

**176030**

**Trade-offs e sinergias entre serviços ecossistêmicos na Macrometrópole Paulista**

**Priscila Ikematsu**  
**José Alberto Quintanilha**

*Resumo apresentadao no 1.Fórum de Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista, 2019, São Paulo. 5p.*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

## Trade-offs e sinergias entre serviços ecossistêmicos na Macrometrópole Paulista

Priscila Ikematsu, Jose Alberto Quintanilha

**Palavras-chave:** Macrometrópole Paulista, serviço ecossistêmico, uso do solo, *trade-off*.

A Macrometrópole Paulista (MMP) apresenta um quadro preocupante em relação à situação de seus recursos naturais. O seu território está submetido aos processos de expansão urbana e desenvolvimento econômico que marcam as metrópoles que a compõe, resultando em grande ameaça ao provimento de serviços ecossistêmicos (SEs) nessa importante região do país (EMPLASA, 2014; GALVÃO, 2017).

Partindo do pressuposto de que é necessário um entendimento acerca das relações entre o manejo do uso do solo, os SEs e os valores que eles geram, bem como das coocorrências espaciais e/ou temporais entre os serviços para subsidiar a tomada de decisões no território macrometropolitano, esse trabalho objetiva apresentar subsídios à avaliação de potenciais *trade-offs* e sinergias entre os SEs no contexto da MMP<sup>1</sup>. O termo *trade-off* tem sido usado predominantemente para mostrar tendências opostas em associações de SEs e para apontar para uma situação de “ganha-perde” ou “perde-ganha”. Por outro lado, uma situação “win-win” ou interação positiva que envolve uma melhoria mútua de dois ou mais SEs, é tipicamente chamada de sinergia (RODRÍGUEZ et al., 2006; BENNETT et al., 2009; HAASE et al., 2012; CORD et al., 2017).

A metodologia segue a orientação do manual sobre a Integração dos Serviços Ecossistêmicos ao Planejamento do Desenvolvimento (KOSMUS et al., 2012). Para a etapa apresentada nesse trabalho, foi consultado o Plano de Ação da Macrometrópole Paulista (PAM), que detalha a política de desenvolvimento da MMP no período de 2013 a 2040 (EMPLASA, 2014); e o mapeamento da cobertura da terra elaborado no âmbito do Projeto Mapbiomas<sup>2</sup>.

Os resultados iniciais indicam que uma característica importante da MMP é a heterogeneidade estrutural do seu território, que tem potencialidades diferenciadas de desenvolvimentos econômico, social e urbano em suas distintas unidades regionais, bem como no interior delas. Coexistem unidades territoriais altamente produtivas ao lado de áreas de baixo dinamismo, além de grandes territórios com cobertura vegetal nativa, ao lado de áreas onde ocorrem problemas sociais graves, que ainda atingem parcelas importantes da população (EMPLASA, 2014; MEYER et al., 2015; GALVÃO, 2017).

