

OFICINA 2

# SUSTENTABILIDADE E SANEAMENTO AMBIENTAL

PCC 6001 – Sustentabilidade Aplicada ao Planejamento Urbano

Daniel Yoshida

João Belini

Lucas Farias

Valéria



# SUMÁRIO

1. Apresentação do Tema e Correlação
2. Ecossistemas Urbanos
3. Índices Verdes
4. Mitigação e Adaptação de mudanças climáticas
5. Sistema de Drenagem Sustentável
6. Gestão de Resíduos Sólidos
7. Estudos de Caso
8. Questão para debate





1) Mitigating and adapting climate change green urban infrastructure  
Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green u. infrastructure.

2) Urban Neighborhood Green Index – A measure of green spaces in urban areas. Landscape and Urban Planning.

3) A review of urban ecosystem services: six key challenges for future research. Ecosystem Services

Interligações



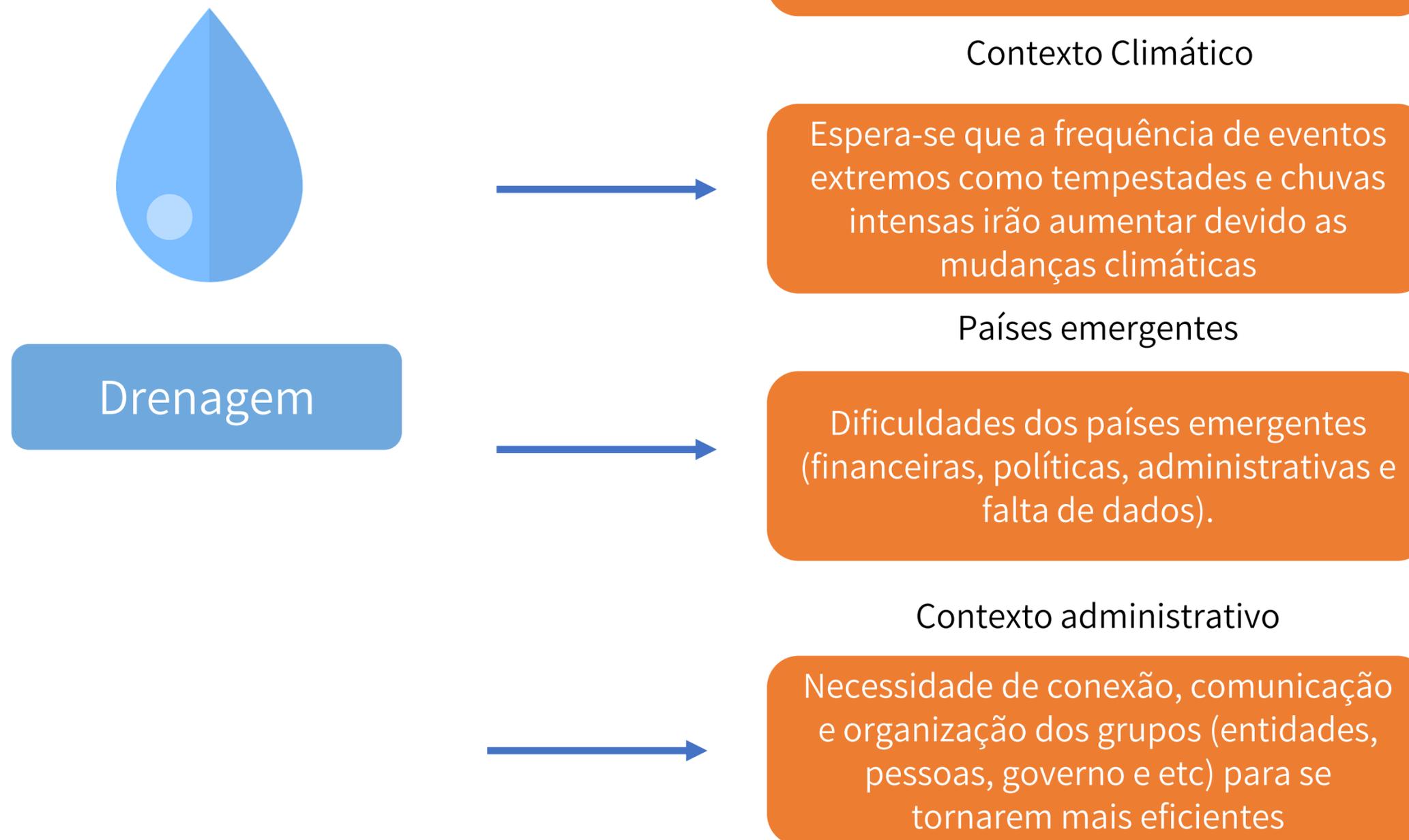
1) Solid waste management challenges for cities in developing countries. Waste Management.

2) Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. Waste Management.

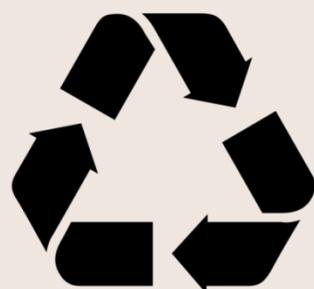
3) Current and future impact of household solid waste management. Journal of Cleaner Production.



# Anexo



# CONCEITUAÇÃO



“Conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar a Salubridade Ambiental, por meio de **abastecimento de água** potável, coleta e disposição de **resíduos sólidos**, líquidos e gasosos, **drenagem urbana** e demais serviços e obras especializadas a fim de **proteger e melhorar as condições sanitárias urbanas e rurais.**”

FUNASA, 2014.

# A review of urban ecosystem services: six key challenges for future research



## ARTIGO 01

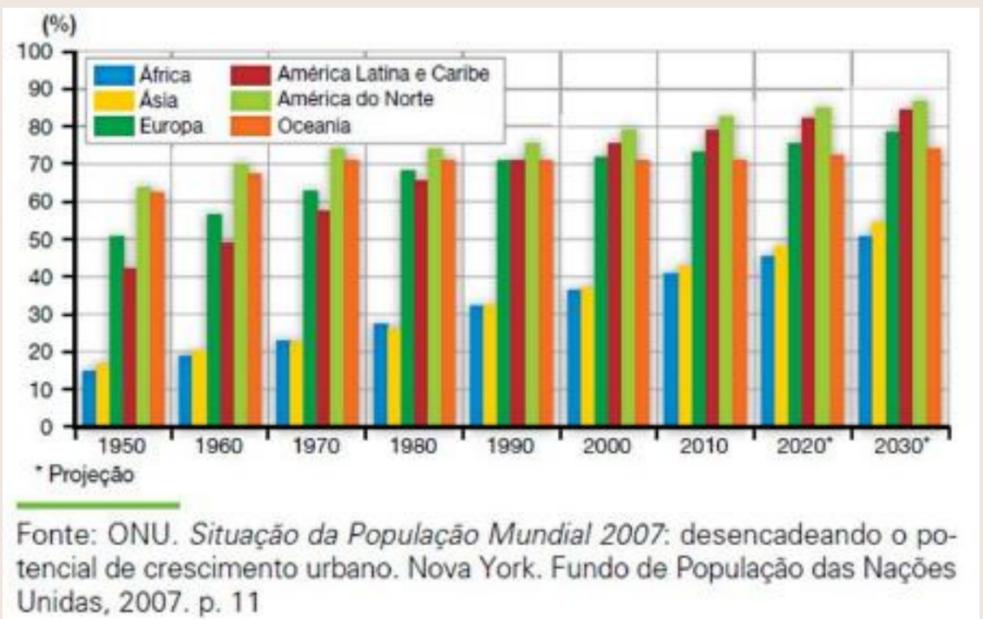
Christopher Luederitz, Ebba Brink, Fabienne Gralla, Verena Hermelingmeier, Moritz Meyer, Lisa Niven, Lars Panzer, Stefan Partelow, Anna-Lena Rau, Ryuei Sasaki, David J. Abson, Daniel J. Lang, Christine Wamsler, Henrik von Wehrden.

# SUMÁRIO

1. Apresentação do Tema e Correlação
2. Ecossistemas Urbanos
3. Índices Verdes
4. Mitigação e Adaptação de mudanças climáticas
5. Sistema de Drenagem Sustentável
6. Gestão de Resíduos Sólidos
7. Estudos de Caso
8. Questão para debate



CONSTATAÇÃO:



RESULTADO → Destacaram seis desafios para a operacionalização do planejamento urbano sustentável que considere os serviços ecossistêmicos.



