

# Índice de Serviços Ecosistêmicos para Áreas Verdes (ISEAV)

GAUDERETO, G. L. et al. Evaluation Of Ecosystem Services And Management Of Urban Green Areas: Promoting Healthy And Sustainable Cities. **Ambiente & Sociedade**, v. 21, 2018.

*G. Gaudareto; A. Gallardo; M. Ferreira; W. Mantovani*

*E-mail: [gaudereto.guilherme@gmail.com](mailto:gaudereto.guilherme@gmail.com)*



# Objetivo e contexto

- A adequada **gestão das áreas verdes** urbanas é um importante fator para mitigar os impactos causados pelo processo de urbanização aos serviços ecossistêmicos de uma região (Wan et al., 2015).
- O objetivo do artigo foi **estabelecer e testar um índice para avaliação de serviços ecossistêmicos em parques urbanos como subsídio técnico à gestão de áreas verdes urbanas.**



# Metodologia e Objetivo

---

- Essa pesquisa de natureza qualitativa e objetivo exploratório propõe o desenvolvimento de uma metodologia **aplicada à identificação e avaliação de serviços ecossistêmicos em áreas verdes urbanas.**
- Para tanto elaborou-se um **índice** em que são mensurados indicadores dos bens e serviços ambientais das áreas verdes, a fim de se **qualificar o fornecimento dos serviços ecossistêmicos** providos por essas áreas verdes.
- O índice é fruto de equações realizadas através da mensuração destes indicadores, e gera resultados, em uma escala de zero à dez.



## Seleção dos indicadores

- Pautados na abordagem de Groot et al (2002)
- Buscamos indicadores ambientais que, segundo a bibliografia, fossem capazes de representar minimamente os serviços ambientais pertinentes às áreas verdes urbanas.

# Serviços Ecossistêmicos – funções (Groot et al, 2002)

## Funções de Regulação:

- Trata do grupo de funções capazes de regular processos importantes ao suporte da vida, por meio de ciclos biogeoquímicos e outros processos da biosfera

## Funções de Habitat:

- São os aspectos que contribuem com a conservação de fatores biológicos, de diversidade genética e de processos evolutivos in situ;

## Funções Culturais:

- São funções de enriquecimento pessoal e coletivo da humanidade, que geram oportunidades para a reflexão, desenvolvimento cognitivo, e experiências recreativas e estéticas;

## Funções de Produção:

- Regulam a produção de biomassa, fornecendo alimentos e matérias-primas para a produção de recursos energéticos



- Regulação de gases
- ~~Regulação climática~~
- ~~Regulação de grandes eventos~~
- Regulação do ciclo da água
- Fornecimento de água
- Retenção do solo
- Formação do solo
- Regulação de nutrientes
- ~~Tratamento de resíduos~~



- Função de Refúgio
- Função de berçário
- Polinização
- Controle Biológico



- Alimentação
- Matéria-prima
- Recursos genéticos
- Recursos Medicinais
- Recursos Ornamentais



- Prazer estético
- Espaços culturais
- Histórica e espiritual
- Cultural e a artística
- Educação e ciência

# Metodologia – os indicadores

- Cobertura Verde
  - Cobertura verde pode ser mensurada como a área coberta por vegetação visível por imagens de satélite, onde é possível calcular a área, englobando área com gramíneas, cobertura de dossel arbóreo, plantas arbustivas e qualquer tipo de vegetação significativa o suficiente para ser percebida nas imagens (Alvarez, 2004)
- Área Permeável
  - As áreas das zonas permeáveis foram aferidas em campo e calculadas por meio de imagens de satélite. Embora seja esperado que a boa parte da área de cobertura verde seja permeável, nem sempre isso é confirmado em campo, da mesma forma regiões como solo exposto também são inseridas nesse cálculo.

# Metodologia – os indicadores

- Dossel

- A análise considerou como área coberta por dossel aquela com vegetação arbustiva ou arbórea. Com isso, a área de dossel situou-se no interior da área de cobertura verde, mas distinguiu-se daquela coberta por gramíneas. A diferenciação, aferida em campo e calculada por meio de polígonos em softwares de geoprocessamento, permite identificar melhor os serviços de filtro de poluição (Spirin, 1984). Para determinar a área de dossel foi necessária medição da área através de imagem de satélite.

