo subsídios básicos para a compreensão da dinâmica das comunidades ícticas e o estado de conservação de um importante ambiente lântico tropical.

Palavras-chave: peixe neotropical, histopatologia, biomarcador, lago, Baixada Maranhense.

Impactos atrelados ao cenário pesqueiro de um sistema lacustre maranhense

Cássia Fernanda Chagas Ferreira¹ & Rayssa de Lima Cardoso²

¹Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, Centro de Educação, Ciências Exatas e Naturais – CECEN, Departamento de Química e Biologia, Cidade São Luís - Maranhão, Brasil, E-mail: cassiaferreiraoc@gmail.com.

²Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, Instituto de Ciência e Tecnologia/Câmpus Sorocaba, Departamento de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Cidade, Brasil, E-mail: rayssalc22@gmail.com.

A pesca é responsável por fornecer alimentos, emprego, recursos econômicos e meios de subsistência para muitas pessoas em todo o mundo, em contrapartida, essa atividade pode alterar os ecossistemas e causar danos ao meio ambiente. Neste trabalho objetivou-se caracterizar a atividade pesqueira em um sistema lacustre, com base no conhecimento tradicional dos pescadores, assim como, descrever os impactos ambientais ocorrentes nesse ambiente. O perfil socioeconômico e as características das pescarias foram determinados a partir da aplicação de questionários semiestruturados, utilizando a técnica cadeia de informantes. A coleta das informações ocorreu nos meses de janeiro/2015 e janeiro/2016 na Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense. A pesca caracterizou-se pelo trabalho familiar, no qual os homens representaram a totalidade dos pescadores entrevistados. É desenvolvida por pescadores adultos, com baixo nível de instrução, recebendo menos que um salário mínimo. Um contingente de 85,7% afirmou que fazem parte de associação de pescadores, a qual atua mais intensivamente na forma de assistência ou benefícios (47,1 %) para os pescadores cadastrados. No que se refere à caracterização da atividade de pesca, 40% dos entrevistados relatou que a produção por viagem corresponde de 20 – 30 kg, sendo que 97,1% utilizam somente a canoa para a pesca. Dentre as técnicas de pesca, 67,5% responderam utilizar a rede malhadeira para a captura dos peixes, seguido da tarrafa, com cerca de 25%. Considerando os impactos da pesca, os pescadores acreditam que o ambiente está comprometido, uma vez que existe alteração no tamanho dos recursos e ocorrência das espécies. Além disso, foram citados problemas ambientais como assoreamento das margens, elevação do nível do lago e o constante lançamento de resíduos sólidos direcionados para a região do lago.

Palavras-chave: atividade pesqueira, socioeconomia, lago, assoreamento, baixada maranhense.

Análise de metais na coluna d'água dos recursos hídricos da APA Itupararanga e seus riscos associados à fauna aquática

Vanessa Cezar Simonetti¹; Daniele Frascareli¹; Darllene Silveira¹; Renan Angrizani de Oliveira¹; Débora Zumkeller Sabonaro²; Darllan Collins da Cunha e Silva³ & André Henrique Rosa¹

¹Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Sorocaba, Brasil, va_simonetti@hotmail.com, dani.frascareli@hotmail.com, darllene.silveira@hotmail.com, renan_angrizani@hotmail.com, ahrosa@sorocaba.unesp.br

²Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, Brasil, dzsabonaro@hotmail.com

³Universidade de Sorocaba; Departamento de Engenharia Ambiental, Sorocaba, Brasil, darllan.silva@prof.uniso.br

As fontes e rotas de aporte dos contaminantes químicos nos recursos hídricos podem ser oriundas de fontes pontuais, difusas e lineares, sendo de origem natural ou antrópica. Dentre os poluentes aportados aos corpos d'água, destacam-se os metais devido ao alto grau de toxicidade aos seres vivos. Os metais, diferentemente dos demais poluentes orgânicos, não sofrem degradação, acumulando-se nos diversos compartimentos ambientais. Nesse sentido, o presente estudo objetivou a análise de metais presentes na coluna d'água dos principais cursos d'água da APA Itupararanga. A área de estudo está inserida na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (UGRHI 10 – SMT), onde o Rio Una juntamente com os Rios Sorocabuçu e Sorocamirim se convergem, constituindo o principal reservatório de captação de água do município de Sorocaba, o reservatório de Itupararanga. A seleção dos pontos amostrais foi realizada de modo a refletir os principais impactos ocasionados pelo aporte de substâncias nos contribuintes da represa, sendo distribuídos na cabeceira, compreendendo o rio Una, Sorocabuçu e Sorocamirim, bem como sete pontos distribuídos ao longo do reservatório, e um ponto no rio Sorocaba. As análises foram realizadas no período chuvoso (dezembro de 2016), sendo analisados os metais totais, como mercúrio; cádmio; cromo; cobre; níquel; chumbo e zinco. A determinação dos metais foi realizada de acordo com a metodologia adaptada da *United States Environmental Protection Agency*, Método 3005A. Dentre os metais analisados, o ponto amostral localizado na cabeceira (Rio Una), e três pontos inseridos no reservatório apresentaram valores de chumbo além do permitido pela

