

A CIDADE REFLETE NO RIO PINHEIROS: ESTUDOS PARA UM SISTEMA DE MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO PÓS-PROJETO DE UM RIO URBANO RESTAURADO

Ricardo Avari, ⁽¹⁾

Sabesp, Biólogo do Departamento de controle da qualidade dos produtos água e esgoto – TOQ, especialista em saúde pública e em Saneamento Ambiental.

Valéria C. Bomfim, Dra. ⁽²⁾

Doutora em Urbanismo - PUC Camp, Mestre em Eng. Civil e Urbana – POLI-USP, Arquiteta e Urbanista – FAU-USP.

Marco Antônio Lopez Barros ⁽³⁾.

Sabesp, Engenheiro, Superintendente na Diretoria de Engenharia e Inovação – TE.

Endereço ⁽¹⁾ : Rua Conselheiro Saraiva, 519, prédio 11 - Santana – São Paulo - SP - CEP: 02037-021 - Brasil - Tel: +55 (11) 2971-4163 - e-mail: ricardo.avari@gmail.com .

RESUMO

Restaurações de rios urbanos exigem acompanhamento crítico para manter os êxitos obtidos e prevenir adversidades ambientais e socioeconômicas. A continuidade é essencial para obter resiliência em questões essenciais como fornecimento de água, controle de cheias, coesão social e biodiversidade, dentre outras. Assim, o fim das obras do Programa Novo Rio Pinheiros é apenas uma etapa na obtenção de serviços ambientais exponencialmente maiores. No entanto, há escassez de informações sobre análises de longo prazo em rios urbanos de países tropicais. Este trabalho explora as formas de Monitoramento e Avaliação Pós-Projeto (MAPP) disponíveis na literatura e aplicáveis no contexto metropolitano, sugerindo um conjunto que combina fontes alternativas de dados com os parâmetros a coletar em campo, buscando reduzir a incerteza operacional e o custo, mantendo a capacidade descritiva e inter-relacional de fornecer dados adequados para o manejo adaptativo e inteligente do rio e seu entorno. Ao fim, apresentamos uma coletânea de parâmetros adequados a um sistema de MAPP metropolitano, que pode contribuir para a efetivação dos ganhos socioambientais em longo prazo, permitir maior economia de recursos de manutenção, validar os complexos esforços despendidos para a revitalização e antecipar de forma efetiva externalidades negativas.

PALAVRAS-CHAVE: Restauração de rios urbanos, impactos socioambientais, avaliação pós-projeto.

INTRODUÇÃO

O Programa Novo Rio Pinheiros (PNRP), do governo do estado de São Paulo visa combater os impactos da urbanização na qualidade das águas do rio Pinheiros (GOLDENSTEIN, 2017). Parte do projeto de despoluição da bacia hidrográfica do rio Tietê, engloba a ampliação da rede de saneamento; o manejo de resíduos sólidos; a manutenção do leito e margens; e a revitalização socioeconômica e ambiental da bacia hidrográfica, com ampla comunicação à sociedade (SÃO PAULO, 2021-b).

A Cetesb (2020) frisa a importância de recuperar seus usos múltiplos. Tal ação local é aderente às recomendações das Nações Unidas para melhor resiliência e enfrentamento das condições hídras futuras (UNITAR, 2021 – M-1); ainda mais considerando a necessidade de recuperação da capacidade hídrica da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), onde o valor intrínseco da água é elevado (UNESCO, 2021).

O PNRP segue modernos modelos de restauro, com metas ambiciosas (SILVA-SÁNCHEZ e JACOBI, 2012, *apud* SAENZ, 2010). Mesmo com a impossibilidade de retorno às condições originais, visa a recuperação das águas e o fornecimento de serviços sociais e ambientais (PALMER *et al*, 2014-a, p. 64), com a revitalização da área verde de entorno, e de toda a bacia hidrográfica. Objetivos de longo prazo, dependentes de ações de manutenção e monitoramento posteriores à execução das obras primárias, e que em última instância estão voltados para recuperação ecossistêmica na escala de décadas (FRISSEL *et al*, 1986).

Estudos da área em geral focam o restauro da qualidade das águas, dos serviços ambientais, e as alterações hidroecológicas, e poucas vezes incluem biodiversidade, fatores socioeconômicos ou estudos de longo prazo (SPEED *et al*, 2016, p. 89). Assim, após o fim das obras pode ocorrer nova degradação local e, como sintetizam Downs & Kondolf (2002), “numerosos casos de fracasso na restauração e impactos inesperados são testemunhas do fato de que a restauração não pode ser feita com fé cega, assegurados pela ideia de que, inerentemente, estamos fazendo ‘a coisa certa’”. Alguns destes problemas ocorreram quando foi menosprezada a aceitação popular (HELDT *et al*, 2016) e não se considerou o entendimento ecológico de longo prazo no projeto, (FELSON *et al*, 2013). Cabe lembrar que a biodiversidade é elemento importante na avaliação de sucesso da restauração. Ambientes mais biodiversos, mesmo artificiais, tem menos insetos vetores, (FERRAGUTI *et al*, 2016), serviços ambientais de melhor qualidade e em maior escala, e maior resiliência a impactos e valor social (YOUNÉS & GARAY, 2006).

Mesmo impactos negativos podem decorrer do projeto, tais como ocupação desordenada – pela população ou empresas – de áreas valorizadas, ineficácia da recuperação ecológica e da educação ambiental de entorno, venda de pescado contaminado, gentrificação, e novas demandas de saúde pública como zoonoses e contaminações vinculadas à recreação em águas impróprias (ALAM & MARINOVA, 2006; CHO, 2010; MACEDO *et al*, 2010; CHECKER, 2011; SALANT *et al*, 2012; FELSON *et al*, 2013; MORANDI *et al*, 2014; REIS & SILVA, 2016; SHIN, 2018).

De modo geral, projetos de infraestrutura raramente estabelecem uma fase de monitoramento e avaliação posteriores (TUROLLA, 2020; BERNHARDT *et al*, 2007; HAMMOND *et al*, 2011), e tampouco estabelecem metas que guiem o monitoramento a longo prazo (BRUCE-BURGESS & SKINNER, 2002). Quando existem, são feitos usualmente com técnicas de baixo custo, mas pouco valor científico, e sua ausência pode mesmo ocultar deficiências “embaraçosas” no projeto (SKINNER *et al*, 2008).

E ainda, apontam Sudduth *et al* (2011, p. 1985), restauração não é só planejar e executar obras de engenharia, e então aguardar que os benefícios surjam e se mantenham. No ambiente urbano há ainda mais elementos em transformação constante, e a governança participativa é crucial para que o envolvimento do entorno se traduza em fortalecimento de “uma ação colaborativa e pactuada, visando a construção coletiva do conhecimento, fundamental para o compartilhamento das responsabilidades” (JACOBI *et al*, 2015, p. 77).

Considerando o histórico de retorno da degradação a rios recuperados em São Paulo (BRUNELLI, 2012), é preciso garantir a continuidade dos ganhos do projeto, maximizando a valorização do entorno, a educação e serviços ambientais, e também antecipando e evitando – ou ao menos remediando – ocorrências negativas.

1 – OBJETIVO

Destacar os parâmetros químico-físicos, ecológicos e socioeconômicos apresentados em literatura que melhor possam, de forma viável e contínua, compor um sistema de coleta de dados que subsidie a manutenção e melhoria do rio Pinheiros e seu entorno, antecipando externalidades negativas observadas em outros projetos, considerando os atores institucionais envolvidos e as fontes e histórico de dados já disponíveis na região da bacia hidrográfica. Para tal sistema – eventualmente aplicável a outros rios de semelhantes características – usamos o termo “avaliação pós-projeto”, de Bruce-Burgess & Skinner (2002), ampliado para Monitoramento e Avaliação Pós-Projeto (MAPP) a fim de atender ao objeto de longo prazo de nossa proposta.

2 – MÉTODOS

Através de levantamento bibliográfico qualitativo sobre a produção científica crítica sobre restaurações de rios, aplicou-se um conjunto de critérios metodológicos que pudesse selecionar itens condizentes com o objetivo supracitado. Adotou-se, tal como algumas instituições (ECRR, 2021; PETERS *et al*, 2021; CAO *et al*, 2020), critérios inclusos no acrônimo “SMART”: “*Specific, Measurable, Agreed-upon, Relevant and Time-Bound*” (WEBER *et al*, 2017). Isto é, objetos de avaliação da restauração de um rio devem ser específicos, mensuráveis, ter concordância entre as partes envolvidas, serem relevantes e temporalmente definidos.

É comum, na falta de disposições centrais, que projetos de restauro escolham seus próprios critérios de como será feito o MAPP, ainda mais quando se considera a individualidade de cada projeto e as características geomorfológicas, estruturais e socioambientais definidoras da ação (ENGLAND *et al*, 2007).

Para subsidiar tais escolhas, seguimos o diagrama de Bruce-Burgess & Skinner (2002) de graus de dificuldade para implantação do monitoramento (Tabela 1). A escala espacial do PNRP é grande, segundo England *et al* (2007, p. 230), e pesa o pouco conhecimento sistematizado para restauro de rios tropicais urbanos. Isto pode ser contrabalanceado escolhendo métodos de MAPP de baixo risco e incerteza.

Tabela 1: Diagrama esquemático de seleção de modelos de monitoramento.

		<i>Nível 3a</i>	<i>Nível 4a</i>	<i>Nível 5 (mais difícil)</i>
Escala espacial	Grande	<i>Nível a</i>	<i>Nível 3b</i>	<i>Nível 4b</i>
	Pequena	<i>Nível 1 (mais fácil)</i>	<i>Nível 2b</i>	<i>Nível 3c</i>
		Baixo	médio	Alto
Grau de incerteza ou risco do método de monitoramento				

Adaptado de Bruce-Burgess & Skinner, 2002, p.15; e England *et al*, 2007.

Os dados de MAPP não devem ser, enfim, um conjunto redundante e dispendioso de ensaios laboratoriais, aferições censitárias e investigações de campo. São uma soma do já disponível na cidade com outros que possam ser incorporados a rotinas de coleta preexistentes, minimizando custos (HAMMOND *et al*, 2011). De igual importância é a disponibilidade interinstitucional destes dados e sua conexão à bacia hidrográfica; o que mostrará a manutenção dos benefícios da restauração e os sinais de alerta para mitigação de problemas.

3 - MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO PÓS-PROJETO PARA RIOS URBANOS

3.1 – Breve histórico da região

O entorno do rio Pinheiros sofreu ocupação típica das metrópoles de países em desenvolvimento: irregular, desigual e sem atenção à coleta e tratamento de esgotos (WANTZEN *et al.*, 2019), com alterações na área de várzea, inversão de fluxo e isolamento por vias marginais (ZMITROWICZ & ORLANDI, 1984). Sua poluição levou à proibição, em 1992, da reversão de suas águas para a Billings (ALVES, 2020), época em que a mobilização popular levou ao projeto de despoluição da bacia do rio Tietê (GOLDENSTEIN, 2017).

A valorização do entorno do Pinheiros motivou paliativos, com combate aos pernillongos (ARAGÃO, 2020) e propagandas de empreendimentos imobiliários que prometiam “disfarçar” seu odor (SAMPAIO, 2008) e, em 2001 um plano de flotação direta de suas águas. Criticado por desconsiderar o entorno, alto custo e volume de resíduos (GALLO, 2011), esta iniciativa durou dez anos e, embora tenha obtido resultados de curto prazo (BAPTISTELLI, 2020), não alterou a situação das águas significativamente.