- Serapilheira

- Sua diferenciação do aspecto dossel se justificou pelo contexto urbano, onde boa parte dos espaços com a presença de vegetações arbóreas, como nos parques públicos, acabam tendo sua camada de serapilheira periodicamente retirada por razões de conforto e estética. Diferenciando-se estes dois aspectos no índice espera-se evitar a supervalorização de fragmentos que tem seus serviços diminuídos na manutenção da área.
- Para mensurar a serapilheira é necessário medir o dossel através de imagem de satélite, mas considerar apenas aqueles onde há a formação de serapilheira embaixo, para isso é necessária checagem em campo, pois nas áreas urbanas é comum a prática da administração dos parques “varrerem” essa cama orgânica do solo.

# Metodologia – os indicadores

- Número de espécies

- A identificação das espécies vegetais foi realizada em APG II, por meio de visitas de campos, com auxílio de binóculos e bibliografia especializada (Lorenzi, Souza, Torres, & Bacher, 2003; Lorenzi, 1998, 2002, 2009) e auxílio de especialistas.

- Hábito

- Como em Ivanauskas, Monteiro, & Rodrigues (2004), para a análise do hábito da vegetação utilizou-se a classificação de: árvore, arbusto, palmeira, erva, liana, epífita, hemiparasita e parasita.

- Nativas e exóticas

- A delimitação da origem da espécie seguiu as orientações da portaria nº 60 da Secretaria do Verde e do meio Ambiente do município de São Paulo (Cidade de São Paulo, 2011d) e a lista de espécies da flora do Brasil (Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015).

# Avaliação dos indicadores

<i>Grupo de funções ecossistêmicas</i>	<i>Função Ecossistêmica</i>	<i>Indicadores</i>
<b>Função de Regulação</b>	<i>Regulação de gases atmosféricos</i>	Fora da escala do trabalho
	<i>Regulação Climática</i>	Cobertura verde
	<i>Regulação de grandes eventos</i>	Área permeável e Cobertura verde
	<i>Regulação do ciclo da água</i>	Área permeável
	<i>Filtro de Poluição e Tratamento de Resíduos</i>	Dossel
	<i>Fornecimento da água</i>	Área permeável
	<i>Retenção do solo</i>	Cobertura verde e Serapilheira
	<i>Criação de solo</i>	Dossel e Serapilheira
	<i>Regulação de nutrientes</i>	Dossel e Serapilheira
	<i>Polinização</i>	Número de espécies
<b>Função de Habitat:</b>	<i>Controle biológico</i>	Número de espécies
	<i>Função de refúgio</i>	Hábito Nativa/exóticas Número de espécies
	<i>Função de berçário</i>	Hábito Nativa/exóticas Número de espécies
<b>Função de Produção:</b>	<i>Alimentação</i>	Pequena escala Média escala Grande escala
	<i>Matéria-prima</i>	Pequena escala Média escala Grande escala
	<i>Recursos genéticos</i>	Fora do escopo
	<i>Recursos medicinais</i>	Pequena escala Média escala Grande escala
	<i>Recursos ornamentais</i>	Pequena escala Média escala Grande escala

<i>Grupo de funções ecossistêmicas</i>	<i>Função Ecossistêmica</i>	<i>Indicadores</i>
<b>Função de Regulação</b>	<i>Regulação de gases atmosféricos</i>	Fora da escala do trabalho
	<i>Regulação Climática</i>	Cobertura verde
	<i>Regulação de grandes eventos</i>	Área permeável e Cobertura verde
	<i>Regulação do ciclo da água</i>	Área permeável
	<i>Filtro de Poluição e Tratamento de Resíduos</i>	Dossel
	<i>Fornecimento da água</i>	Área permeável
	<i>Retenção do solo</i>	Cobertura verde e Serapilheira
	<i>Criação de solo</i>	Dossel e Serapilheira
	<i>Regulação de nutrientes</i>	Dossel e Serapilheira
	<i>Polinização</i>	Número de espécies

<b>Função de Habitat:</b>	<i>Função de refúgio</i>	Hábito Nativa/exóticas Número de espécies
	<i>Função de berçário</i>	Hábito Nativa/exóticas Número de espécies
<b>Função de Produção:</b>	<i>Alimentação</i>	Pequena escala
		Média escala
		Grande escala
	<i>Matéria-prima</i>	Pequena escala
		Média escala
		Grande escala
<i>Recursos genéticos</i>	Fora do escopo	
	Pequena escala	
	Média escala	
<i>Recursos medicinais</i>	Grande escala	
	Pequena escala	
	Média escala	
<i>Recursos ornamentais</i>	Grande escala	
	Pequena escala	
	Média escala	