Resolução CONAMA 357/05, cuja máxima concentração é de $0,01 \text{ mg L}^{-1}$. O chumbo apresenta diversas características que o tornam um elemento muito empregado na indústria, sendo assim, os principais riscos de aporte aos corpos de água ocorrem por meio de lançamento de efluentes industriais e esgoto doméstico. Alguns elementos em pequenas quantidades são essenciais aos organismos vivos atuando em diversas funções metabólicas; no entanto, altas concentrações podem acarretar toxicidade à fauna aquática. Ainda, os elementos químicos que não exercem nenhuma função metabólica nos organismos vivos são prejudiciais mesmo se dispostos em mínimas concentrações.

Palavras-chave: qualidade da água, toxicidade, metais, reservatórios, fauna aquática.

Panorama atual da ictiofauna e qualidade ambiental da Represa Municipal de São José do Rio Preto

Bruno Martins Santos Ramires¹; Lilian Casatti¹ & Matheus Felipe Conceição Alves Lima¹.

¹UNESP/IBILCE, Departamento de Zoologia e Botânica, Laboratório de Ictiologia, São José do Rio Preto – SP, brunoramiresbio@gmail.com

A Represa Municipal de São José do Rio Preto foi construída a partir do barramento do rio Preto, tendo como intuito o abastecimento doméstico para a população, sendo hoje responsável por 30% a 40% da água que chega aos moradores. Apesar de sua importância, ela vem sofrendo graves problemas ambientais como a falta de vegetação nativa na zona ripária, poluição, assoreamento, além de um acentuado aumento da urbanização. Entre 2008 e 2014, devido ao assoreamento, sua capacidade de armazenamento reduziu de 1,156 milhões de m³ para apenas 512 m³. Os impactos sofridos por esses ecossistemas têm o potencial de interferir na biota que os habitam. Usando amostragens da ictiofauna, realizadas ao longo de 2002 e de 2016, juntamente com parâmetros ambientais (pH, oxigênio dissolvido, temperatura, pluviometria e mudança do uso do solo), traçamos um panorama atual da qualidade ambiental da represa e de sua ictiofauna. Para comparar a composição de espécies entre os períodos, foi realizada uma ANOSIM. Para discriminar quais espécies contribuíram mais para as dissimilaridades foi aplicada a rotina SIMPER. Uma NMDS foi empregada para demonstrar graficamente os resultados. Para averiguar se houve diferença significativa entre as variáveis físico-químicas da água, foi aplicado um teste-t pareado. Entre os parâmetros físicos e químicos mensurados, o único que apresentou diferença significativa ($p = 0.001$) foi o pH, sendo que houve uma redução de seus valores. Quanto a mudança do uso do solo foi possível notar um intenso aumento de urbanização (7.92% em 2002, 24.53% em 2016). A área ocupada por agricultura também demonstrou um aumento relevante, de 1.95% para 24.19%. A ANOSIM mostrou diferença significativa na composição de espécies ($R_{\text{global}} = 0.691$, $p = 0.001$). Em 2002, as espécies não-nativas equivaliam a 17,8% da riqueza total, já em 2016 esse valor saltou para 34,7%. Os resultados demonstram que o nível de impacto ambiental sofrido pela represa e o rio Preto vem se intensificando, o que também promove problemas sociais, uma vez que esses corpos d'água são a principal fonte de água para a

cidade. É clara a necessidade de medidas em longo prazo que visem a recuperação da qualidade ambiental do local de estudo, como projetos de recuperação da vegetação nativa, assim como a conscientização da população por meio de educação ambiental.

Palavras-chave: ecologia, equipamento urbano, ictiologia, urbanização, impacto ambiental.

Frequência de micronúcleos em 4 espécies de peixes do rio Sorocaba, SP, Brasil para avaliar impacto genotóxicológico

Nathália Oliveira Zarpellon¹, Welber Senteio Smith^{1,2}, Ednilse Leme¹

¹ Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional de Ecossistemas, Universidade Paulista - UNIP, Campus Sorocaba, Av. Independência, 752, Iporanga, Sorocaba (SP), Brasil, 18.103-000.

² Universidade de São Paulo / USP, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais / CRHEA, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), Brasil, 13.560-970.

A biota aquática está constantemente exposta a um grande número de substâncias tóxicas lançadas no ambiente, vindos de diversas fontes de emissão. Os despejos de resíduos industriais são as principais fontes de contaminação das águas dos rios com metais pesados. Metodologias mais sensíveis para detectar alterações nos organismos devido à ação de poluentes têm sido amplamente utilizadas a formação de micronúcleos se constitui em um biomarcador de genotoxicidade dos mais estudados. O objetivo deste trabalho foi avaliar a formação de micronúcleos em espécies de peixes para avaliar o impacto genotóxicológico. Para tanto, foram analisados através de referências bibliográficas de ensaios laboratoriais, de estudos da frequência de micronúcleos de eritrócitos de peixes, sendo comparados peixes encontrados em dois ou mais pontos do rio. Um aumento significativo na frequência de micronúcleos em peixes coletados em ambiente contaminado, comparado com peixes coletados em locais de referência, foi observado.