Em 2013 o governo de São Paulo realizou testes de tecnologias com a OSCIP Águas Claras do Rio Pinheiros para aplicação direta nas águas do rio. A parceria não resultou em projetos de grande porte, mas ajudou a mudar o paradigma ao mostrar a patente necessidade de lidar com poluentes na fonte (SÃO PAULO, 2014).

3.2 Programa Novo Rio Pinheiros

O PNRP, com sua integração institucional e foco nos múltiplos usos da água e seu ambiente, encontra eco em experiências modernas de intervenções de pequena escala em área urbana. Sua relação com o projeto Tietê se assemelha à do rio alemão Emscher ante a bacia do Reno, (HELDT *et al*, 2016), ou à do rio Cheong Gye Cheon em relação à bacia do Han, na Coreia do Sul (REIS & SILVA, 2016).

A fim de gerenciar este e futuros projetos, o governo de São Paulo alterou a estrutura das instâncias envolvidas – não sem críticas (WATANABE, 2019) – agrupando as pastas de Energia e Mineração, de Recursos Hídricos e de Meio Ambiente em uma, a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA).

A atuação da SIMA incluiu a Sabesp para construção de coletores de esgotos conexão de imóveis às redes coletoras e implantação de Unidades de Recuperação de afluentes (URQs), contratadas para operação por 10 anos; a EMAE na revitalização do Projeto Pomar Urbano, retirada de resíduos sólidos, estudo de viabilidade do uso do rio e seu entorno para lazer, transporte e atividades esportivas e estabelecimento de parcerias com

empresas para plantio de árvores; o DAEE na emissão de outorgas para ampliação do sistema de interceptores e emissários de esgoto para ETES (estações de tratamento de esgotos), para interferências no curso do rio, como a implantação de pontos de atracagem para barcos; implantação de novos sistemas de telemetria e vazões afluentes; a Cetesb no controle e fiscalização de fontes de poluição industrial e de áreas de preservação ambiental; monitoramento da qualidade da água (oxigênio dissolvido, pH, temperatura, condutividade, Demanda Bioquímica de Oxigênio, fósforo, turbidez, sólidos totais e suspensos); ampliação dos pontos de monitoramento no rio e nos principais afluentes; verificação dos sedimentos quanto a carbono orgânico total, nitrogênio amoniacal e fósforo total. (adaptado de LOPES *et al*, 2021 – *apud* SIMA, 2020).

Pela esfera estadual participa ainda a CPTM, na manutenção da ciclofaixa, integração das estações de trens urbanos ao projeto do parque linear e adoção de medidas de sustentabilidade nas ações da companhia. E na esfera municipal, há a coleta de resíduos sólidos e a recuperação de pontos viciados de descarte, por meio da AMLURB; e na avaliação e emissão de documentação para as licenças ambientais.

O projeto divide suas intervenções nos eixos Saneamento, Resíduos sólidos, Manutenção, Revitalização e Comunicação. O desenvolvimento destes no projeto foi disponibilizado em *website* específico (SÃO PAULO, 2021-a). Aspectos positivos esperados do PNRP foram destacados pelo governo de São Paulo, divulgados pela mídia e apresentados em publicação (SÃO PAULO, 2021-b), que os relaciona aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas. No entanto, podem haver benefícios além dos listados nesta publicação.

A melhora na permeabilidade da bacia oferece aumento na recarga de lençóis freáticos, permitindo maior resiliência do município a extremos climáticos (BOURLON, 2020); é esperada redução da emissão, e mesmo reabsorção, de Gases de Efeito Estufa (GEE) (KEEGAN, 2021), a redução das populações de animais vetores de zoonoses (MEDEIROS-SOUSA *et al*, 2017), da temperatura urbana e da poluição particulada do ar; além de incremento cultural, recreacional e social na região (FERREIRA, 2005; LEE, 2016). A usina fotovoltaica flutuante diminuiria a incidência solar sobre a superfície, controlando a multiplicação de fitoplâncton. Associadas a estruturas flutuantes de extração de poluentes, podem maximizar a depuração das águas a custo menor do que aqueles obtidos com métodos tradicionais (BIOMATRIX, 2021).

Mesmo os três ODS não citados na publicação podem ser atendidos. Para o “ODS 2: Fome zero e agricultura sustentável”, o reaproveitamento de nutrientes e biomassa é possível, (BEZERRA, 2020), em especial fósforo para fertilizantes, elemento cuja mineração tem risco de colapso (CORDELL e WHITE, 2015).

O potencial aumento na diversidade e quantidade de organismos aquáticos se adequa ao “ODS 14: Vida na Água”. E o acesso transparente aos dados do projeto, sua inclusividade social, a educação ambiental promovida pelos órgãos envolvidos (UES, 2021), a integração institucional criada para sua condução e a ênfase às áreas de lazer e convivência aderem ao “ODS 16: Paz, Justiça e Instituições eficazes”.

E por fim, é crucial lembrar que o PNRP compila uma série de medições de parâmetros de coluna d’água e sedimentos, muitas feitas há anos (CETESB, 2020), importantes para criar a linha de base com a qual dados futuros poderão ser comparados. Segundo Tare *et al* (2019), “um inventário completo de todas as mudanças feitas e/ou realizadas no rio e sua bacia deve ser mantido”, e sua continuidade e evolução é essencial.

3.3 Monitorando e avaliando após as obras de restauração

Todo projeto está sujeito a contratempos. O planejamento previne a maioria, mas antecipar-se impede que imprevistos diminuam os ganhos desejados. Um bom sistema de MAPP, segundo Downs & Kondolf (2002) parte de oito componentes: critérios de sucesso bem definidos, dados históricos, dados da situação atual, estudo de casos similares, justificativas para as intervenções, desenhos do projeto, dados de monitoramento, e análise. Deve ser implementado com o compromisso de manutenção dos ganhos obtidos. Os dados devem ser auditados quanto à performance e conformidade ante uma meta pré-estabelecida, e avaliações de campo devem permitir a revisão adaptativa do sistema, mantendo cíclica a avaliação (SKINNER & THORNE, 2005).

No entanto, o período após as obras é usualmente negligenciado. Bernhardt *et al* (2007), entrevistando 317 gestores de projetos de restauração de rios nos EUA., descobriram que apenas 46% estabeleceram critérios para definir o sucesso das iniciativas, e só 10% incluíram previamente parâmetros mensuráveis de análise e avaliação; não obstante dois terços destes afirmassem seu “completo sucesso” e fossem comuns reclamações sobre a pouca ênfase dada ao MAPP. O estudo ainda definiu que, dentre os de melhores resultados, a maioria teve grande envolvimento da comunidade e um comitê consultor independente. Tal levantamento influenciou

os padrões de boas práticas definidos pela *American Rivers Organization* (2021), que incluem o estabelecimento de metas claras e de monitoramento posterior que verifique o atingimento destas.

Um estudo desenvolvido entre 2002 e 2004 acerca de 37000 ações de restauração de rios nos Estados Unidos da América, o *National Riverine Restoration Science Synthesis* (NRRSS), categorizou esforços de restauração e desenvolveu medidas para avaliar seu sucesso. A base de dados criada subsidiou a definição de cinco critérios que se tornaram paradigmáticos. Exceto para o primeiro, todos dependem de dados de MAPP:

“Em primeiro lugar, o planejamento de um projeto de restauração ecológica de rios deve ser baseado em uma **imagem orientadora específica** do rio mais dinâmico e saudável que poderia existir no local. Em segundo lugar, a condição ecológica do rio deve ser **melhorada de forma mensurável**. Em terceiro lugar, o sistema do rio deve ser tão **autossustentável e resiliente** a perturbações externas que apenas uma manutenção mínima é necessária. Em quarto lugar, **durante a fase de construção, nenhum dano duradouro** deve ser infligido ao ecossistema. Em quinto lugar, **tanto a pré quanto a pós-avaliação devem ser concluídos** e os dados disponibilizados publicamente”.

(PALMER *et al*, 2005, grifos nossos).

Jansson *et al* (2005) acrescentaram a descrição antecipada dos mecanismos ecológicos atuantes, o que permite identificar ações que podem se contradizer e reorientá-las, buscando eficiência, economia e sinergia.

Uma dificuldade na busca de elementos pertinentes ao PNRP é que há muito mais ações em rios rurais ou que cruzam múltiplos tipos de ocupação de margem, e a maioria dos artigos publicados trata de regiões de clima temperado. Ademais, as restaurações de rios urbanos são mais caras e difíceis (BERNHARDT & PALMER, 2007), e medidas de MAPP baseadas em comunidades ecológicas (NRRSS, 2021) ou em recuperação de condições históricas (KONDOLF & MICHELI, 1995), podem não oferecer uma meta apropriada. Neste caso, apontam Dufour e Piégay (2009), suas estratégias devem focar em serviços ecossistêmicos ofertados à comunidade.

O MAPP deve fornecer dados que facilitem o planejamento de ações posteriores às grandes obras, para que os serviços socioambientais almejados tenham continuidade e resiliência (PALMER *et al*, 2014-a) e também, como resumido por Jenkinson *et al* (2006), “restauradores reconheceram a necessidade de monitoramento após o projeto para melhorar futuros projetos de restauração e compartilhar lições aprendidas com outros praticantes”, economizando recursos e tempo, além de evitar erros. Bem realizado, um MAPP estabelece os meios mais eficientes, viáveis e duradouros para intervenção, guiando restaurações futuras.

3.4 Metas e o monitoramento de parâmetros no PNRP

O sucesso do restauro é medido a partir dos objetivos estabelecidos para este, e isso não é o mesmo que dizer quais foram suas consequências positivas. Como já dito, as metas objetivas e mensuráveis divulgadas do PNRP são poucas. Baptistelli (2020) faz projeções e discute algumas com foco na qualidade da água.

Os mais divulgados foram a conexão à rede coletora de esgotos de 530 mil novas economias, encaminhamento de mais 2800 L/s de esgotos para tratamento, o OD do rio maior ou igual a 2 mg/L e a meta de DBO abaixo de 30 mg/L, valor no qual há baixa turbidez e emissão de odores, e também estabelecida para o Programa Córrego Limpo, parceria da prefeitura de São Paulo com a Sabesp e passível de ser atingida, como ocorreu, por exemplo, em córregos como o Mandaqui, onde DBO caiu de 240 para 9 mg/L, e o córrego Corujas, cujo DBO caiu de 28 para 9 g/L (PAULI, 2020). Se outras metas não determinaram valores mensuráveis (SÃO PAULO, 2021-b), as supracitadas foram alcançadas. Em 2023, era divulgado que as novas conexões obtidas chegaram a 650 mil (30% mais que a meta inicial), e o DBO mensurado foi menor que 30 mg/L em onze dos treze pontos de monitoramento (SABESP, 2022; SÃO PAULO, 2021-a; dados de 28/03/2023).

Medidas de eutrofização serão essenciais já nas próximas etapas, pois a quantidade de nutrientes não diminuirá tão rápido quanto a turbidez, e a maior penetração solar permitirá a proliferação de algas potencialmente tóxicas, em especial cianobactérias resistentes a condições degradadas. Um rio de águas verdes é tão desagradável quanto um rio malcheiroso, impactando a aceitação popular, e algas podem causar mortandade da biota ainda em recuperação. Apenas após longo prazo diminuirá a concentração de biogênicos, diversificando a composição biótica do sistema e diminuindo as proliferações excessivas de algas (SZULC *et al*, 2015).

Tais alterações sucessivas mostram quão dinâmico deve ser o monitoramento para garantir a efetividade das ações, direcionando-o para seus objetivos, subsidiando a independência decisória frente a diferentes âmbitos políticos ou sociais alheios ao projeto, e alimenta a percepção da sociedade local ou mesmo internacional.