# O índice

- A fórmula para o cálculo do ISEAV foi:
  - $ISEAV = FR + FH + FP / 3$
- De forma que:
  - ISEAV = Índice de Qualidade Ambiental da Vegetação Urbana
  - FR = Índice da função de regulação
  - FH = Índice da função de Habitat
  - FP = Índice da função de Produção
- O índice da função de regulação é obtido através da fórmula:
  - $FR = D (3) + CV (3) + AP (3) + SP (3) + NI (2) / 14$
  - D = Dossel
  - CV = Cobertura Verde
  - AP = Área Permeável
  - SP = Serapilheira
  - NI = Número de Indivíduos Arbóreos

- Para o índice da função de habitat (FH) a equação é:
  - $FH = H + NEX + NI / 2,7$ 
    - H = Hábitos
    - NEX = Proporção de Nativas por Exóticas
    - NE = Número de espécies
    - NE = Número de Indivíduos Arbóreos
- O índice para essa função de Produção foi obtido por meio da fórmula:
  - $FP = AF + EA + AM + EO / 1,2$ 
    - AF = Acesso e utilização de plantas frutíferas
    - EA = Exploração comercial da área
    - AM = Acesso e utilização de espécies medicinais
    - EO = Exploração ornamental da área

# Resultados

Tabela 1 - ISEAVAUUV do Parque Buenos Aires e do Parque José Emérito Brás

<b>Parques</b>	<b>ISEAV:</b>	<b>Valor indicador da função de regulação</b>	<b>Valor indicador da função de Habitat</b>	<b>Valor indicador da função de Produção</b>
<i>Parque Buenos Aires</i>	<b>5,69</b>	6,7	7	3,3
<i>Parque José Emérito Brás</i>	<b>3,99</b>	3,8	4,8	3,3

# Considerações finais

- Em análise comparativa, o parque Buenos Aires oferece uma gama maior de serviços ecossistêmicos se comparado ao parque José Emérito.
  - O parque Buenos Aires, um dos parques mais antigos e consolidados da cidade, destaca-se pela grande quantidade de espécies vegetais e pelo melhor desempenho em termos de função ambiental.
  - O parque José Emérito Brás, por ser mais recente, possui vegetação caracterizada por árvores jovens.