Palavras-chave: teste do micronúcleo, mutagenicidade, poluição aquática, risco ambiental.

Como a comunidade de peixes responde às alterações ambientais provenientes da duplicação de estrada em riachos de Mata Atlântica do Sul do Estado de São Paulo

Thais Aparecida Soinski^{1,2} & Welber Senteio Smith^{1,2}

¹Universidade Paulista / UNIP, Campus Sorocaba, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional de Ecossistemas, Av. Independência, 752, Iporanga, Sorocaba (SP), Brasil, 18.103-000, thaissoinski@outlook.com, welber_smith@uol.com.br.

²Universidade de São Paulo / USP, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais / CRHEA, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), Brasil, 13.560-970.

O presente trabalho aborda a questão dos impactos decorrentes da duplicação de rodovia na assembleia de peixes em um riacho tropical. Foram definidos quatro pontos de coleta distribuídos ao longo do riacho, os quais foram amostrados entre janeiro de 2014 e dezembro de 2015, abrangendo os períodos seco e chuvoso. Para a coleta dos peixes foram utilizadas diferentes metodologias: pesca elétrica, peneira e puçá. Foram coletados e identificados durante as 6 campanhas 510 exemplares de peixes, os quais estão divididos em 4 ordens (Characiformes, Siluriformes, Cyprinodontiformes e Perciformes), 8 famílias e 10 espécies (*Phalloceros lucenorum*, *Trichomycterus zonatus*, *Isbrueckerichthys duseni*, *Hollandichthys multifasciatus*, *Astyanax janeiroensis*, *Scleromystax barbatus*, *Rhamdia quelen*, *Geophagus iporangensis*, *Pseudotothyris obtusa* e *Hoplias malabaricus*). As espécies mais abundantes nas seis campanhas foram: *Phalloceros lucenorum*, *Trichomycterus zonatus* e *Isbrueckerichthys duseni*. A maior riqueza foi observada nos pontos R3 e R4. Já a maior diversidade foi registrada nos pontos R1 e R3. A análise da física e química da água mostrou boas condições nos quatro pontos, enquanto que a análise da integridade física do habitat variou entre condições regulares, pobres e perda de mata ripária em alguns pontos. A estrutura quantitativa da ictiofauna demonstrou maior associação com a estrutura do habitat do que com a sazonalidade. Através da ACP foi possível verificar que as variáveis ambientais estão fortemente relacionadas e conforme elas se modificaram com as ações da duplicação, a estrutura do local também foi alterada, o que foi reforçado pela Análise de Redundância. Desta forma, a importância de estudos em áreas de

influência direta de grandes empreendimentos como a duplicação da rodovia Régis Bittencourt tem sido destacada, em função do grande número de empreendimento no Brasil. Assim, o presente projeto foi conduzido de forma a gerar informações para o estabelecimento de ações de manejo com vistas à conservação desses ambientes e de sua ictiofauna. Já era esperado que os impactos decorrentes da duplicação da rodovia alterassem a riqueza, abundância e diversidade de espécies da ictiofauna em função da nova configuração do ambiente e das alterações das variáveis ambientais. Contudo, até o termino do projeto, os dados obtidos nas coletas de ictiofauna e nos dados das variáveis ambientais indicaram que, na área de estudo, houve alterações nas margens do riacho como assoreamento e supressão de mata, permitindo, com o decorrer do tempo, aumento da degradação desse ambiente, influenciando diretamente a comunidade de peixes.

Palavras-chave: duplicação de estrada, impactos, assoreamento, ictiofauna e Mata Atlântica.

Índice de Estado Trófico (IET) para avaliação da qualidade da água de tributários do braço Taquacetuba e corpo central do reservatório Billings (SP)

Jose Ricardo Baroldi Ciqueto Gargiulo¹, Marcelo Luiz Martins Pompêo² & Luciana Carvalho Bezerra de Menezes³

¹ Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – UNESP Sorocaba. Av. Três de Março, 511. CEP 18087-180, Sorocaba (SP, Brasil) ricardogargiulo@gmail.com

² Docente do departamento de ecologia da Universidade de São Paulo. Rua do Matão, Travessa 14, CEP 05508-090, São Paulo (SP, Brasil) e orientador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da UNESP Sorocaba mpompeo@ib.usp.br

³ Pesquisadora científica do Instituto de Pesca do Estado de São Paulo. Av. Francisco Matarazzo, 455 CEP:05001-900, São Paulo (SP, Brasil) luciana@pesca.sp.gov.br