É possível, ainda, estabelecer métricas para outros benefícios esperados. Há dados de frequência de eventos de enchente, valorização local de imóveis (SECOVI, 2021), produção de energia na usina Henry Borden e mais. Tais dados são coletados independentemente há anos, e sua continuidade é muito provável.

3.5 Parâmetros de monitoramento e avaliação em espaços urbanos

Raras são as referências ao monitoramento de longo prazo de rios urbanos. Speed *et al* (2016) coloca que seus poluentes são outros, destacando hidrocarbonetos, metais tóxicos, óleo, nutrientes e esgotos domésticos, e que o peso da aceitação popular da obra e seus impactos sociais tem mais relevância do que em rios rurais; e notam que fazer a população entender o que foi alcançado pode ser mais difícil do que para especialistas. Macedo *et al* (2010) demonstrou semelhante falta de alcance na comunicação para restauração de rios em Belo Horizonte, destacando o ineficiente envolvimento popular. É relevante que Momm *et al* (2020) apontem que casos considerados sucessos de restauração partilham a característica de “promover mobilização popular além da própria localidade e sua vinculação com uma imagem de um futuro promissor, com qualidade de vida e lazer”.

Buscou-se levantar, em textos que abarcam qualitativamente a questão, quais técnicas de MAPP se aplicam ao contexto do PNRP dentre as mais comumente encontradas na literatura. Os trabalhos primários usados na compilação foram os de Kondolf & Micheli (1995), Lee (2006), Bernhardt *et al* (2007), Woolsey *et al* (2005), Skinner *et al* (2008), Hammond *et al* (2011), Palmer *et al* (2014-b), Speed *et al* (2016), Peters *et al* (2021), Polinno (2020), Hart e Butcher (2018), Weber *et al* (2017), Poppe *et al* (2015), Roni *et al* (2015), Morandi *et al* (2014), O’Donnel & Galat (2008), Downs & Kondolf (2002), e Chalmers *et al* (2001).

A maioria propõe classes de parâmetros, que podem ser unificadas em Físicos-hidrológicos, Laboratoriais, Ecológicos e Socioeconômicas, não obstante as denominações muito diferentes apresentadas entre os trabalhos. Cada uma destas apresenta diversas subcategorias, e o total de parâmetros que era comum a mais do que três publicações no mínimo, era de cerca de 95 parâmetros.

A frequente comparação do PNRP com a revitalização de Porto Madero, em Buenos Aires (LOPES, 2021), ressalta a visão urbanista de sua concepção. Não é um restauro ecológico *stricto sensu*, embora o maior ganho econômico em longo prazo seja o dos serviços ambientais de fornecimento de água, saúde pública, captação de GEE, aumento de potencial hidrelétrico etc. É impraticável, hoje, restaurar suas condições ecológicas originais. Assim, não se aplicam metas como reestabelecimento da pesca (O’DONNEL & GALAT, 2008), expansão da área de várzea e mudanças hidromorfológicas (BRIERLEY *et al*, 2010), e extensão das cercas contra pastagem (CHALMERS *et al*, 2001). Estudos como os de Tompkins & Kondolf (2007), Shah *et al* (2007), Morandi *et al* (2014), Palmer *et al* (2014-b), Peters *et al* (2021); focam avaliações de fauna e geomorfologia de áreas rurais ou de preservação, pouco mencionando ambientes urbanos.

Tais publicações incluem exemplos díspares como rios urbanos finlandeses (MUOTKA *et al*, 2002) ou rurais de Singapura (SPEED *et al*, 2016). Este último coloca a impossibilidade de abranger todos os aspectos possíveis de mensuração de um rio. Em contraparte, para Tockner (citado por England *et al*, 2007) um “esquema apropriado de monitoramento deve incluir uma ampla variedade de parâmetros físicos, químicos, geomórficos e ecológicos”. Portanto, a escolha dos melhores parâmetros para MAPP de rios urbanos considerará o estabelecido por Beechie *et al* (2009): um conjunto pequeno mas abrangente destes que detecte as alterações no rio e suas causas, tanto em aspectos físicos, químicos e biológicos como hidrológicos, paisagísticos e sociais, aumentando a relevância da restauração do rio.

O contexto pede aferições tais como valor local de imóveis, impactos urbanísticos da pandemia de Covid-19 (BONDUKI, 2021), alterações no regime hídrico, número de animais sinantrópicos no entorno, dentre outros. Assim, informará atores sociais, entidades reguladoras e instituições envolvidas no PNRP para que atuem eficazmente no controle de adversidades, poupando tempo, esforços e recursos.

A grande variedade de parâmetros não se reflete em uso para MAPP. Não há “consenso acerca do conteúdo, frequência ou metodologia requeridas” (SKINNER *et al* 2008, *apud* BROOKES, 1996). Embora seu custo seja uma fração do valor dos projetos, a tendência de projetistas e financiadores é pensar que esta parcela é mais bem empregada ampliando as obras de restauro (SKINNER *et al*, 2008). E por fim, há pouca motivação para o MAPP com outras necessidades exigindo recursos (WANTZEN *et al*, 2019).

3.6 Discussão

Excesso de dados e gastos podem condenar um programa de monitoramento, mas falta de dados sobre a manutenção do sucesso ou para correções de curso idem, com o agravante de minarem a credibilidade de projetos posteriores (SKINNER *et al*, 2008).

O equilíbrio entre o mínimo necessário e o muito custoso/complexo está no menor e mais versátil conjunto de parâmetros que forneça *dados de fato aplicáveis* na avaliação continuada, orientando adaptações de manejo. Devem ser adequados à natureza e metas do projeto, o risco e incerteza de suas técnicas inversamente proporcionais à complexidade técnica e ao quanto se desconhece do comportamento do sistema em pauta, contemplar o crescimento vegetativo do entorno, ser versáteis e passíveis técnica e financeiramente de repetição por longos períodos, e preverem mudanças a tempo de permitir intervenções.

Frisa-se para os dois últimos pontos que o monitoramento deve coletar dados mais sensíveis com frequência menor, pois “a frequência de monitoramento deve ser suficiente para permitir o estabelecimento de uma tendência” (ENGLAND *et al*, 2007).

As metas divulgadas, exceto no que tange à qualidade das águas, são vagas, em consonância com observações de Downs & Kondolf (2002). SÃO PAULO (2021-a) coloca a DBO de 30 mg/L ante uma média de 60 mg/L entre 2014 e 2018 (CETESB, 2020); inclui o aumento na capacidade hidrelétrica da usina Henry Borden quando a qualidade das águas permitir seu bombeamento para a represa Billings – esta com relevante melhora a partir do início do Programa de Recuperação de Mananciais (AVARI, 2013) – e inúmeros objetivos de inclusão social, incremento recreacional do entorno, saúde pública, economia, sustentabilidade, recomposição de biota e outros sem metas específicas (SÃO PAULO, 2021-b).

O rio Pinheiros é tropical, cercado pela urbe onde as instituições responsáveis por sua restauração possuem setores de tomada de decisão, laboratoriais e de fiscalização; altamente controlado, retificado, com área de entorno bem delimitada e de intenso tráfego, com impacto de contaminantes de poluição por esgotos domésticos, mas também difusa e industrial em menor escala (VILELA *et al* 2012; ALVES, 2020; LOPES *et al*, 2021). Pode-se, assim, excluir parâmetros para clima temperado, alterações de margem e da área de várzea, à preservação de espécies sensíveis e, num primeiro momento, para água de consumo humano.

A duração do MAPP é outra questão. Alguns parâmetros sempre serão monitorados devido à dinâmica da urbe, mas se desconhece o tempo que restaurações levam até a manifestação ou retorno de problemas. Kail *et al*, (2015) apontam mesmo projetos há muito terminados onde houve piora de certos elementos ecossistêmicos. Especialistas devem determinar a frequência das análises e momentos onde se faz preciso intervir.

Uma metrópole tem constante monitoramento de parâmetros socioambientais. São usuais as estações de medição da qualidade do ar e meteorológicas, alertas de enchente, acompanhamento do tráfego, estatísticas de reclamações sobre animais sinantrópicos – destacam-se para o rio Pinheiros mosquitos, ratos e carrapatos – mau odor ou problemas de abastecimento de água ou esgotos, medidas de avaliação de “*big data*” para circulação de pessoas e veículos, e mesmo de qualidade de água disponibilizados tanto por instituições públicas (Cetesb, EMAE, Sabesp...) como pela sociedade civil (SOS Mata Atlântica, 2023; FABHAT (Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê), 2020) e outras Organizações Não Governamentais.

Todos podem ser inclusos em um sistema de MAPP, assim como dados do setor privado, como concessionárias de serviços e o comércio local. A questão é integrá-los com os dados específicos que serão coletados, de forma que permita a interpretação correta da evolução do rio e uma tomada eficiente de decisões.

Para ilustrar as possibilidades integradas destes dados, tomemos um exemplo. O controle de mosquitos não é citado no PNRP, mas é correlato à promoção da saúde, bem-estar e valorização imobiliária. Aragão (2020) fala que pernilongos no entorno do rio motivaram mesmo um abaixo-assinado. Tais reclamações são um indicador indireto da ecologia desta população de mosquitos, que em termos ambientais pode se conectar com mudanças da velocidade na vazão das águas (hidrologia), disponibilidade de nutrientes (laboratorial), margens capazes de abrigar predadores dos mosquitos adultos (flora) e a presença de predadores aquáticos de larvas (faunística). Então, o MAPP pode coletar dados complementares aos já disponíveis, que indiquem onde agir.

Mosquitos desenvolvem-se melhor em águas de baixa vazão. Como dito, o rio Pinheiros é controlado (ALVES, 2020) e monitoradas pela EMAE. O aumento previsto na vazão do rio em direção à represa Billings apresentaria impactos na normalidade estatística destas informações, e isto será registrado com ou sem MAPP. A coleta do dado “vazão” em um novo esquema de amostragem é, portanto, redundante.

A disponibilidade de nutrientes disponível pode ser estimada pelos valores de DBO, fósforo e turbidez já aferidos pela Cetesb, que também avalia os analitos Clorofila-*a* e *E. coli* (CETESB, 2020), indicadores de estado trófico e contaminação por esgotos. A fim de integrar tais análises ao sistema de MAPP, a frequência destas análises pode ser alterada, mas ainda seria apenas adição a uma rotina preexistente.

E novos métodos de medição em campo podem ampliar o escopo analítico. Há sondas simples (IN-SITU, 2020) de Clorofila-*a* e Ficocianina – pigmento relacionado a cianobactérias, potencialmente tóxicas – que permitem a obtenção imediata e barateada de dados antes só possíveis após análise em laboratório.

A vegetação marginal é um dado complexo, ligado à presença de artrópodes e aves predadoras. O Projeto Pomar atua nas margens do rio Pinheiros desde 1999 (SÃO PAULO, 2021-a), possui informação sobre suas espécies ripárias, e está sendo ampliado com parcerias público-privadas. Medeiros-Sousa *et al* (2017), demonstram para São Paulo o consenso científico de que insetos vetores preferem áreas de baixa diversidade botânica, distribuídas de forma fragmentada. Acompanhar a evolução de diversidade da flora é importante não só para verificar sua relação com mosquitos, mas também devido à capacidade de um ecossistema complexo oferecer mais e melhores serviços ambientais. Neste quesito, e atento à importância da participação social e a melhoria dos serviços ambientais obtidos, Canassa (2021), afirma a importância do uso de espécies nativas e do estímulo às ações da sociedade civil.