# Referências

- Alvarez, I. A. (2004). Qualidade do espaço verde urbano: uma proposta de índice de avaliação. Retrieved from <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-22102004-165714/nfiles/42/Alvarez - 2004 - Qualidade do espaço verde urbano uma proposta de .pdf>
- Andrade, D. C., & Fasiaben, M. (2010). A utilização dos instrumentos de política ambiental para a preservação do meio ambiente: o caso dos Pagamentos por Serviços Ecossistêmicos. *Revista Econômica Ensaio*, 24(1).
- Andrade, R. de C. G. (2012). Urbanismo y planificación: Áreas Verdes Urbanas. *Summa Humanitatis*, 6(1), 1–49.
- Arce, P. A., Pendloski, C. J. S., Oliveira, R. B., Gallardo, A. L. C. F., & Ruiz, M. S. (2014). Conflitos socioambientais em unidades de conservação em áreas urbanas: O caso do parque Tizo em São Paulo. *Holos*, 01, 75–85.
- Bargos, D. C., & Matias, L. F. (2011). Áreas Verdes Urbanas: Um Estudo De Revisão E Proposta Conceitual. *Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba-SP*, 6(3), 172–188. Retrieved from <http://www.ige.unicamp.br/geoget/acervo/artigos/areas verdes urbanas Danubia.pdf/nfiles/53/Bargos e Matias - 2011 - Áreas verdes urbanas um estudo de revisão e propo.pdf>
- Barros, M. V. F., & Virgilio, H. (2010). Praças: espaços verdes na cidade de Londrina. *Geografia*, 12(1), 533–544.
- Begon, M., Townsend, C. R., & Harper, J. L. (2006). *Ecology: from individuals to ecosystems* (4th ed.). Malden: Blackwell Publishing.
- Brasil. Projeto de Lei no 792, de 2007, Pub. L. No. Dispõe sobre a definição de serviços ambientais e dá outras providências (2007). Brasil: Senado.
- Bratman, G. N., Daily, G. C., Levy, B. J., & Gross, J. J. (2015). The benefits of nature experience : Improved affect and cognition. *Landscape and Urban Planning*, 138, 41–50. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.005>
- Brown, R. D., Vanos, J. K., Kenny, N. a, & Lenzholzer, S. (2015). Designing Urban Parks That Ameliorate the Effects of Climate Change. *Landscape and Urban Planning*, 138, 118–131. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.006>
- Chiesura, A. (2004). The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*, 68, 129–138. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.08.003>
- Chomitz, K. M., Brenes, E., & Constantino, L. (1999). Financin Environmental Services: The Costa Rican Experience. *The Science of the Total Environment*, 240(June 1998), 157–169.
- Cidade de São Paulo. Lei nº 14.456, de 29 de junho de 2007 (2007). Brasil: Diário Oficial da Cidade de Sao Paulo, 07/07/2007, p. 100. Retrieved from <http://dobuscadireta.imprensaoficial.com.br/default.aspx?DataPublicacao=20070707&Caderno=DOC&NumeroPagina=100>
- Cidade de São Paulo. Portaria 19/10 SVMA (2010). Brasil: Diário Oficial da Cidade de Sao Paulo 31/03/2010. Retrieved from <http://www.docidadesp.imprensaoficial.com.br/NavegaEdicao.aspx?ClipId=62R006C3AEN1CeC9Q7P38NKF4FR>
- Cidade de São Paulo. (2011a). *Ações pela biodiversidade da cidade de Sao Paulo - 2010*. (A. M. Branco, Ed.). São Paulo, SP. Retrieved from [http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/albcp2010\\_rev151211\\_1324055740.pdf](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/albcp2010_rev151211_1324055740.pdf)
- Cidade de São Paulo. (2011b). *Plano Municipal de Estratégias e Ações Locais pela Biodiversidade*. São Paulo, SP. Retrieved from [http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/lab\\_pt\\_eng\\_v04a\\_1339689459.pdf](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/lab_pt_eng_v04a_1339689459.pdf)
- Cidade de São Paulo. Portaria nº 91/SVMA-G/2011 (2011). Brasil: Diário Oficial da Cidade de Sao Paulo, 26/07/2011. Ano 56, n.138.p. 19. Retrieved from <http://www.docidadesp.imprensaoficial.com.br/NavegaEdicao.aspx?ClipID=7OE5BUSUCPNU7e0KNAE56E22OA2&PalavraChave=pela biodiversidade>
- Cidade de São Paulo. Portaria nº 60/11 (2011). Brasil: Diário Oficial da cidade de Sao Paulo 28/05/2011. Retrieved from [http://www3.prefeitura.sp.gov.br/cadlem/secretarias/negocios\\_juridicos/cadlem/integra.asp?alt=28052011P000602011SVMA&secr=87&depto=0&descr\\_tipo=PORTARIA](http://www3.prefeitura.sp.gov.br/cadlem/secretarias/negocios_juridicos/cadlem/integra.asp?alt=28052011P000602011SVMA&secr=87&depto=0&descr_tipo=PORTARIA)
- Conway, T. M., & Vander Vecht, J. (2015). Growing a diverse urban forest: Species selection decisions by practitioners planting and supplying trees. *Landscape and Urban Planning*, 138, 1–10. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.01.007>
- Costanza, R., d’Arge, R., de Groot, R. S., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... van den Belt, M. (1997). The value of the world’s ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(15), 253–260.
- de Groot, R. S. (1987). Environmental Functions as a Unifying Concept for Ecology and Economics. *The Environmentalist*, 7, 105–109.
- de Groot, R. S., Wilson, M. a, & Boumans, R. M. J. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41(May), 393–408.