O reservatório Billings abrange seis municípios do sudeste do Estado de São Paulo, sendo seu maior reservatório com um corpo central alongado com braços em formato dendrítico. Apresenta múltiplos usos como abastecimento público, pesca profissional artesanal, geração de energia e lazer. O índice de estado trófico IET de Carlson modificado por Lamparelli é utilizado pela CETESB e em pesquisas para avaliação do grau de trofia de rios e reservatórios e indica elevado grau de eutrofização no reservatório Billings devido principalmente às concentrações de fósforo total acima dos limites CONAMA 357/2005. O presente estudo é parte de pesquisa de doutoramento e objetivou desenvolver análise de grau de trofia por IET na região do braço Taquacetuba do reservatório Billings. A amostragem foi concentrada nos períodos chuvoso 02, 08 e 15 fevereiro 2017 e seco 11, 18 e 25 julho 2017 ao longo de um ano nas estações amostrais P1: corpo central do reservatório Billings na entrada do braço Taquacetuba; P2: próximo ao ponto de captação de água para transposição no Sistema Produtor Taquacetuba- Guarapiranga de abastecimento público; P3: deságue dos tributários Ribeirão Colônia e Vermelho; P4: deságue do tributário Ribeirão Taquacetuba; P5: deságue do tributário Rio dos Monos; P6: região de deságue do tributário Rio do Curucutu, onde foi coletada água superficial para determinação das concentrações de clorofila α e fósforo total para cálculo de IET em software R. O IET calculado pela média aritmética entre IET clorofila e IET fósforo total no período chuvoso (P1: 69, P2: 67, P3:67, P4: 68, P5: 67 e P6: 64) e no período seco (P1: 67, P2:

71, P3:68, P4: 70, P5: 68 e P6: 70), mostra graus de trofia variando entre e supereutrófico ($63 < IET \leq 67$) e hipereutrófico ($IET > 67$). Os pontos 2 a 6 mostraram-se com maior grau de trofia (hipereutrofizados) no período seco, provavelmente por aumento de concentração de poluentes nesse período, pois com as chuvas há diluição de poluentes. O ponto 1 junto ao corpo central do reservatório, mostrou maior grau de trofia no período chuvoso, situação resultante do da influência do bombeamento de águas do rio Pinheiros para o reservatório Billings por ocasião de chuvas para controle de enchentes, piorando a qualidade da água do reservatório no corpo central.

Palavras-chave: limnologia, qualidade ambiental, eutrofização, pesca artesanal, software R.

Lógica Fuzzy para Índice de Estado Trófico (IET) em software R na avaliação de tributários do braço Taquacetuba e corpo central do reservatório Billings (SP)

Jose Ricardo Baroldi Ciqueto Gargiulo¹, Henrique Ewbank², Jose Arnaldo Frutuoso Roveda³, Sandra Regina Monteiro Masalskiene Roveda⁴, Marcelo Luiz Martins Pompeo⁵ & Luciana Carvalho Bezerra de Menezes⁶

¹ Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – UNESP Sorocaba. Av. Três de Março, 511. CEP 18087-180, Sorocaba (SP, Brasil) ricardogargiulo@gmail.com

² Professor colaborador da UNEPS –Sorocaba nas disciplinas Uso do Software Livre R. henrique.ewbank@gmail.com

³ Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da UNESP Sorocaba e docente da disciplina Lógica Fuzzy –roveda@sorocaba.unesp.br

⁴ Docente da UNESP Sorocaba na disciplina Lógica Fuzzy sandra@sorocaba.unesp.br

⁵ Docente do departamento de ecologia da Universidade de São Paulo. Rua do Matão, Travessa 14, CEP 05508-090, São Paulo (SP, Brasil) e orientador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da UNESP Sorocaba mpompeo@ib.usp.br

⁶ Pesquisadora científica do Instituto de Pesca do Estado de São Paulo. Av. Francisco Matarazzo, 455 CEP:05001-900, São Paulo (SP, Brasil) luciana@pesca.sp.gov.br

O reservatório Billings no sudeste paulista, com múltiplos usos: abastecimento, pesca, geração de energia e lazer, apresenta elevada eutrofização no corpo central e compartimentos, segundo índice de estado trófico IET por Lamparelli devido clorofila α e fósforo total acima dos limites CONAMA 357. A lógica Fuzzy permite caracterizar e quantificar incertezas em diferentes graus entre extremos [0, 1]: de 0 até 1, diferente da lógica clássica binária que admite condição de dois valores {0,1}: 1 ou 0. O software R permite agilidade no uso de robustas técnicas estatísticas, de programação linear e simulação, com elaboração de gráficos bem apresentados de forma livre. O presente estudo parte de doutoramento objetivou aplicação em *software* R da lógica Fuzzy entre limites que distinguem diferentes graus de trofia. Amostragem período chuvoso 02, 08 e 15 fevereiro 2017 e seco 11, 18 e 25 julho 2017, por um ano, pontos P1: corpo central do Billings na entrada braço Taquacetuba, P2: próximo ao local captação de água para transposição no Sistema Produtor Taquacetuba Guarapiranga, P3: deságue ribeirão