O último item citado acima, embora outros elementos influenciem as infestações, é a presença de espécies aquáticas que controlem as larvas e ovos dos mosquitos. Nisto se enquadram bactérias usadas em controle biológico, demandando complexa logística (CAVADOS *et al*, 2017). Com eficácia talvez prejudicada pela poluição (MORAIS, 2005), águas menos poluídas podem tornar os pesticidas biológicos mais eficientes.

No outro extremo, há predação por peixes; ainda sem população relevante apesar da comoção criada pelo avistamento de tilápias (CARVALHO, 2021), espécie invasora que não deveria estar em vida livre na região. A recomposição da população de peixes nativos a níveis aceitáveis pode levar anos sem o auxílio de programas de reintrodução ou estímulo à conexão de habitats. Espécies predadoras de mosquitos, como lambaris e poecilídeos, são candidatos a programas do tipo. No entanto, avaliações populacionais de peixes são complexas, dispendiosas, possuem grande incerteza amostral e procedural, e são impopulares. Ninguém gosta de ver peixes atordoados por choques boiando e sendo capturados.

Já invertebrados podem retornar em quantidade após curto espaço de tempo. Conforme acima, são um indicador frequente para MAPP e, apesar de suas limitações (KAIL *et al*, 2015), Gargiulo (2014) afirma que é “importante ferramenta ecológica para descrever mudanças temporais e espaciais” em estudo para a represa Billings, utilizando parâmetros abióticos comparativos idênticos aos assumidos pela Cetesb para o PNRP. A coleta de amostras para tal análise é facilmente incorporada nas saídas de campo já realizadas.

Para rios em regiões temperadas, Gore (1982) identificou aumento na abundância e diversidade de invertebrados bentônicos em menos de um ano, e Muotka *et al* (2001) relataram estruturação de comunidades de quatro a oito anos após as restaurações. Em climas tropicais o tempo tende a ser menor.

Peng *et al* (2020) associaram a diversidade de bentos à presença de cromo, fósforo total, galaxolida, triclosanos e areia no sedimento. A Cetesb tem monitorado o fósforo no substrato, permitindo sua correlação com um dado já em rotina de coleta. Caso se inclua na análise do sedimento também a busca de metais tóxicos, caso do cromo, ampliar-se-ia o escopo de dados obtidos em uma mesma coleta e enriqueceria não só análises ecológicas como também de contaminação química, evolução do sedimento e das águas percoladas para o lençol freático (NETO *et al*, 2009).

A integração institucional participa deste processo. A análise destes dados acima, no decorrer do tempo, permitiria identificar o coeficiente de correlação entre estes fatores. Por exemplo, os dados sobre vazão poderiam permitir, ao Centro de Controle de Zoonoses da prefeitura, previsões acerca do melhor momento para iniciar ações que impeçam picos populacionais de mosquitos, e o aumento nas reclamações sobre mosquitos pode indicar aumento de nutrientes, ou que alterações de vazão se tornaram relevantes para a biota do rio e devem ser ajustadas.

Quanto à comunicação e o monitoramento da percepção social, os moradores da bacia julgarão ruim a quantidade de mosquitos em 2024, ainda que seja um décimo da registrada em 2020? Um registro de informações pertinentes, amplamente divulgado e com as correlações descritas de forma acessível, pode facilitar a percepção pública de um ganho que sequer fora antecipado.

Estas interações de aspectos de MAPP ilustram como pode ser determinado o conjunto de parâmetros mais próximo do ideal, equilibrando otimização de atividades, riqueza científica, valorização econômica e ampliação da aceitação popular. Cada item de medida dos resultados, cada objetivo traçado para o PNRP, mostrará um diferente conjunto de parâmetros envolvidos – alguns mais, alguns menos – no atingimento ou fracasso daquilo que é almejado.

Com muitos itens da Tabela 2 já coletados e acessíveis em uma cidade como São Paulo, cuja disponibilidade técnica minimiza deslocamento para coletas e análise, verifica-se que um sistema de MAPP do rio Pinheiros teria menor custo do que um rio rural. Faltam apenas algumas considerações para defini-lo.

Devem indicar alterações já previsíveis. Se a entrada de água do rio Tietê se tornar mais comum graças a ações futuras bem-sucedidas de despoluição, o fluxo pode gerar maior erosão de margens. O efeito de uma cunha de água de má-qualidade vinda deste rio também deve ser monitorado, e seus efeitos, mitigados.

Há risco de gentrificação (BATALLER, 2012; CHECKER, 2011), que deslocaria comunidades, afetando a segurança e a estabilidade social do entorno, e aumentando aglomerados subnormais de regiões desprovidas de coleta e destinação de esgotos. Tal fenômeno tem sido estudado em São Paulo (D'ANDREA, 2008; REINA & COMARÚ, 2015; ALCANTARA, 2018). Tais ocorrências se verificaram em Seul, onde a paradigmática restauração do córrego Cheong Gye Cheon, não obstante as inúmeras reuniões com setores sociais (REIS & SILVA, 2016), é criticada pela forma autoritária e populista como foi implantada, por não ter valor ecológico ou histórico como foi divulgado para a intervenção, e pela expulsão de certas parcelas sociais (CHO, 2010), devido possivelmente ao aumento verificado de valor imobiliário (BAE, 2011), como também é apontado nas muitas críticas neste sentido ao projeto de Puerto Madero (DINIZ VIEIRA & CASTROGIOVANNI, 2010). No entanto, Beretta (2018) não evidenciou tal “eco-gentrificação” em seu estudo na Itália, onde o conceito de cidade-inteligente foi usado como base de análise. De todo modo, a estabilidade social no entorno é essencial para garantir a manutenção e previsibilidade das condições atingidas, e deve ser mensurada.

A Tabela 2 mostrava, em itálico, dados rotineiramente coletados e disponíveis para o sistema de MAPP. Junto à fiscalização pelo poder público de fontes de poluição industrial e de áreas de preservação ambiental, já são mais parâmetros do que os usados pela maioria dos planos de MAPP (RONI *et al*, 2015). E outros podem ser obtidos prontamente e com frequência, através de análise de “big data”, incorporação de dados de outras instâncias públicas, das entidades privadas locais – de serviços de aluguel de bicicletas da ciclovia até imobiliárias e concessionários da usina São Paulo – e de instituições de ensino e pesquisa.

No entanto, comprando os dados disponíveis com os parâmetros na Tabela 2, nota-se a necessidade de dados ecológicos (FELSON *et al*, 2013) e sociais mais relevantes em ambiente urbano, onde o acompanhamento da dinâmica social é essencial para garantir que a população abrace este e futuros projetos, incorpore atitudes de preservação e participe efetiva e diretamente da gestão da região – (SPEED *et al*, 2016). A recuperação ambiental garante a contínua qualidade e provisão de água, melhoria em aspectos de saúde, aumento na capacidade hidrelétrica e outros. Sem dados robustos destes aspectos, o programa tende a se tornar mais um caso incompleto de manejo de rios.

Exemplos negativos são o córrego Tiquatira, cujo parque linear, considerado o primeiro da cidade, é hoje parte integrante, aceita e apreciada do cotidiano local, apesar da fragmentação da área verde incompatível com a formação e consolidação de um ecossistema mínimo de fauna terrestre, e da péssima qualidade de suas águas (ALVIM *et al*, 2015); e o já mencionado córrego Mandaqui, cuja água tem qualidade muito superior à verificada antes do projeto Córrego Limpo (BEVILACQUA & HORNEAUX, 2015), mas sem qualquer recomposição de vegetação de margem, substrato ou áreas permeáveis, e com diversos “desserviços” ambientais e sociais (MARQUES, 2020).

Portanto, discriminamos na Tabela 3 dados já coletados ou prontamente disponíveis, e sugerimos parâmetros complementares às necessidades do PNRP que deverão ter um programa de coleta estabelecido. As sugestões não são as únicas possíveis, e tampouco um bom programa de MAPP precisa incluí-las se houver dados disponíveis de igual relevância. No entanto, são dados obtidos por técnicas de baixo custo, confiáveis, facilmente aplicáveis no contexto e, portanto, condizentes com a matriz de escolha de métodos da Tabela 1.

Cada item possui uma frequência de coleta ideal diferente, cujo esquema amostral e analítico deve ser elaborado por especialistas de cada área. Por exemplo, dados laboratoriais e de população bentônica podem ter coleta mensal, enquanto levantamentos de lençol freático ou de valorização imobiliária podem ser semestrais.

Tabela 2: Proposta de parâmetros para um sistema de MAPP do Rio Pinheiros

CATEGORIA	Itens já monitorados ou disponíveis	Itens a incluir para o MAPP
FÍSICA	Hidrologia Precipitação Medição/ vigilância sazonal de vazão Padrões de velocidade da corrente Dinâmica de inundações	A) Composição, granulação, estabilidade e permeabilidade da zona hiporreica e do leito
	Hidrogeo- morfologia Largura e profundidade do rio Concentrações de sedimentos suspensos Temperatura das águas e de entorno Condições e estabilidade das margem	B) Acompanhamento do lençol freático por georradar ou outros
LABORATORIAL	Qualidade das águas e sedimentos PH, OD, DBO, turbidez, condutividade, fósforo, sólidos totais e suspensos na água	C) Metais pesados em água e sedimentos
	Animais Sinantrópicos Carbono orgânico total, nitrogênio amoniacal e fósforo total em sedimentos Reclamações sobre mosquitos, caramujos, ratos e carrapatos.	D) Ficocianina ou contagem de cianobactérias, <i>E. coli</i> , Clorofila-a
ECOLÓGICA	Fatores Bióticos Levantamento de espécies plantadas	E) Acompanhamento da dinâmica populacional da flora F) Contagem de ninhos de aves
	Conexão de habitats	G) Levantamento de bentos e monitoramento de dinâmica populacional H) Levantamentos de biota terrestre do entorno
	Aceitação e participação	I) Índices de aceitação e satisfação dos atores sociais com os resultados do PNRP a longo prazo, estabilidade social.
SOCIAL	Condições do entorno Medidas de tráfego, de ruído, poluição particulada, epidemiologia e temperatura	J) Valorização, ocupação e regularização de imóveis
	Valor estético / social Número de visitantes	K) Indicadores de acessibilidade, avaliação de dados de redes sociais

Algumas observações são cabíveis quanto aos itens para inclusão sugeridos.

A amostragem para os itens A, B, C, D, E, G e I devem ser coletada de forma sistemática, e com frequência compatível com os dados que já são rotineiramente obtidos, a fim de compor o retrato de monitoramento geral.

O item B deve informar sobre a permeabilidade da bacia hidrográfica. Pode ainda incluir amostragem de águas subterrâneas, aferindo contaminação do subsolo, e ensaios de percolação. Os itens C, D e G podem ser coletados junto aos já estabelecidos para qualidade das águas. Medições de *E. coli*, notadamente, podem indicar áreas sujeitas a contaminações fecais, direcionando esforços de instalação de rede coletora, identificação de fontes difusas de contaminação, remanejamento de URQs e investigações epidemio/sanitárias.

Feita através de empresas parceiras, a recomposição da mata ciliar (item E) deve incluir ajustes no plantio de espécies com menor desenvolvimento no longo prazo e eliminação de espécies invasoras.

Os itens F, H, J e K tem interesse socioambiental complementar ou de monitoramento específico. Podem ser obtidos colaborativamente com a comunidade, órgãos educacionais ou entidades parceiras. Os dois primeiros, voltados à distribuição e estrutura da população de pequenos animais representativos, têm elevado potencial em educação ambiental e podem incluir espécies sinantrópicas como caramujos, mosquitos ou o carrapato-estrela, usualmente associado à excessiva proliferação de capivaras.