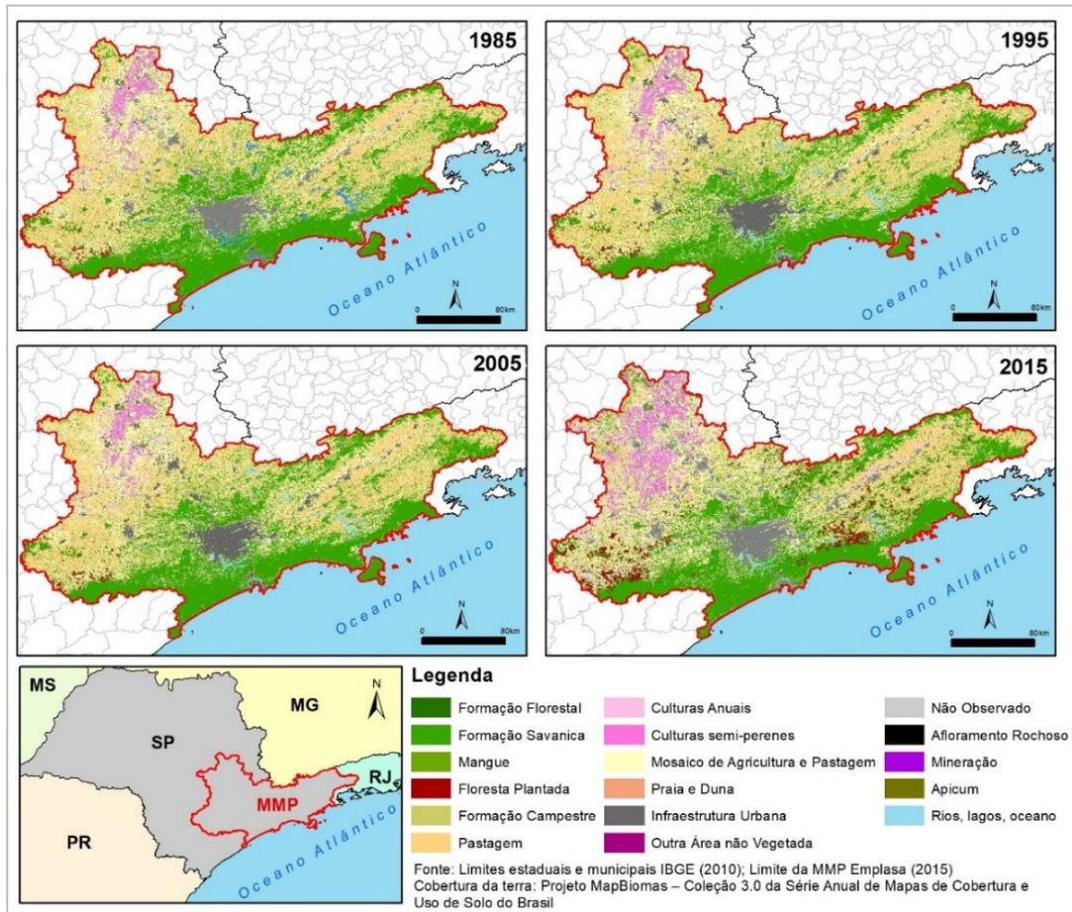
A **Figura 1** ilustra essa situação a partir da evolução temporal da cobertura da terra na área de estudo nos anos de 1985, 1995, 2005 e 2015. Nota-se que, apesar de remanescer importantes ativos ambientais preservados, verifica-se o aumento da área urbanizada, das áreas agrícolas e de floresta plantada no período analisado. Essa mudança na cobertura e manejo da terra devido à ocupação crescente e intensa por diversos tipos de atividades econômicas – urbana e rural, são fatores importantes que afetam a provisão de SEs (MEA, 2005; PETZ, 2014; VAN OUDENHOVEN et al., 2012; DUNFORD et al., 2017). Ademais, o alto dinamismo

---

<sup>1</sup> Esse trabalho está vinculado ao projeto de doutorado em curso que vai abordar, de uma maneira mais ampla, a análise dos *trade-offs* e sinergias entre os SEs na MMP brevemente apresentados nesse resumo, incluindo a discussão conceitual, a caracterização dos SEs na área de estudos, mapeamentos e indicação de ações no contexto macrometropolitano.

<sup>2</sup> Projeto MapBiomas – Coleção 3.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, acessado em nov.2018. A descrição completa do projeto encontra-se em <http://mapbiomas.org>.

que caracteriza essas mudanças aumenta a complexidade na compreensão de como os fluxos de SEs se alteram ao longo do tempo na MMP.



**Figura 1** – Evolução da cobertura da terra na MMP de 1985 a 2015. Fonte: Projeto Mapbiomas – Coleção 3.0.

Em relação ao aumento da categoria “infraestrutura urbana”, três processos são relevantes para a mudança no fornecimento de SE: o crescimento da população urbana (urbanização), o crescimento da área construída (crescimento urbano), e a disseminação de funções urbanas no interior urbano conectado, com diminuição do gradiente urbano-rural (expansão urbana) (NELSON et al., 2005). O desmatamento e a impermeabilização do solo para esses fins pode alterar importantes serviços de regulação, como o controle de erosão, estabilidade do solo e regulação climática, com efeitos nos regimes de infiltração da água, inundação e sedimentação a jusante, além da formação de ilhas de calor (*trade-offs*). Em contrapartida, a possibilidade de investir em técnicas de infraestrutura verde e áreas verdes pode melhorar outros serviços, como os culturais (recreação, entretenimento, turismo, atividades científicas e educacionais, bem como a apreciação estética, a beleza cênica) (MEA, 2005), gerando situações de sinergia.