Colônia e Vermelho, P4: deságue ribeirão Taquacetuba, P5: deságue rio Monos, P6: deságue rio Curucutu, com coleta de água superficial para determinação de clorofila α e fósforo total e cálculo de IET com posterior aplicação da lógica Fuzzy em *software* R. O IET calculado por média aritmética IET clorofila e IET fósforo total no período chuvoso P1: 69, P2: 67, P3:67, P4: 68, P5: 67 e P6: 64 e no período seco P1: 67, P2: 71, P3:68, P4: 70, P5: 68 e P6: 70, mostra graus de trofia variando entre e supereutrófico ($63 < \text{IET} \leq 67$) e hipereutrófico ($\text{IET} > 67$). Com a utilização de conjuntos difusos - lógica Fuzzy apenas na parte final do cálculo IET, obtêm-se resultados no período chuvoso P1: 73, P2: 72, P3:72, P4: 73, P5: 72 e P6: 70 e período seco P1: 72, P2: 73, P3:72, P4: 73, P5: 72 e P6: 73 que indicam hipereutrofização. O resultado indica necessidade de fuzificação em outros níveis do cálculo índice de estado trófico, mas permitiu desenvolvimento inicial de aplicação da lógica Fuzzy para IET em *software* R e aproximação de pesquisadores de diferentes áreas, universidades e instituto de pesquisa, mostrando o potencial de *software* R e lógica Fuzzy no desenvolvimento de projetos verdadeiramente interdisciplinares.

Palavras-chave: conjuntos difusos, qualidade ambiental, *software* R, eutrofização.

Identificação e diagnóstico de nascentes e suas áreas de preservação permanente no bairro do Alto da Serra, São Roque (SP)

Débora Zumkeller Sabonaro¹; Vanessa Cezar Simonetti²; Renan Angrizani de Oliveira³; Adriano Ito dos Santos⁴ & Darllan Collins da Cunha e Silva⁵

¹Universidade Federal de São Carlos, UFSCAR, Centro de Ciências e Tecnologias para a Sustentabilidade, Sorocaba, Brasil, dzsabonaro@hotmail.com.

²Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Sorocaba, Brasil, va_simonetti@hotmail.com.

³Universidade de Sorocaba, Laboratório de Pesquisa Toxicológica, Sorocaba, Brasil, E-mail: renan_angrizani@hotmail.com.

⁴Universidade de Sorocaba, Sorocaba, Brasil, E-mail: sma.uniso@hotmail.com.

⁵Universidade de Sorocaba, Departamento de Engenharia Ambiental, Sorocaba, Brasil, darllan.silva@prof.uniso.br.

As nascentes constituem sistemas complexos que apresentam suma importância para o meio biótico e hidrológico. De acordo com o Novo Código Florestal, instituído pela Lei 12.561, de 25 de maio de 2012, as nascentes são afloramentos naturais do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água. Ainda, as áreas de preservação permanente de nascentes são as áreas do seu entorno e dos olhos d'água perenes, devendo possuir um raio mínimo de 50 m, sendo essenciais para a proteção e manutenção dessas áreas. Entretanto, catalogar e diagnosticar as nascentes pode fornecer dados importantes sobre seu estado de conservação. Partindo dessa premissa, o presente trabalho objetivou identificar e catalogar as nascentes bem como suas respectivas áreas de preservação permanente. A área de estudo é uma porção do município de São Roque (SP), no bairro de Taipas de Pedra, inserida na APA Itupararanga, sendo uma área de extrema relevância ao que tange à recarga dos recursos hídricos, uma vez que a APA possui um importante manancial de abastecimento público de água para um milhão de pessoas. O modelo de diagnóstico utilizado é amplamente utilizado, sendo bastante simplificado, constituído por um roteiro capaz de orientar o diagnóstico e os levantamentos de campo. Para tanto, foram avaliadas 19 nascentes, sendo realizadas diversas visitas *in loco* para registro das condições básicas da área, tais como localização, tipo de nascente, condições climáticas, entre outras. Em seguida,

foram avaliados os graus de degradação por meio de parâmetros relacionados à paisagem, sendo atribuídos valores aos parâmetros que variaram de 1 a 10. Para cada parâmetro, foi atribuído um respectivo peso que variou de 0,2 a 0,3. Após a avaliação, cada parâmetro recebeu uma nota que foi multiplicada pelo seu peso correspondente. Após, estes foram somados e o valor obtido foi utilizado para classificar a área em preservada, pouco perturbada, muito perturbada e degradada. Os resultados revelaram que 52,36% das nascentes mapeadas se encontram conservadas; 5,26% pouco perturbadas; 5,26% degradadas e 36,84% muito degradadas. A metodologia utilizada proporcionou o diagnóstico das nascentes e das áreas de APP, sendo uma ferramenta bastante eficaz no tocante às novas tecnologias de recuperação de áreas degradadas.

Palavras-chave: nascentes, conservação, áreas de preservação permanente, diagnóstico, identificação.