# Referências

- Eloy, L., Coudel, E., & Toni, F. (2013). Implementando Pagamentos por Serviços Ambientais no Brasil: caminhos para uma reflexão crítica. *Sustentabilidade Em Debate*, 4(1), 21–42. Retrieved from <http://seer.bce.unb.br/index.php/sust/article/viewArticle/9198>
- Farley, J., & Costanza, R. (2010). Payments for ecosystem services: from local to global. *Ecological Economics*, 69(11), 2060–2068.
- Gomes, M. A. S., & Soares, B. R. (2003). A Vegetação Nos Centros Urbanos: Considerações Sobre Os Espaços Verdes Em Cidades Médias Brasileiras. *Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia*, 1(1), 19–29. Retrieved from <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo/article/view/270>
- Gonçalves, E. G., & Lorenzi, H. (2011). *Morfologia Vegetal* (2nd ed.). Nova Odessa: Instituto Plantarum.
- Guedes, F. B., & Seehusen, S. E. (2011). *Pagamento por Serviços Ambientais na Mata Atlântica* (1st ed.). Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Hildebrand, E., Graça, L. R., & Hoeflich, V. A. (2002). “Valoração contingente” na avaliação econômica de áreas verdes urbanas. *Floresta*, 32(1), 121–132. Retrieved from <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/download/.../1967>
- lojã, C. I., Gradinaru, S. R., Onose, D. A., Vânaú, G. O., & Tudor, A. C. (2014). Urban Forestry & Urban Greening The potential of school green areas to improve urban green connectivity and multifunctionality. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13, 704–713. <http://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.07.002>
- Ivanauskas, N. M., Monteiro, R., & Rodrigues, R. R. (2004). Composição florística de trechos florestais na borda sul-amazônica. *Acta Amazonica*, 34(3), 399–413. <http://doi.org/10.1590/S0044-59672004000300006>
- Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (2015). Lista de Espécies da Flora do Brasil. Retrieved from <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>
- Kohler, M. C. M., Romero, M. A., Penhalber, E. F., Cortes, M. T. M., & Cabral, V. B. (2001). Áreas Verdes no Município de São Paulo: Análises, Tendências e Perspectivas. In *XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental* (pp. 1–21). João Pessoa, Pb.
- Loboda, C. R., & De Angelis, B. L. D. (2005). Areas Verdes Publicas Urbanas: Conceitos, usos e funcoes. *Ambiencia - Revista Do Centro de Ciencias Agrarias E Ambientais*, 1(1), 125–139.
- Lorenzi, H. (1998). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, vol. 2* (2nd ed.). Nova Odessa: Instituto Plantarum.
- Lorenzi, H. (2002). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, vol. 1* (4th ed.). Nova Odessa: Instituto Plantarum.
- Lorenzi, H. (2009). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, vol. 3* (1st ed.). Nova Odessa: Instituto Plantarum.
- Lorenzi, H., Souza, H. M., Torres, A. V., & Bacher, L. B. (2003). *Árvores exóticas no Brasil: Madeiras, ornamentais e aromáticas* (1st ed.). Nova Odessa: Instituto Plantarum.
- Nucci, J. C. (1996). *Qualidade ambiental e adensamen-to: um estudo de planejamento paisagem de Santa Cecília (MSP)*. USP.
- Prip, C., Johnston, S., Gross, T., & Vierros, M. (2010). *Biodiversity Planning : an assessment of national biodiversity strategies and action plans*. Yokohama: United Nations University Institute of advanced studies.
- Rodrigues, E. A., Victor, R. A. B. M., & Pires, B. C. C. (2006). No Title. *São Paulo Em Perspectiva*, 20(2), 71–89.
- Rodrigues, R. R., Brancalion, P. H. S., & Isernhagen, I. (2009). *Pacto pela restauração da mata atlântica: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal* (1st ed.). São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Instituto BioAtlântica.
- Santos, R. F. (2004). *Planejamento Ambiental: teoria e prática* (1st ed.). São Paulo, SP: Oficina de Textos.
- Schutzer, J. G. (2012). *Cidade e Meio Ambiente: A apropriação do relevo no desenho ambiental urbano* (1st ed.). São Paulo, SP: EDUSP.
- Sepe, P. M., & Braga, R. (2009). Indicadores de Sustentabilidade e o Planejamento Urbano-Ambiental: uma contribuição para a aplicação na cidade de São Paulo. In *Seminário de Pós-Graduação em Geografia da UNESP Rio Claro* (pp. 1225–1240). Rio Claro.
- Sepe, P. M., & Pereira, H. M. S. (2015). O conceito de Serviços Ambientais e o Novo Plano Diretor de São Paulo: Uma nova abordagem para a gestão ambiental urbana? In *XVI Enanpur*.
- Spirin, A. W. (1984). *The Granite Garden*. New York: Basic Books.
- United Nations. (2012). *World Urbanization Prospects: The 2011 Revision. World Population Prospects*. New York. Retrieved from [http://esa.un.org/unpd/wpp/ppt/CSIS/WUP\\_2011\\_CSIS\\_4.pdf](http://esa.un.org/unpd/wpp/ppt/CSIS/WUP_2011_CSIS_4.pdf)
- Wan, L., Ye, X., Lee, J., Lu, X., Zheng, L., & Wu, K. (2015). Effects of urbanization on ecosystem service values in a mineral resource-based city. *Habitat International*, 46, 54–63. <http://doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.10.020>
- Whately, M., Santoro, P. F., Gonçalves, B. C., & Gonzatto, A. M. (2008). *Parques urbanos municipais de São Paulo. Sociologia* (1st ed.). São Paulo, SP: Instituto Socioambiental. Retrieved from <http://www.socioambiental.org/pt-br/o-isa/publicacoes/parques-urbanos-municipais-de-sao-paulo-subsidios-para-a-gestao>
- World Resources Institute. (2003). *Ecossistemas e o Bem-estar humano: Estrutura para uma avaliação. Avaliação do Milênio dos Ecossistemas*. New York, USA. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Ecossistemas+e+o+Bem-estar+Humano:+Estrutura+para+uma+Avaliação#0>