No que tange à expansão agropecuária e à produção agrícola, trata-se de uma prática necessária para aumentar a produção de alimentos, que é um SE de provisão, e garantir segurança alimentar. Entretanto, o desmatamento para essa finalidade de forma intensiva pode causar a diminuição e a fragmentação de habitats; o aumento do escoamento de nutrientes e a sedimentação de cursos d’água; a alteração no sequestro e armazenamento de carbono, influenciando mudanças nos padrões de circulação global; e a poluição agroquímica pelo uso de defensivos agrícolas (MEA, 2005; IPES-FOOD, 2016). Por outro lado, a adoção de um sistema diversificado e agroecológico é um modelo que oferece uma alternativa à agricultura industrial,

trazendo ganhos tanto aos produtores quanto aos consumidores (FAO, 2013; IPES-FOOD, 2016; UNEP, 2016), prestando, também, serviços de regulação da água, cultural e de suporte (RODRIGUES, 2014).

Já as florestas plantadas, que também aumentaram no período analisado, são comumente associadas a “desertos verdes” devido ao fato de serem cultivadas principalmente na forma de monoculturas extensas, as quais são caracterizadas por apresentar baixa diversidade ecológica (LIMA, 1996). No entanto, Vianni et al. (2010) destacam que elas podem funcionar como redutos de biodiversidade para alguns grupos de seres vivos se manejadas adequadamente de modo a preservar o sub-bosque. Logo, a floresta plantada pode ser usada como “florestas multifuncionais”, que conciliam a exploração de madeira e produtos não madeireiros (SÃO PAULO, 2018), gerando uma situação de melhoria mútua entre SEs.

Por fim, o PAM prevê, ainda, ações de preservação do patrimônio natural da MMP (EMPLASA, 2014). Nesse caso, são inúmeros os SEs associados às áreas florestadas, como serviços de provisão (madeira, folhas, frutos e sementes, que podem servir como medicamentos, alimentos e matérias-primas); armazenamento e sequestro de carbono; serviços hidrológicos (regulação dos fluxos hídricos e a manutenção da qualidade da água); beleza cênica e serviços culturais (GUEDES e SEEHUSEN, 2011). Em contrapartida, a maximização da conservação da biodiversidade, como criação áreas legalmente protegidas muito restritivas, pode vir à custa de empregos locais, produção de alimentos ou outras fontes de renda (KOSMUS et al., 2012), sendo exemplos de *trade-offs*. Nesse sentido, a adoção de práticas para promover o desenvolvimento sustentável e a ampliação da capacidade de resiliência da MMP, como o ecoturismo, por exemplo, são fundamentais para gerar situação “win-win” ou sinergia entre SEs.

O mapeamento de cenários futuros considerando essas situações identificadas é fundamental para obter informações úteis a uma infinidade de processos decisórios. Entre os métodos existentes para essa finalidade, há uma grande diversidade de softwares e ferramentas que podem ser usadas para gerar, gerenciar, analisar, modelar e apresentar os dados relativos a aspectos socioeconômicos e biofísicos dos ecossistemas e seus serviços (GRÊT-REGAMEY et al., 2015; TURNER et al., 2016). Eles vão desde técnicas convencionais, como SIG, sensoriamento remoto, modelos de uso do solo, hidrológicos e ecológicos; análise multicritério, classificação e pesquisas; técnicas monetárias para estimar valores econômicos para serviços (BURKHARD et al., 2017) até a utilização de indicadores de serviços ecossistêmicos (DARVILL e LINDO, 2016).

As próximas etapas do trabalho consistirão na quantificação e cartografia dos SEs, seus *trade-offs* e sinergias em diferentes cenários futuros de cobertura da terra, a partir de indicadores a serem selecionados considerando os processos biofísicos que lhe são associados. O mapeamento das possíveis relações de conflito que surgem das escolhas de gestão territorial e de uso de recursos feitas pelo homem, que mudam o tipo, a magnitude e a combinação relativa dos serviços prestados pelos ecossistemas (RODRÍGUEZ et al., 2006) deve auxiliar os gestores do território e os decisores políticos na concepção, execução ou revisão das políticas públicas na MMP. Pretende-se compreender especialmente os impactos de diferentes práticas de gestão territorial, como a localização de *hotspots* de provisão de SE, sinergias e *trade-offs*, revelando áreas sob pressão. Espera-se, com isso, fornecer subsídios para maximizar os benefícios ambientais advindos dos investimentos públicos e privados em conservação e recuperação ambiental nessa região estratégica do Brasil.