Migratory fish in freshwater ecosystems in Costa Rica: diversity, conservation status and current threats

Arturo Angulo^{1,2} & Aldo Farah-Pérez^{1,3}

¹Museo de Zoología and Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica, 11501–2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

²UNESP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Laboratório de Ictiologia, Departamento de Zoologia e Botânica, Rua Cristóvão Colombo, 2265, 15054–000, São José do Rio Preto, SP, Brazil.

³Department of Earth and Environment, Florida International University, 11200 SW 8th St, Miami, FL 33199, USA.

Costa Rica, whose territory comprises 51100 km² (0.03% of world surface), possesses about 5% of the total diversity described thus far. This diversity includes 252 (native) freshwater fish species [24 (9.5%) of which are endemic] representing about 38.7% of the total freshwater fish species reported in the Mesoamerican region (about 650 species). From the total number of Costa Rican freshwater fish species, 160 (63.2%) are peripheral (i.e., species from predominantly marine families that have colonized inland water from the sea), 59 (23.4%) are secondary (i.e., species from predominantly freshwater families that are able to cross narrow sea barriers) and only 33 (13.1%) are primary (or obligate) freshwater species. Among the peripheral component, there are some highly migratory species which moves predictably between fresh and marine environments at relatively fixed times in their lives. So far, a total of 14 highly migratory diadromous (“running between two places”) fish species, including members of the families Anguillidae, Carcharhinidae, Centropomidae, Gobiidae, Mugilidae, Pristidae, among others, have been reported/identified in Costa Rican freshwaters. In the Gobiidae and Mugilidae families, species show an anadromous strategy, while the Anguillidae family shows a catadromous one. In addition, three species of primary freshwater fishes (*Astyanax aeneus* – Characidae; and *Brycon*

behreae and *B. costaricensis* – Bryconidae) also are known for carrying out massive and extensive inland migrations in the north Pacific (*A. aeneus*), south Pacific (*B. behreae*) and Caribbean (*B. costaricensis*). Given this, 17 species with highly migratory habits are known to date/currently listed in Costa Rican freshwaters, corresponding to 6.7% of the total diversity of the country. In this contribution we list these current known highly migratory fish species and evaluate, illustrate and discuss basic aspects of its biology in relation to its temporal and spatial habitat use, movement, and objective of the displacements, among others. Finally we address their conservation status and current threats, relative to their migratory habit, under current national conservation policies.

Key words: neotropical freshwater fishes, peripheral species, primary freshwater species, diadromous species, Central America.

Alterações ambientais decorrentes da construção de reservatórios de pequenas centrais hidrelétricas – um estudo de caso no Estado de São Paulo, Brasil

Marcos Gomes Nogueira¹, Marco Aurélio Pessotto¹, Eduardo Meneguzzi Brambilla¹ & Anna Maria Cirino Ruocco

¹Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, SP, Brasil. nogueira@ibb.unesp.br

Resumo: A intensa construção de barragens na rede hidrográfica, a fim de operacionalizar o funcionamento de usinas hidrelétricas (UHEs), resulta em impactos ecológicos significativos e que se encontram bem dimensionados no caso de grandes reservatórios. No entanto, os estudos relacionados aos pequenos barramentos de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) são escassos. Segundo as normas da Agência Nacional de Energia Elétrica, são consideradas PCHs as plantas que geram entre 1 e 30 MW e possuem reservatórios cuja área é inferior a 3 Km². No Brasil existem atualmente 435 PCHs em operação (4.106 MW instalados) e uma enorme quantidade de empreendimentos dessa natureza, superior a mil unidades, em diferentes fases de estudo e/ou implementação. Porém, não existem prognósticos seguros sobre seus efeitos pontuais e cumulativos nas condições limnológicas e na estrutura e funcionamento das comunidades aquáticas. O presente estudo se baseia em uma análise integrada realizada ao longo dos últimos cinco anos em três reservatórios de PCHs localizados em série no rio Sapucaí-Mirim, região norte do Estado de São Paulo, um importante tributário da bacia do rio Grande (Sudeste do Brasil). Apesar do pequeno porte (5 a 10 km de extensão) e baixo tempo de retenção hidráulica (<2 dias), os resultados demonstram que pode haver uma considerável complexidade espacial dos reservatórios, com estabelecimento de gradientes longitudinais de transparência e concentração de nutrientes e tendência à estratificação térmica nas proximidades das barragens. Entre as principais alterações observadas na biota estão o rápido desenvolvimento de populações de macrófitas aquáticas, fitoplâncton e zooplâncton. Dados sobre a integridade dos processos reprodutivos da ictiofauna e a eficiência dos mecanismos de transposição

(escada para peixes - manejo indireto) também são apresentados e discutidos. Finalmente, destaca-se a ocorrência de um tipo particular de macrohabitat típico dos rios de planalto como o Sapucaí-Mirim, os “pedrais” formados por afloramentos de rochas basálticas, praticamente desconhecidos pela ciência e que têm sido extintos em larga escala com a construção das PCHs.