Indicadores sociais devem contemplar a satisfação com o rio e seu entorno, verificar alterações econômicas gerem desestabilização social devido a fenômenos de gentrificação ou conflitos por espaço, entender os aspectos mais ou menos compreendidos ou valorizados do projeto no decorrer do tempo, direcionar esforços de comunicação e educação ambientais, e promover atitudes e discursos social e ambientalmente responsáveis.

Tais indicadores podem ser obtidos diretamente com entrevistas, questionários e pesquisa de bancos de informação; ou indiretamente, através de coleta de dados de redes sociais ou de temas populares em *sites* de busca. Estas e outras técnicas podem ainda ser combinados para minimizar custos enquanto ampliam o valor e aplicabilidade das informações. É importante que sejam relacionados aos objetivos sociais diretos e indiretos relacionados para o PNRP (SÃO PAULO, 2021-b), discriminando-os e registrando sua evolução.

3.7 Outros elementos para operacionalização de um sistema de MAPP

Os parâmetros mencionados fornecem um enorme escopo de dados a partir dos quais estabelecer correlações. Entretanto, definir parâmetros viáveis e de utilidade efetiva não basta. Integrar e disponibilizar a todas as partes interessadas os dados coletados pelo sistema de MAPP é o objetivo final, essencial para a avaliação, tomada de decisões e direcionamento de recursos humanos, financeiros e operacionais.

A administração inteligente e contínua da bacia hidrográfica exige uma governança passível de avaliação por indicadores adequados e transparentes, oferecendo maior segurança regulatória. A criação de um comitê gestor permanente, conquanto inclua representantes de todos os atores envolvidos e afetados – facilitada no caso do PNRP pela própria integração institucional responsável por muito de sua agilidade e capacidade de inovação – pode fortalecer a independência e autonomia dos órgãos de controle contra instâncias desligadas do interesse público, garantindo a efetividade e correções dadas por ações regulatórias e fiscalizatórias.

Um sistema integrado disponível a todos pode, idealmente, contar com processamento computacional dos dados que seja capaz de estabelecer Coeficientes de Correlação entre eles, com alertas – de preferência automatizados – de problemas potenciais. Tal sistema se tornaria mais ágil e preciso com recursos de aprendizado de máquina, que ainda se afinariam conforme os gestores retroalimentem o sistema também com resultados de ações tomadas.

As análises de dados poderão indicar, a curto prazo, os melhores locais para implantação de micro-habitats terrestres e aquáticos, elemento essencial para ganho de biodiversidade e uma das primeiras intervenções possíveis após a conclusão da fase de obras. Abrigos como poços, tocas, áreas sem circulação, obstáculos perpendiculares à corrente, abrigos de concreto camuflados, serapilheiras ou acúmulos de troncos e galhos fornecem substrato para novas espécies da biota, possuem grande valor para a educação ambiental, são feitas a baixo custo e podem ser executadas em parceria com entidades ambientais e educacionais.

Uma preocupação permanente é com a aceitação popular do projeto e das ações de entorno. Manter tal aspecto sob avaliação constante garantirá que se mantenham as conquistas em educação sanitária e ambiental, e norteará políticas futuras, correções de curso, melhoria e ampliação das ações ambientais. Tal experiência pode mesmo conduzir o próprio perfil de recuperação e inclusividade socioambiental da região.

A aceitação popular pode levar a intervenções positivas da própria comunidade. Tais iniciativas necessitam de eventual orientação do poder público para evitar, por exemplo, o plantio de espécies inadequadas e o estabelecimento de grandes populações de gatos e cães abandonados no parque linear, ou atividades esportivas não apropriadas. A natação, ainda que explicitamente desestimulada, pode vir a ocorrer, e é prudente cogitar educação do entorno, em especial junto a unidades de saúde, para casos de afogamento e contaminação. Tratada de forma jocosa (CARVALHO, 2021, p. 16), a pesca e o consumo de tilápias ou outros de classe de pesca popular, mais resistentes (ROCHA *et al.*, 1985, p. 406) e vindos de sistemas conectados, pode causar danos devido a patógenos e toxinas, e conseqüente impacto de longo prazo na saúde pública.

De todo modo, iniciativas como a “Mil orquídeas marginais”, o projeto “Observando os rios” da SOS Mata Atlântica, a arborização voluntária do parque Linear Tiquatira e outras mostram disposição social em cuidar dos rios, inclusive na coleta de dados complexos. E formas de apoio ou parcerias com iniciativas de entidades e indivíduos da sociedade civil potencializam seu alcance.

E por fim, há de se considerar o potencial turístico. Municípios como Guararema e Barra Bonita geram grande receita com o turismo baseado em seus rios. Tal capacidade pode ser ampliada enormemente se não se limitar ao rio Pinheiros. A conexão com áreas de mata das represas Guarapiranga e Billings, Cidade Universitária e de parques como Villa-Lobos, do Povo, Burlle Marx ou mesmo Alfredo Volpi e Ibirapuera, além de outros parques lineares, pode acelerar a recuperação da biodiversidade urbana, e criar um “corredor verde” de imenso valor turístico, paisagístico e socioambiental, com o qual todas estas áreas se valorizariam, em uma nova marca para a região metropolitana. Em especial, quando for possível a ligação entre o Parque Ecológico do Tietê e as represas da Zona Sul através das margens dos rios Pinheiros e Tietê.

4 - CONCLUSÃO

Projetos de restauração exigem grandes esforços, e a perda de conquistas tão custosas tem enorme impacto na credibilidade das instituições envolvidas e, ainda mais em cidades, no ânimo da população.

No entanto, tal como o setor de saneamento ouve que “canos enterrados não dão voto”, igualmente são raros investimentos em programas sistematizados de MAPP para infraestruturas de qualquer tipo, partindo da mencionada premissa de que finalizar obras de interesse público é inerentemente bom. E muitas vezes, isto é visto como motivo para não considerar importante que a população seja inclusa como participante ativa dos processos decisórios (WANTZEN *et al*, 2019).

O PNRP é uma oportunidade de criar um modelo de intervenção aplicável em cidades da região tropical carentes de comparativos e padronizações técnicas, um verdadeiro estudo-modelo da recuperação de rios urbanos. No entanto, alcançar todo seu potencial depende de vigilância constante e rapidez decisória, baseadas em informações de valor aplicado e científico. Algo que é mais fácil em uma cidade como São Paulo, que possui uma rica série histórica de dados e com facilidade para amostragem.

Afinal, infraestrutura não é uma obra. É um sistema informacional de relações com o meio; complexo e repleto de entradas e saídas nem sempre conhecidas. Infraestrutura verde assimila ainda a escala e a complexidade ecossistêmica, o que amplia sua resiliência e potencial de crescimento, mas também dificulta previsões. Sem um sistema de obtenção de dados e direcionamento dos esforços, a infraestrutura pode desabar, metaforicamente falando, sem nem mesmo ser compreendida ou chegar a todo seu potencial de benefícios.

Tal como a infraestrutura de transportes não é apenas a construção de uma autoestrada e uma contínua prestação de serviços não é apenas reparo em equipamentos, a restauração de um rio urbano é dinâmica e exigente de manutenção, afetada por fatores internos e externos, gerando economias, alterações sociais e impactos no meio ambiente de abrangente influência.

A vida de bilhões de larvas e anelídeos promove a agitação de substratos do leito do rio, gerando permeabilidade da zona hiporreica e melhorando a recarga de aquíferos. Isto não é passível de imitação artificial, e é fruto da diversidade e da competição entre organismos, em ambientes adequados. A escala imensurável do sistema de acumulação de massas de água transpirada pelas florestas das zonas do equador e seu encaminhamento para todo o centro-sul do continente é igualmente impossível de ser recriada artificialmente, e sua perda causaria mudanças colossais.

Mudanças exigem resiliência das regiões afetadas. A recuperação da capacidade hídrica da grande São Paulo é o feito ambiental mais importante para sua população de mais de vinte milhões, e só pode ser garantida com uma visão voltada para a permanência e melhora das conquistas obtidas. Os vindouros projetos de restauração de rios da cidade, e de recuperação das represas Billings e Guarapiranga (SABESP, 2021; RD, 2021) decerto podem se beneficiar da experiência adquirida até o momento, mas a sustentabilidade almejada só pode ser garantida com acompanhamento e o aprendizado dado por longas análises temporais, permitindo a destinação eficiente de recursos limitados. A experiência adquirida com o Programa Novo Rio Pinheiros certamente norteará o Programa Integra Tietê, iniciativa anunciada pelo governo do Estado de São Paulo que abordará de forma mais abrangente ações de recuperação do mais falado rio em recuperação do país, incluindo Parcerias Público-Privadas, recuperação de flora e ações de saneamento de grande escala (FOLHA, 2023).

O tentamos demonstrar não foi a importância já estabelecida de ações de acompanhamento e manutenção, mas buscar parâmetros relevantes que as guiem, em um sistema viável e coeso de MAPP. E ainda, deixar clara a necessidade de tratamento correlacional entre estes, com disponibilização a todos os envolvidos, e seu uso efetivo também na prevenção e mitigação de problemas.

Entre dados que já vêm sendo coletados e novos parâmetros que monitorarão aspectos de um rio renascido, se pode construir um aparato integrado para acesso dos atores institucionais e sociais envolvidos, permitindo decisões rápidas e eficazes para evitar a degradação, manter benefícios e mesmo ampliar ganhos do projeto.

Não há aqui a pretensão de se esgotar o tema, mas de abrir uma discussão importante acerca de como se planejará o futuro do rio Pinheiros e de seu entorno metropolitano. Se esta mira no longo prazo pareceu aumentar sua precisão, mesmo suscitando dúvidas, consideramos nosso objetivo alcançado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALAM, K.; MARINOVA, D. *Sustainability and river restoration*. Artigo para 35th Australian Conference of Economists, p. 25-27, 2006.
2. ALCÂNTARA, M. F.. *Gentrificação e “hipsterização”*: um estudo sobre a Vila Buarque (São Paulo, Brasil). *Sociabilidades Urbanas - Revista de Antropologia e Sociologia*, v.2, nº6, p. 31-48. Disponível em: <<http://www.cchla.ufpb.br/grem/sociabilidadesurbanas>>, 2018. Acesso em 06/06/2021
3. ALVES, E. L. *Despoluição de rios urbanos e o desafio da requalificação do rio Pinheiros no contexto metropolitano da cidade de São Paulo*. Trabalho de Conclusão de Curso - Fundação Escola de Sociologia de São Paulo, FESPSP, MBA Saneamento Ambiental, São Paulo - SP, 46 p., 2020.
4. ALVIM, A. T. B.; RUBIO, V. M.; ROSIN, J. A. G.; SILVA, L. A. *Meio ambiente, urbanização e assentamentos precários: desafios para os projetos urbanos contemporâneos no Brasil*. Artigo para o VII Seminário Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Montevideo. 17 p., 2015.
5. AMERICAN RIVERS ORGANIZATION. *Integrated Water Management: Monitor, Evaluate & Adapt*. Página de princípios organizacionais. Disponível em: <<https://www.americanrivers.org/conservation-resources/integrated-water-management/monitor-evaluate-adapt/>>. Acesso em 06/06/2021.
6. ARAGÃO, M. *Mosquitos invadem região do Rio Pinheiros e moradores fazem abaixo-assinado*. *Jornal O Estado de São Paulo*, São Paulo, SP. Disponível em: <<https://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,mosquitos-invadem-regiao-do-rio-pinheiros-e-moradores-fazem-abaixo-assinado,70003436805>>, 14 de setembro de 2020. Acesso em 06/06/2021.
7. AVARI, R. *Represa Billings: aspectos de poluição em locais de pesca considerando seus usos múltiplos*. Tese de mestrado, programa de pós-graduação em Aquicultura e Pesca, Instituto de Pesca, São Paulo, SP, 73 p., 2013.
8. BAE, H. *Urban stream restoration in Korea: Design considerations and residents' willingness to pay*. *Urban Forestry and Urban Greening*, v. 10, n. 2, p. 119–126. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2011.02.001>>, 2011. Acesso em 06/06/2021.
9. BAPTISTELLI, S. C. *Rio Pinheiros: passado, presente e o futuro de um importante rio urbano na cidade de São Paulo*. Trabalho de Conclusão de Curso - Fundação Escola de Sociologia de São Paulo, FESPSP, curso MBA Saneamento Ambiental, São Paulo, SP, 49 p., 2020.
10. BATALLER, A.M.S. *O estudo da gentrificação*. *Revista Continentes (UFRRJ)*, ano 1, n.1, p. 9-37, 2012.
11. BEECHIE, T.; PESS, G. R.; POLLOCK, M. M.; RUCKELSHAUS, M. H.; RONI, P. *Restoring Rivers in the Twenty-First Century: Science Challenges in a Management Context*. *The Future of Fisheries Science in North America*, Capítulo 33, p. 697-717, 2009.
12. BERETTA, I. *The social effects of eco-innovations in Italian smart cities*. *Cities*, v. 72, p. 115–12. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.07.010>>, 2018. Acesso em 06/06/2021.
13. BERNHARDT, E. S.; SUDDUTH, E. B.; PALMER, M.A.; ALLAN, J. D.; MEYER, J. L.; ALEXANDER, G.; SHAH, J. F.; HASSET, B.; JENKINSON, R.; LAVE, R.; RUMPS, J.; PAGANO, L. *Restoring Rivers One Reach at a Time: Results from a Survey of U.S. River Restoration Practitioners*. *Restoration Ecology* Vol. 15, n.3, p. 482–493. Disponível em: <<http://www.restoringrivers.org/>>, 2007. Acesso em 06/06/2021.
14. BERNHARDT, E. S.; PALMER, M. A. *Restoring streams in an urbanizing world*. *Freshwater Biology* 52, p. 738 – 751. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2006.01718.x>>, 2007. Acesso em 06/06/2021.
15. BEVILACQUA, N.; HOURNEAUX JR., F. *Alinhamento Estratégico: Estudo de Caso da Despoluição da Bacia do Córrego Mandaqui*. Artigo para o 5º workshop internacional “Cleaner Production Towards a Sustainable Transition”, São Paulo, SP, 10 p., 2015.