**Agradecimentos:** Ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, pelo suporte ao desenvolvimento do trabalho.

## BIBLIOGRAFIA

- BENNETT, E. M.; PETERSON, G. D.; GORDON, L. J. Understanding relationships among multiple ecosystem services. **Ecol Lett**, v. 12, n. 12, p. 1394–1404, 2009.
- BURKHARD, B.; MAES, J. **Mapping Ecosystem Services**. Sofia: Pensoft Publishers, 2017. v. 14
- CORD, A. F. et al. Towards systematic analyses of ecosystem service trade-offs and synergies: Main concepts, methods and the road ahead. **Ecosystem Services**, v. 28, p. 264–272, 2017.
- DARVILL, R.; LINDO, Z. The inclusion of stakeholders and cultural ecosystem services in land management trade-off decisions using an ecosystem services approach. **Landscape Ecology**, v. 31, n. 3, p. 533–545, 2016.
- DUNFORD, R. W.; HARRISON, P. A.; BAGSTAD, K. J. Computer modelling for ecosystem service assessment. In: **Mapping Ecosystem Services**. Bulgaria: Benjamin Burkhard & Joachim Maes, 2017.
- EMPRESA PAULISTA DE DESENVOLVIMENTO METROPOLITANO – EMPLASA. **Plano de Ação da Macrometrópole Paulista 2013-2040: cenários e desafios da Macrometrópole**. Secretaria da Casa Civil. São Paulo: EMPLASA, 2014. ISBN 978-85-7071-023-9
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Healthy people depend on healthy food systems. Sustainable food systems for food security and nutrition**. FAO: Rome, 2013.
- GALVÃO, R. F. P. **O rural na urbanização paulista em contexto macrometropolitano**. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) apresentada à Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017.
- GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. **Pagamento por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: Lições aprendidas e desafios**. Brasília: MMA, 2011.
- GRÊT-REGAMEY, A. et al. A tiered approach for mapping ecosystem services. **Ecosystem Services**, v. 13, p. 16–27, 2015.
- HAASE, D. et al. Synergies, Trade-offs, and Losses of Ecosystem Services in Urban Regions: an Integrated Multiscale Framework Applied to the Leipzig-Halle Region, Germany. **Ecology and Society**, v. 17, n. 3, 2012.
- IPES-FOOD - INTERNATIONAL PANEL OF EXPERTS ON SUSTAINABLE FOOD SYSTEMS. **From uniformity to diversity: a paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems**. 2016. 94p.
- KOSMUS, M.; RENNER, I., ULLRICH, S. Integrating Ecosystem Services into Development Planning: A stepwise approach for practitioners based on the TEEB approach. GIZ: Eschborn, 2012.
- LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2.ed. São Paulo: EDUSP, 1996. 301 p.
- MEA - MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment**. Washington, DC: Island Press, 2005.
- MEYER, R. M. P.; GALVÃO, R. F. P.; RUBIO LONGO, M. SÃO PAULO E SUAS ESCALAS DE URBANIZAÇÃO cidade, metrópole e Macrometrópole. **Revista Iberoamericana de Urbanismo**, v. 7, n. 12, p. 7–31, 2015.
- NELSON, G. C. et al. Drivers of Change in Ecosystem Condition and Services. In: MEA - MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment**. Washington, DC: Island Press, 2005. p. 50.
- PETZ, K. **Mapping and modelling the effects of land use and land management change on ecosystem services: from local ecosystems and landscapes to global biomes**. PhD Thesis—Wageningen: Wageningen University, 2014.
- RODRIGUES, E (Coord.). **Resumo executivo: Serviços ecossistêmicos e bem-estar humano na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo**. (coordenação). 1. ed. São Paulo: Instituto Florestal, 2014.
- RODRÍGUEZ, J. P. et al. Trade-offs across Space, Time, and Ecosystem Services. **Ecology and Society**, v. 1, n. 11, p. 14, 2006.
- SÃO PAULO (ESTADO). Decreto nº 63.280, de 19 de março de 2018. **Diário Oficial do Estado**. 19 de março de 2018.

TURNER, K. G. et al. A review of methods, data, and models to assess changes in the value of ecosystem services from land degradation and restoration. **Ecological Modelling**, v. 319, p. 190–207, 2016.

UNEP. **Food Systems and Natural Resources: A Report of the Working Group on Food Systems of the International Resource Panel**. 2016. Number: DTI/1982/PA. UNEP. ISBN: 978-92-807-3560-4.

VAN OUDENHOVEN, A. P. E. et al. Framework for systematic indicator selection to assess effects of land management on ecosystem services. **Ecological Indicators**, v. 21, p. 110–122, 2012.

VIANI, A. G.; DURIGAN, G.; MELO, A. C. A regeneração natural sob plantações florestais: desertos verdes ou redutos de biodiversidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria – RS, v. 20, n. 3, p. 533-552, 2010.