Palavras-chave: PCHs, gradientes limnológicos, zooplâncton, ictiofauna, reprodução ictiofauna.

Verificação do atendimento das recomendações do mapeamento de riscos à inundação no município de Sorocaba – SP

Márcia Magalhães de Arruda¹

¹Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Ciências Ambientais, Sorocaba/SP, Brasil, marcia.m.arruda.ufscar@outlook.com.

O estudo de caso apresenta o perfil dos bairros Jardim Abaeté, Parque Vitória Régia e Parque São Bento, áreas de risco médio (R2) e alto (R3) à inundação da Zona Norte de Sorocaba. O objetivo da pesquisa consiste na verificação da gestão de riscos naturais com base nas diretrizes propostas na Síntese dos Resultados do Mapeamento de Riscos do Município de Sorocaba, anexo integrante do Mapeamento de Áreas de Risco a Escorregamento e Inundação publicado pelo Instituto Geológico no ano de 2005. Através do método hipotético-dedutivo, de pesquisa bibliográfica e documental, e do uso dos softwares Google Earth e ArcGis, procedeu-se à análise do processo de urbanização e de suas interferências socioambientais, com ênfase nos conceitos de risco e vulnerabilidade, examinando-se a adoção de medidas estruturais e não estruturais por parte do Poder Público com vistas à prevenção de desastres naturais. Evidenciou-se que medidas foram empreendidas para mitigar o risco da população, merecendo destaque a implementação de bacia de contenção no Jardim Abaeté, a instalação de dique no Parque Vitória Régia, o remanejamento de famílias de áreas de risco do Parque São Bento e a instalação de plataforma de coleta de dados (PCD), que monitora o nível do Rio Sorocaba e o índice pluviométrico do município. A pesquisa denota que a não realização de desassoreamento do Rio Sorocaba há vários anos; o inadequado planejamento da drenagem urbana; a especulação imobiliária do solo; a ocupação irregular de planícies fluviais; a ausência de vegetação ripária em determinados pontos; as elevadas médias de precipitação e; as características do relevo local são os fatores preponderantes para que até os dias atuais Sorocaba e os bairros ainda sofram com inundações em época de chuvas, especialmente no período do Verão.

Palavras-chave: riscos ambientais, inundações, desastres naturais, defesa civil, Sorocaba.

Relação Peso-Comprimento de 38 espécies coletadas no reservatório de Três Irmãos (Bacia do baixo rio Tietê, Brasil)

Paula Maria Gênova de Castro Campanha¹, Midiã Lima Brazão¹, Lucas Matheus Basilio¹, Anderson Arimura Matsumoto² & Lúcia Sumile Maruyama¹

¹Instituto de Pesca/SAA-SP. São Paulo, Brasil. paulagc08@gmail.com; midia207@hotmail.com; lucas_drops@hotmail.com; lidiamaruyama@gmail.com.

²Fundepag, São Paulo, Brasil. andersonmats18@hotmail.com.

A Relação Peso-Comprimento foi estimada para 38 espécies coletadas no reservatório de Três Irmãos, localizado no município de Pereira Barreto, limite com Andradina. Possui área inundada de 757.000 ha, sendo o maior reservatório e o último aproveitamento hidroelétrico do sistema Tietê/SP. Os peixes foram coletados durante dez (10) campanhas da pesca experimental, entre novembro/2015 a janeiro/2018, com periodicidade trimestral, em três ambientes (lótico, lântico e de transição), usando quatro tipos de aparelhos de pesca (rede, tarrafa, linha-anzol e peneira). Todos os peixes capturados foram identificados, rotulados, preservados em gelo e transportados para o Laboratório de Ecologia Pesqueira (LabEcoPesca) do Instituto de Pesca-IP, sendo confirmada sua identificação com base em diversas chaves de identificação disponíveis para a bacia do Alto Paraná. Todos os indivíduos foram mensurados em termos de comprimento total – Ct (cm) e comprimento padrão - Cp (cm), e obtido o peso total – Pt (g). Os indivíduos de cada espécie foram conservados e armazenados no Acervo Ictiológico do CPDRH do IP, São Paulo/SP. A relação Peso-Comprimento foi estabelecida usando a regressão linear Pt vs Ct (log-transformada): $\log(Pt) = \log(a) + b \log(Ct)$, onde a é o intercepto da curva de regressão (coeficiente relacionado à forma do corpo) e b o coeficiente de regressão (expoente indicando o tipo de crescimento). Foram identificados 6.674 indivíduos, compostos por quatro Ordens: Characiformes (8 Famílias), Siluriformes (6 Famílias), Perciformes (2 Famílias) e Cyprinodontiformes (1 Família). As espécies mais abundantes em número foram *Plagioscion squamosissimus* (corvina) (N= 1.183), *Geophagus proximus* (porquinho) (N=1.118), *Serrasalmus maculatus* (piranha/pirambeba) (N=1.039) e *Metynnis maculatus* (pacu-CD) (N=798), espécies alvo da pesca artesanal profissional, com exceção do pacu-CD que é descartada

nas pescarias com rede-de-espera. Das espécies relacionadas, oito alcançaram comprimento máximo acima ao referenciado no FishBase: *Metynnis maculatus* (Ct=19,5 cm), *Roeboides descavadensis* (Cp=11,3 cm), *Cichla piquiti* (Ct=55,4 cm), *Astyanax altiparanae* (Ct=14,9 cm), *Crenicichla jaguarensis* (Cp=23,5 cm), *Cyphocharax nagelii* (Ct=22,9 cm), *Piaractus mesopotamicus* (Cp=60,0 cm) e *Crenicichla britskii* (Cp=15,2 cm).