16. BEZERRA, J. *Destinação de resíduos Retirados no Processo de Limpeza da Represa Guarapiranga, com Ênfase nas macrófitas*. Trabalho de Conclusão de Curso - Fundação Escola de Sociologia de São Paulo, FESPSP, curso MBA Saneamento Ambiental, São Paulo, SP, 25 p., 2020.
17. BIOMATRIX. *Active islands reactors*. Forres, UK. Disponível em: <<https://www.biomatrixwater.com/active-island-reactors/>> Acesso em 06/06/2021.
18. BONDUKI, N. *Saiba quais serão os impactos da pandemia no futuro das cidades*. Jornal Folha de São Paulo - ilustríssima, São Paulo, SP,. Disponível em: < [https://www1.folha.uol.com.br/ilustrissima/2021/04/saiba-quais-serao-os-impactos-da-pandemia-no-futuro-das-cidades .shtml](https://www1.folha.uol.com.br/ilustrissima/2021/04/saiba-quais-serao-os-impactos-da-pandemia-no-futuro-das-cidades.shtml) > , 24 de abril de 2021. Acesso em 06/06/2021.
19. BOURLON, N. *Adaptação à mudança climática na bacia do Ródano-mediterrâneo*. Curso “MBA Saneamento Ambiental”, SP, 2020. Material didático, módulo 4 - parte 2, aula 3, 14 p., 2020.
20. BRIERLEY, G.; REID, H.; FRYIRS, K.; TRAHAN, N.. *What are we monitoring and why? Using geomorphic principles to frame eco-hydrological assessments of river condition*. Science of the Total Environment 408, p. 2025–2033. 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.01.038>>. Acesso em 06/06/2021.
21. BRUCE-BURGESS, L.; SKINNER, K.. *Appraisal: River Restoration’s Missing Link*. Material didático – Workshop da Universidade de Nottingham em colaboração com The River Restoration Centre, Reino Unido; 25 p., 2002.
22. BRUNELLI, C.. *Poluição volta a córregos recuperados*. Jornal O Estado de São Paulo, São Paulo, SP, 17 set 12. Disponível em: < [https://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/ geral,poluicao-volta-a-corregos-recuperados-serie-analisa-promessas-imp-,931586](https://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,poluicao-volta-a-corregos-recuperados-serie-analisa-promessas-imp-,931586)>. Acesso em 06/06/2021.
23. CANASSA, D. *Projeto Pomar Urbano*. São Paulo, SP. Disponível em: <<https://legadodasaguas.com.br/projetopomarurbano/>>. Acesso em 06/06/2021.
24. CAO, Y.; KONG, L.; ZHANG, L.; OUYANG, Z. *Spatial characteristics of ecological degradation and restoration in China from 2000 to 2015 using remote sensing*. Restoration Ecology V. 28, Issue 6, p. 1419-1430, 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.1111/rec.13226>>. Acesso em 06/06/2021.
25. CARVALHO, P. *Vai dar peixe no Pinheiros?* Revista Veja São Paulo, São Paulo, nº 1958, p. 10-17, abril de 2021.
26. CAVADOS, C. F. G.; TADEI, W. P.; ROQUE, R. A.; REGIS, L. N.; OLIVEIRA, C. M. F.; GIL, H. B.; ARAÚJO-COUTINHO, C. J. P. C. *Bacillus entomopathogenic based biopesticides in vector control programs in Brazil*. Em “Bacillus thuringiensis and Lysinibacillus sphaericus: characterization and use in the field of biocontrol”. Springer International Publishing. p. 223–237. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56678-8_14> , 2017. Acesso em 06/06/2021.
27. CETESB. *Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo 2019. Apêndice J-Resultados do Monitoramento*. São Paulo, SP, 87 p., 2020.
28. CHALMERS, L.; McCARTHY, I.; SMITH, J.; PARKER, K. *Planning for Waterways Management. Guidelines for Preparing a River Action Plan*. Water and Rivers Commission, Western Australia Government, 28 p.. Disponível em: <<http://www.wrc.wa.gov.au/public/feedback>>, 2001. Acesso em 06/06/2021.
29. CHECKER, M. *Wiped out by the “Greenwave”: Environmental gentrification and the paradoxical politics of urban sustainability*. City and Society, v. 23, n. 2, p. 210–229. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1548-744X.2011.01063.x>>, 2011. Acesso em 06/06/2021.
30. CHO, M. R. *The politics of urban nature restoration: The case of Cheonggyecheon restoration in Seoul, Korea*. International Development Planning Review, v. 32, n. 2, p. 145–165. Disponível em: <<https://doi.org/10.3828/idpr.2010.05>>, 2010. Acesso em 06/06/2021.
31. CORDELL, D.; WHITE, S. *Tracking phosphorus security: indicators of phosphorus vulnerability in the global food system*. Food Security volume 7, p. 337–350, 2015. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0442-0>>. Acesso em 06/06/2021.

32. COUSTEAU, J. *Memória iluminada*. Revista Ecológico, n. 102, p. 94-96, 2017.
33. D'ANDREA, T. P. *Nas tramas da segregação: O Real Panorama da Pólis*. Dissertação de mestrado em Sociologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 171 p., 2008.
34. DINIZ VIEIRA, O. A.; CASTROGIOVANNI, A. C. *Um olhar sobre a revitalização do bairro Puerto Madero, em Buenos Aires*. Rosa dos Ventos, vol. 2, núm. 1, p. 16-30, Universidade de Caxias do Sul Caxias do Sul, Brasil, 2010.
35. DOWNS, P. W.; KONDOLF, G. M. *Post-project appraisals in adaptive management of river channel restoration*. Environmental Management Vol. 29, No. 4, p. 477-496. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00267-001-0035-X>>, 2002. Acesso em 06/06/2021.
36. DUFOUR, S.; PIÉGAY, H. *From the myth of a lost paradise to targeted river restoration: Forget natural references and focus on human benefits*. River Research and Applications, v. 25, n. 5, p. 568-581. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/rra.1239>>, 2009. Acesso em 06/06/2021.
37. ECRR. *How to do rivers restoration: Step II – design, objective and pre-monitoring*. Website da European Centre for River Restoration. Disponível em: <<https://www.ecrr.org/River-Restoration/How-to-do-river-restoration/Step-II-Design-objective-pre-monitoring#3>>. Acesso em 06/06/2021.
38. ENGLAND, J.; SKINNER, K. S.; CARTER, M. G. *Monitoring, river restoration and the water framework Directive*. Water and Environment Journal, v. 22, n. 4, p. 227-234. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1747-6593.2007.00090.x>>, 2007. Acesso em 06/06/2021.
39. FABHAT - Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. *Relatório de situação dos recursos hídricos 2020 – Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, UGRHI-06, ano base 2019*. São Paulo, SP, 132 p.. Disponível em: <<https://comiteat.sp.gov.br/wp-content/uploads/2020/12/Deliberac%CC%A7a%CC%83o-CBH-AT-113-de-14.12.2020-Anexo-I-Relato%CC%81rio-de-Situac%CC%A7a%CC%83o-2020-ano-base-2019.pdf>>, 2020. Acesso em 06/06/2021.
40. FELSON, A. J.; OLDFIELD, E. E.; BRADFORD, M. A. *Involving ecologists in shaping large-scale green infrastructure projects*. Bioscience, v. 13, nº 11, p. 882-890, 2013.
41. FERRAGUTI, M.; PUENTE, J. M.; ROIZ, D.; RUIZ, S.; SORIGUER, R.; FIGUEROLA, J. *Effects of landscape anthropization on mosquito community composition and abundance*. Scientific Reports, v. 6. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/srep29002>>, 2016. Acesso em 06/06/2021.
42. FOLHA de São Paulo. *Governo de SP anuncia R\$ 5,6 bi até 2026 em investimentos na despoluição do Tietê*. Disponível em <<https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2023/03/governo-de-sp-anuncia-r-56-bi-ate-2026-em-investimentos-na-despoluicao-do-tiete.shtml>> de 31 de março de 2023. Acesso em 04/04/2023.
43. FRISSELL, C. A., LISS, W. J., WARREN, C. E.; HURLEY, M. D. *A Hierarchical Framework for Stream Habitat Classification: Viewing Streams in a Watershed Context*. Environmental Management, v. 10, No. 2, p. 199-214, 1986.
44. GALLO, R. *Após 10 anos e R\$ 160 mi, SP desiste de plano de limpeza do rio Pinheiros*. Jornal Folha de São Paulo – Cotidiano, São Paulo, SP. Disponível em: < <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidiano/ff3009201101.htm>>, de 30 de setembro de 2011. Acesso em 06/06/2021.
45. GARGIULO, J. R. B. C. *Qualidade da água em locais de pesca do reservatório Billings (São Paulo): características físicas e químicas e macroinvertebrados bentônicos*. Tese de mestrado, programa de pós-graduação em Aquicultura e Pesca, Instituto de Pesca, São Paulo, SP, 68 p., 2014.
46. GOLDENSTEIN, S. (org.). *Rio Pinheiros e seu território: Conhecer para transformar*. Publicação da OSCIP Águas Claras do Rio Pinheiros, São Paulo, SP, 103 p., 2017.
47. GORE, J. A. *Benthic invertebrate colonization: source distance effects on community composition*. Hydrobiologia 94, p. 183-193, 1982.
48. HAMMOND, Di; MANT, J.; HOLLOWAY, J. ELBOURNE, N.; JANES, M. *Practical river restoration appraisal guidance for monitoring options (PRAGMO) Guidance document on suitable*