Palavras-chave: comprimento, peso, ictiofauna, pesca científica, crescimento.

**Espécies vegetais da borda e do folhiço de um trecho do Córrego da Campininha,
“Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade” Sorocaba – SP**

Angélica Pereira Machado¹, Lucas Antunes de Oliveira¹, Regina Yuri Hashimoto
Miura¹

¹Universidade Paulista / UNIP, Campus Sorocaba, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Av. Independência, 752, Iporanga, Sorocaba (SP), Brasil, 18.103-000, angelicamachado.prof@gmail.com, luccas.antunes@hotmail.com, remiura@gmail.com.

Resumo: Introdução: A Mata ciliar consiste na vegetação presente às margens de corpos d'água, funcionando como cílios, responsável pelo controle do que chega a estes locais, conferindo proteção não só as formas de vida aquáticas, mas também às espécies que vivem nestas matas. Elas têm sido consideradas como corredores extremamente importantes para o movimento da fauna ao longo da paisagem, assim como para a dispersão vegetal. Folhas e outras partes de um vegetal provenientes da mata ciliar formam o folhiço encontrado no substrato de corpos d'água, servindo de recurso alimentar e micro-habitat, para a fauna aquática, com os macroinvertebrados, participando do processo de consumo e decomposição foliar. O alto índice de devastação das matas ciliares, altera toda sucessão ecológica, interferindo no deslocamento e dispersão de espécies de animais e plantas resultando na diminuição da biodiversidade local. Objetivo: O objetivo deste trabalho foi identificar as espécies da borda e do folhiço de um trecho do Córrego da Campininha, para contribuir com estudos de fluxo de energia envolvendo macroinvertebrados. Metodologia: Para a identificação das espécies vegetais da borda foram realizadas coletas de ramos com auxílio de tesoura de poda alta, e para o folhiço do leito do córrego, um amostrador Surber para rios de pequeno porte. Estas coletas foram realizadas em cinco pontos, e para a identificação foram utilizadas chaves de identificação, a lista de espécies vegetais do plano de manejo do Parque. Resultados: Foram identificadas 19 espécies nativas e uma exótica pertencentes a 13 famílias. Três espécies foram registradas em mais de um ponto, *Eucalyptus saligna*, *Maytenus aquifolium* e *Lithraea molleoides*. Conclusão: Através do levantamento foi possível identificar as espécies do folhiço encontradas em

mais de um ponto, e estas foram então indicadas para o estudo dos macroinvertebrados realizado no mesmo trecho do córrego.

Palavras chave: folhiço, mata ciliar, fluxo de energia.

Desassoreamento de rios: quando o poder público ignora as causas, a biodiversidade e a ciência

Welber Senteio Smith^{1,2}, Fabio Leandro da Silva² & Renata Casemiro Biagioni³

¹Universidade Paulista - UNIP, Campus Sorocaba, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, welber_smith@uol.com.br

²Universidade de São Paulo / USP, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais / CRHEA, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental.

³UFSCAR, Campus Sorocaba, Programa de Pós Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis

O desassoreamento de rios, geralmente, é resolvido através da dragagem dos sedimentos depositados em seu leito, utilizando diversas técnicas. Tratando de um caso concreto, objetiva-se expor a falta de critérios técnicos para a execução de tal intervenção, os impactos para o rio, biota aquática e a sua real necessidade. São apresentados aspectos da dissociação entre entendimentos consagrados na engenharia e seu descompasso com as teorias ecológicas. Este trabalho buscou estudar as enchentes urbanas, elucidando suas causas, para propor medidas e novas tecnologias para combatê-las, através de programas e políticas urbanas. A intenção é detalhar as causas das inundações urbanas, entendendo os fatores envolvidos e, com isso, discutir como o poder público deve proceder no que se refere ao desassoreamento. O principal objetivo desse trabalho é estimular a incorporação dos rios urbanos em estudos ecológicos e chamar a atenção do poder público para essa questão.

Palavras-chave: Assoreamento, impactos ambientais, enchentes, rios urbanos.



Seppo Leimonen 2017 / seppo.net

UNIP
UNIVERSIDADE PAULISTA

Laboratório de Ecologia
Estrutural e Funcional de
Ecossistemas

 **WORLD FISH
MIGRATION DAY**

<https://conectando-peixes-rios-e-pessoas.webnode.com>

<https://www.worldfishmigrationday.com>