- monitoring for river and floodplain restoration projects The River Restoration Centre (RRC).* Disponível em: <www.therrc.co.uk>, 2011. Acesso em 06/06/2021.
49. HART, B.T.; BUTCHER, R. *Commonwealth Long-Term Intervention Monitoring Project: Stage 1 - Mid-Term Review and Evaluation.* Relatório da Water Science Pty Ltd. e Water's Edge Consulting for Commonwealth Environmental Water Office, Canberra, 151 p., 2018.
 50. HELDT, S.; BUDRYTE, P.; INGENSIEP, H. W.; TEICHGRABER, B.; SCHNEIDER, U.; DENECKE, M. *Social pitfalls for river restoration: How public participation uncovers problems with public acceptance.* Environmental Earth Science, 75:1053, 16 p., 2016.
 51. IN-SITU. *Environmental sensors.* Fort-Collins. Disponível em: <<https://in-situ.com/en/products/water-quality>>, 2020. Acesso em 06/06/2021.
 52. JACOBI, P. R.; FRACALANZA, A. P.; SILVA-SÁNCHEZ, S. *Governança da água e inovação na política de recuperação de recursos hídricos na cidade de São Paulo.* Cadernos Metrópole, v. 17, n. 33, São Paulo, SP, p. 61–81. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2236-9996.2015-3303>>, 2015. Acesso em 06/06/2021.
 53. JANSSON, R.; BACKX, H.; BOULTON, A. J.; DIXON, M.; DUDGEON, D.; HUGHES, F. M. R.; NAKAMURA, K.; STANLEY, E. H.; TOCKNER, K. *Stating mechanisms and refining criteria for ecologically successful river restoration: A comment on Palmer et al. (2005).* Journal of Applied Ecology 42, p. 218–222. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01022.x>>, 2005. Acesso em 06/06/2021.
 54. JENKINSON, R. G, BARNAS, K. A., BRAATNE, J. H.; BERNHARDT, E. S.; PALMER, M. A.; ALLAN, J. D.; The National River Restoration Science Synthesi. *Stream Restoration Databases and Case Studies: A Guide to Information Resources and Their Utility in Advancing the Science and Practice of Restoration.* Restoration Ecology Vol. 14, No. 2, p. 177–186. Disponível em: <www.rmi.org/sitepages/pid172.php>, 2006. Acesso em 06/06/2021.
 55. KAIL, J.; BRABEC, K.; POPPE, M.; JANUSCHKE, K. *The effect of river restoration on fish, macroinvertebrates and aquatic macrophytes: A meta-analysis.* Ecological Indicators 58. P. 311–321 Elsevier B.V. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.06.011>>, 2015. Acesso em 06/06/2021.
 56. KEEGAN, M. *The rivers that 'breathe' greenhouse gases.* BBC, Londres. Disponível em: <<https://www.bbc.com/future/article/20210323-climate-change-the-rivers-that-breathe-greenhouse-gases>> de 23 de março de 2021. Acesso em 06/06/2021.
 57. KONDOLF, G. M.; MICHELI, E. R. *Evaluating Stream Restoration Projects Environmental Management.* Environmental Management Vol. 19, No. 1, p. 1-15, 1995.
 58. KUNTSCHIK, D. P.; EDUARTE, M.; UEHARA, T. H. K. *Matas Ciliares.* Cadernos de Educação Ambiental, v. 7, 2º ed., Secretaria do meio Ambiente, São Paulo, SP, 80 p., 2014.
 59. LEE, I. *Cheong Gye Cheon Restoration project – a revolution in Seoul.* Apresentação para o Fórum 2006 da Organização Não-Governamental “Local Governments for Sustainability – ICLEI”. 2006.
 60. LOPES, C. E. R.; ANDREIS, A. P.; LEMOS, S. M. *Programa Novo Rio Pinheiros como janela de oportunidade: uma proposta de governança a partir dos casos da Inglaterra e Alemanha.* Dissertação à Escola de Administração da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, SP, 92 p., 2021.
 61. MACEDO, D. R.; LOPES, F. W. A.; MAGALHÃES Jr., A. P. *Restauração de Rios Urbanos, Vulnerabilidade Ambiental e Percepção da Comunidade: o caso do córrego Baleares, Programa Drenurbs-Belo Horizonte.* Trabalho apresentado no XVII Encontro Nacional de Estudos Populacionais, Caxambu - MG, 14 p., 2010.
 62. MARQUES, T. H. N.. *Eixos multifuncionais: infraestrutura verde e serviços ecossistêmicos urbanos aplicados ao córrego Mandaqui, São Paulo, SP.* Tese de doutorado do programa de pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, 217 p., 2020.
 63. MEDEIROS-SOUSA, A. R.; FERNANDES, A.; CERETTI-JUNIOR, W.; BARRETO, A.; WILKE, B.; MARRELLI, M. T. *Mosquitoes in urban green spaces: Using an island biogeographic approach*

- to identify drivers of species richness and composition. *Scientific Reports*, v. 7, n. 1, 11 p.. Disponível em: < <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18208-x>>, 2017. Acesso em 06/06/2021.
64. MOMM, S.; KINJO, V.; FREY, K. *Tramas do planejamento e governança na transformação de rios em metrópoles globais: uma reflexão sobre casos internacionais e em curso na Macrometrópole Paulista (Brasil)*. Caderno Metrópole, São Paulo, SP, v. 22, n.48, p. 499-525. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2236-9996.2020-4808>>, 2020. Acesso em 06/06/2021.
65. MORAIS, S. A. *Aspectos da infestação de Culex quinquefasciatus (Diptera: Culicidae) no rio Pinheiros, São Paulo (São Paulo, Brasil), e considerações sobre as aplicações de controle da população*. Dissertação de mestrado para a Faculdade de Saúde Pública - Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, 83 p., 2005.
66. MORANDI, B.; PIÉGAY, H.; LAMOUREUX, N.; VAUDOR, L. *How is success or failure in river restoration projects evaluated? Feedback from French restoration projects*. *Journal of Environmental Management*, v. 137, p. 178–188. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.02.010>>, 2014. Acesso em 06/06/2021.
67. MUOTKA, T.; PAAVOLA, R.; HAAPALA, A.; NOVIKMEC, M.; LAASONEN, P. *Long-term recovery of stream habitat structure and benthic invertebrate communities from in-stream restoration*. *Biological Conservation* N. 105 p. 243–253. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/biocon>, 2002. Acesso em 06/06/2021.
68. NETO, G. M. N.; FIGUEIREDO, A. M. G.; RIBEIRO, A. P.; SILVA, N. C.; TICIANELLI, R. B.; CAMARGO, S. *Metais em solos urbanos: avaliação da concentração em solos adjacentes à marginal do rio Pinheiros*. *International Nuclear Atlantic Conference – INAC*, 13 p., 2009
69. NRRSS. *What is restoration?* Material didático – apresentação sobre as conclusões do National Riverine Restoration Science Synthesis, 12 p., 2021.
70. O'DONNELL, T. K.; GALAT, D. L. *Evaluating success criteria and project monitoring in river enhancement within an adaptive management framework*. *Environmental Management*, v. 41, n. 1, p. 90–105. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00267-007-9010-5>>, 2008. Acesso em 06/06/2021.
71. PALMER, M. A. ; BERNHARDT, E. S.; ALLAN, J. D.; LAKE, P. S.; ALEXANDER, G.; BROOKS, S.; CARR, J.; CLAYTON, S.; DAHM, C. N.; SHAH, J. J. F.; GALAT, D. L.; LOSS, S. G.; GOODWIN, P.; HART, D. D.; HASSETT, B. A.; JENKINSON, R. G.; KONDOLF, G. M.; LAVE, R.; MEYER, J. L.; O'DONNELL, T. K.; PAGANO, L.; SUDDUTH, E. B. *Standards for ecologically successful river restoration*. *Journal of Applied Ecology*, v.42, p. 208–217. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01004.x>>, 2005. Acesso em 06/06/2021.
72. PALMER, M. A.; FILOSO, S.; FANELLI, R. M. *From ecosystems to ecosystem services: Stream restoration as ecological engineering*. *Ecological Engineering*, v. 65, p. 62–70. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.07.059>>, 2014-a. Acesso em 06/06/2021.
73. PALMER, M. A.; HONDULA, K. L.; KOCH, Benjamin J. *Ecological restoration of streams and rivers: Shifting strategies and shifting goals*. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 45, p. 247–269. Disponível em: < <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-120213-091935>>, 2014-b. Acesso em 06/06/2021.
74. PAULI, D. R. *Estudos de caso: Soluções não-convencionais para a busca da universalização*. Curso “MBA Saneamento Ambiental”. Material didático, módulo 2, aula 6, 20 p., São Paulo, SP, 2020.
75. PENG, F. J.; PAN, C.; ZHANG, N.; BRAAK, C. J.F.; SALVITO, D.; SELCK; H.; YING, G.; BRINK, P. J. *Benthic invertebrate and microbial biodiversity in sub-tropical urban rivers: Correlations with environmental variables and emerging chemicals*. *Science of the Total Environment*, v. 709. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136281>>, 2020. Acesso em 06/06/2021.
76. PETERS, B.; VAN BUUREN, M.; HERIK, K.; DAALDER, M.; TEMPELS, B.; RIJKE, J. R.; PEDROLI, B. *The Smart Rivers approach: Spatial quality in flood protection and floodplain restoration projects based on river DNA*. *WIREs Water*; 8:e1511. John Wiley and Sons Inc, 11 p. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/wat2.1511>>, 2021. Acesso em 06/06/2021.

77. POLLINO, C.; THOMPSON, R.; FLETT, D. *Flow-MER Basin-scale Evaluation and Research Plan*. Flow-MER Program. Commonwealth Environmental Water Office (CEWO): Monitoring, Evaluation and Research Program, Department of Agriculture, Water and the Environment, Australia. 108 p. Disponível em: <<https://flow-mer.org.au>>, 2020. Acesso em 06/06/2021.
78. POPPE, M.; KAIL, J.; AROVIITA, J.; STELMASZCZYK, M.; GIELCZEWSKI, M.; MUHAR, S. *Assessing restoration effects on hydromorphology in European mid-sized rivers by key hydromorphological parameters*. *Hydrobiologia*, v. 769, n. 1, p. 21–40. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10750-015-2468-x>>, 2016. Acesso em 06/06/2021.
79. RD – Jornal Repórter Diário. *Projeto de despoluição da Billings deve ser concluído em dois anos*. São Bernardo do Campo, SP. Disponível em: <<https://www.reporterdiario.com.br/noticia/2829203/projeto-de-despoluicao-da-billings-deve-ser-concluido-em-dois-anos/>>, de 06 de junho de 2020. Acesso em 06/06/2021.
80. REINA, M. L.; COMARÚ, F. A. *Dinâmicas imobiliárias e políticas urbanas no centro de São Paulo: uma discussão sobre gentrificação na Mooca*. *Cadernos MetrÓpole*, v. 17, n. 34, p. 419–440, São Paulo, SP. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2236-9996.2015-3406>>, 2015. Acesso em 06/06/2021.
81. REIS, L. F.; DA SILVA, R. L. M. *Decadência e renascimento do Córrego Cheong-Gye em Seul, Coreia do Sul: As circunstâncias socioeconômicas de seu abandono e a motivação política por detrás do projeto de restauração*. *Urbe*, v. 8, n. 1, p. 113–129. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2175-3369.008.001.AO01>>, 2016. Acesso em 06/06/2021.
82. ROCHA, A. A.; PEREIRA, D. N.; PÁDUA, H. B. *Produtos de Pesca e Contaminantes Químicos da água da represa Billings, São Paulo (Brasil)*. *Revista de Saúde Pública de São Paulo*, São Paulo, SP, 19 p. 401-410. 1985.
83. RONI, P.; BEECHIE, T.; JORDAN, C.; PESS, G. *Basin scale monitoring of river restoration: recommendations from case studies in the Pacific Northwest USA*. *American Fisheries Society Symposium* 78:73–98. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/291893747>>, 2015. Acesso em 06/06/2021.
84. SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. *O saneamento na despoluição do rio Pinheiros*. Editora Vienense, 192 p., 2022.
85. SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. *Matéria de divulgação interna. Webinar apresentou o programa Novo Rio Pinheiros a representantes dos países baixos*. São Paulo, SP, disponível para funcionários em <<http://portal-intranet.ti.sabesp.com.br/group/sabesp-site/-/webinar-apresentou-o-programa-novo-rio-pinheiros-a-representantes-dos-paises-baixos?redirect=%2Fgroup%2Fsabesp-site%2Fultimas-noticias>>. Acesso em 06/06/2021.
86. SAMPAIO, P. *Condomínio de luxo esconde o rio Pinheiros*. *Jornal Folha de São Paulo – Cotidiano*, São Paulo, SP. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff1003200820.htm>>, de 10 de março de 2008. Acesso em 06/06/2021.
87. SALANT, N.; SCHMIDT, J. C.; BUDY, P.; WILCOCK, P. R. *Unintended consequences of restoration: Loss of riffles and gravel substrates following weir installation*. *Journal of Environmental Management* V. 109, Pages 154-163. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.05.013>>, 2012. Acesso em 06/06/2021.
88. SÃO PAULO. *Testando tecnologias para tratar as águas do rio Pinheiros*. Texto adaptado do resultado do relatório técnico apresentado pelo Grupo de Trabalho para despoluição do rio Pinheiros, Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, SP, 78 p., 2014.
89. SÃO PAULO. *Coletiva de imprensa - Recuperação Rio Pinheiros*. São Paulo, SP. Disponível em: <<https://vimeo.com/347796132>>, 2019. Acesso em 06/06/2021.
90. SÃO PAULO. *Website do Programa Novo Rio Pinheiros*: <https://novoriopinheiros.sp.gov.br/>. São Paulo, SP, 2021-a. Acesso em 06/06/2021. Informações atualizadas em 04/04/2023.

91. SÃO PAULO. *Impacto do programa nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – Novo Rio Pinheiros*. E-book, São Paulo, SP, 29 p.. Disponível em: < https://issuu.com/governosp/docs/ebook_novo_rio_pinheiros_-_impacto_nos_ods_af_v_01>, 2021-b. Acesso em 06/06/2021.
92. SÃO PAULO. *Governo de SP nomeia parque linear em homenagem ao prefeito Bruno Covas*. Press-release do Portal do Governo do Estado de São Paulo. Disponível em: < <https://www.saopaulo.sp.gov.br/sala-de-imprensa/release/governo-de-sp-nomeia-parque-linear-em-homenagem-ao-prefeito-bruno-covas/>>, 2021-c. Acesso em 06/06/2021.
93. SECOVI. *Pesquisa Mensal de Valores de Locação Residencial de São Paulo - abril de 2021*. São Paulo, SP. Disponível em: < https://www.secovi.com.br/pesquisas-e-indices/pesquisa-de-locacao_2021>. Acesso em 06/06/2021.
94. SHAH, J. J. F.; DAHM, C. N.; GLOSS, S. P.; BERNHARDT, E. S. *River and Riparian Restoration in the Southwest: Results of the National River Restoration Science Synthesis Project*. Restoration Ecology Vol. 15, No. 3, p. 550–562. Disponível em: <www.sciencemag.org/cgi/content/>, 2007. Acesso em 06/06/2021.
95. SHIN, J.; YOON, S.; CHA, Y. *Prediction of cyanobacteria blooms in the lower Han River (South Korea) using ensemble learning algorithms*. Desalination and Water Treatment, n. 84, p. 31–39. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5004/dwt.2017.20986>>, 2018. Acesso em 06/06/2021.
96. SILVA-SÁNCHEZ, S.; JACOBI, P. R. *Políticas Urbanas de Recuperação de Rios Urbanos na Cidade de São Paulo: possibilidades e desafios*. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, v. 14, N.2, p. 119-132, 2012.
97. SKINNER, K.; THORNE, C. *Review of Impact Assessment Tools and Post Project Monitoring Guidance*. Relatório para a Scottish Environment Protection Agency, 66 p. Disponível em: <www.haycock-associates.co.uk>, 2005. Acesso em 06/06/2021.
98. SKINNER, K.; SHIELDS, F. D.; HARRISON, S. *Measures of Success: Uncertainty and Defining the Outcomes of River Restoration Schemes*. River Restoration: Managing the Uncertainty in Restoring Physical Habitat. John Wiley & Sons, Ltd, p. 187–208. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/9780470867082.ch10>>, 2008. Acesso em 06/06/2021.
99. SOS Mata Atlântica. *Observando os Rios 2023: O Retrato da Qualidade da Água nas Bacias Hidrográficas da Mata Atlântica*. Relatório do programa Observando os Rios 2022, São Paulo, SP, 68p. Disponível em: <www.sosma.org.br>, 2023. Acesso em 23/03/2023.
100. SPEED, R.; LI, Y.; TICKNER, D.; HUANG H.; NAIMAN, R.; CAO, J.; LEI G.; YU, L.; SAYERS, P.; ZHAO, Z.; YU, W. E-book *River Restoration A strategic approach to planning and management WWF Team GIWP Team*. Paris- UNESCO, 202 Pág. 2016.
101. SUDDUTH, E. B.; HASSETT, B. A., CADA, P.; BERNHARDT, E. s. *Testing the Field of Dreams Hypothesis: Functional Responses to Urbanization and Restoration in Stream Ecosystems*. Ecological applications, v.21 n° 6, p. 1972-1988. Disponível em: <<https://doi.org/10.2307/41416632>>, 2011. Acesso em 06/06/2021.
102. SZULC, B.; JURCZAK, T.; SZUL, K.; KACZKOWSKI, Z. *The influence of the ecohydrological rehabilitation in the cascade of Arturówek reservoirs in Łódź (Central Poland) on the cyanobacterial and algae blooming*. Oceanological and Hydrobiological Studies, v. 44, n. 2, p. 236–244. Disponível em: <<https://doi.org/10.1515/ohs-2015-0022>>, 2015. Acesso em 06/06/2021.
103. TARE, V.; AHUJA, S.; ROY, G.; GURJAR, S.; SHARMA, S.; MALVIYA, A.; GAUR, A.; MISHRA, R. *River restoration and Conservation: A Concise manual and Guide*. Centre for Ganga River Basin Management and Studies and National Mission for Clean Ganga. 19 p., 2019.
104. TOMPKINS, M. R; KONDOLF, G M. *Systematic Postproject Appraisals to Maximize Lessons Learned from River Restoration Projects: Case Study of Compound Channel Restoration Projects in Northern California*. Restoration Ecology Vol. 15, No. 3, p. 524–537, 2007.
105. TUROLLA, F. *Fases do projeto de infraestrutura*. Curso “MBA Saneamento Ambiental” – São Paulo, 2020. Material didático, módulo 2 - parte 1, aula 3, 12 p., São Paulo, SP, 2020.

106. UES – Universidade Empresarial Sabesp. *Curso “Novo Rio Pinheiros: Formação de Multiplicadores”*. São Paulo, SP, disponível para funcionários em <<http://portal-intranet.ti.sabesp.com.br/group/sabesp-site>>. Acesso em 06/06/2021.
107. UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – *World Water Development Report 2021: Valuing Water*, Paris, 206 p., 2021.
108. UNITAR - Instituto das Nações Unidas para Formação e Pesquisa – Curso “*Local Water Solutions for Global Challenges*” – Glasgow, 2021. Material didático, módulo 01, 31 p., 2021.
109. VILELA, M. M.; AMARO, G.; AMBROGI, V.; ANDRADE, M. F.; CASTRO, J.; DIONÍSIO, N.; MATVIENKO, B.; OHATA, J.; RODRIGUES, D.; SIKAR, D.; SIKAR, E.; TACHIBANA, E. *Relatório Ekos-Geoklock para Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente, Prefeitura do Município de São Paulo, São Paulo, SP – Produto 9: Medição dos gases CO₂, CH₄ e N₂O emitidos pelas represas Guarapirananga e Billings e pelos rios Pinheiros e Tietê*. 58 p., 2012.
110. WANTZEN, K. M.; ALVES, C. B. M.; BADIANE, S. D.; BALA, R.; BLETTLER, M.; CALLISTO, M.; CAO, Y.; KOLB, M.; KONDOLF, G. M.; LEITE, M. F.; MACEDO, D. R.; MAHDI, O.; NEVES, M.; PERALTA, M. E.; ROTGÉ, V.; RUEDA-DELGADO, G.; SCHARAGER, A.; SERRALLOBET, A.; YENGUÉ, J.; ZINGRA-HAMED, A. *Urban stream and wetland restoration in the global south-a DPSIR analysis*. Sustainability 11, 4975. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/su11184975>>, 2019. Acesso em 06/06/2021.
111. WATANABE, P. *Gestão Doria funde secretarias de Meio Ambiente a outras ligadas à infraestrutura*. Jornal Folha de São Paulo - Ambiente, São Paulo, SP. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2019/01/gestao-doria-funde-secretarias-de-meio-ambiente-e-de-infraestrutura.shtml>>, de 09 de janeiro de 2019. Acesso em 06/06/2021.
112. WEBER, C.; ÅBERG, U.; BUIJSE, A.D.; HUGUES, F.M.R.; McKIE, B.G.; PIÉGAY, H.; RONI, P.; VOLLENWEIDER, S.; HAERTEL-BORER, S.. *Goals and principles for programmatic river restoration monitoring and evaluation: collaborative learning across multiple projects*. Wiley Interdisciplinary Reviews: Water, v. 5, n. 1, 15 p. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/wat2.1257>>, 2017. Acesso em 06/06/2021.
113. WHEATON, J.M.; BENNETT, S.N.; BOUWES, N.; MAESTAS, J.D.; SHAHVERDIAN, S.M. (Editores). *Low-Tech Process-Based Restoration of Riverscapes: Design Manual. Version 1.0*. Utah State University Restoration Consortium; Logan, UT. 288 p. Disponível em: <<http://lowtechpbr.restoration.usu.edu/manual>>, 2019. Acesso em 06/06/2021.
114. WOOLSEY, S.; WEBER, C.; GONSER, T.; HOEHN, E.; HOSTMANN, M.; JUNKER, B.; ROULIER, C.; SCHWEIZER, S.; TIEGS, S.; TOCKNER, K.; PETER, A. *Handbook for evaluating rehabilitation projects in rivers and streams Development of the Excel template “Selection and evaluation”*. A publication by the Rhone-Thur project. 108 p. Disponível em: <<http://www.rivermanagement.ch/download.php>>, 2005. Acesso em 06/06/2021.
115. YOUNÉS, I.; GARAY, T. A. M. Y.. *O Imperativo das Abordagens Integrativas. Em: As Dimensões Humanas da Biodiversidade: O desafio de novas relações sociedade-natureza no século XXI*. (p.57-72) Edition: 1ª, 2006.
116. ZMITROWICZ, W.; ORLANDI, S. A. F. *As obras públicas de engenharia e sua função na estruturação da cidade de São Paulo*. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.