FUNDAMENTAÇÃO:

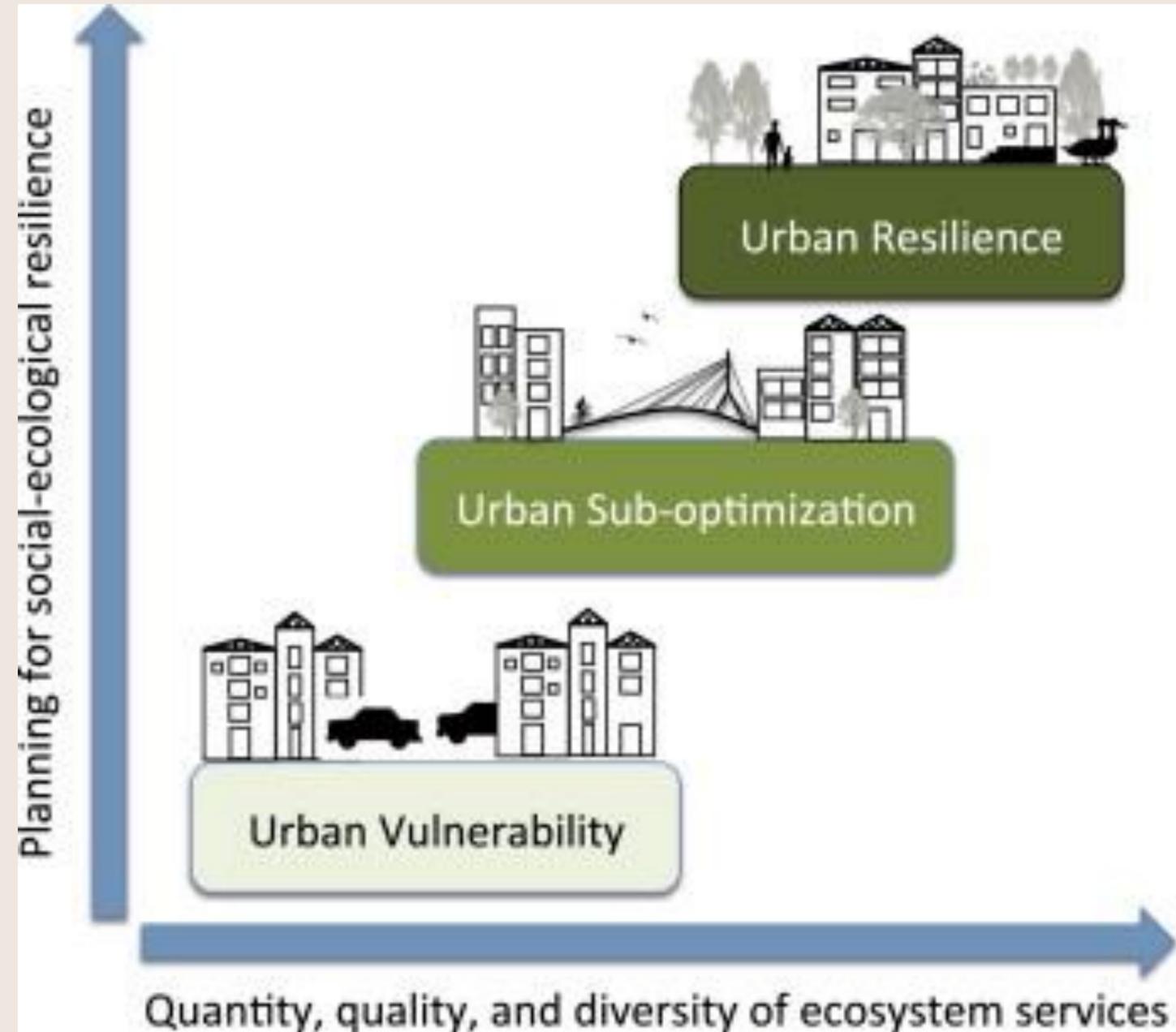


FOCO:



# INTRODUÇÃO

- O planejamento urbano pode enfrentar os desafios no sentido da sustentabilidade, abordando os componentes econômicos, ambientais e sociais em interação nos sistemas humano-ambiente acoplados (Wilkinson et al., 2013; Wu, 2013);
- Essa abordagem exige que os planejadores compreendam e valorizem as múltiplas contribuições da natureza para a qualidade da vida urbana (Hubacek e Kronenberg, 2013);

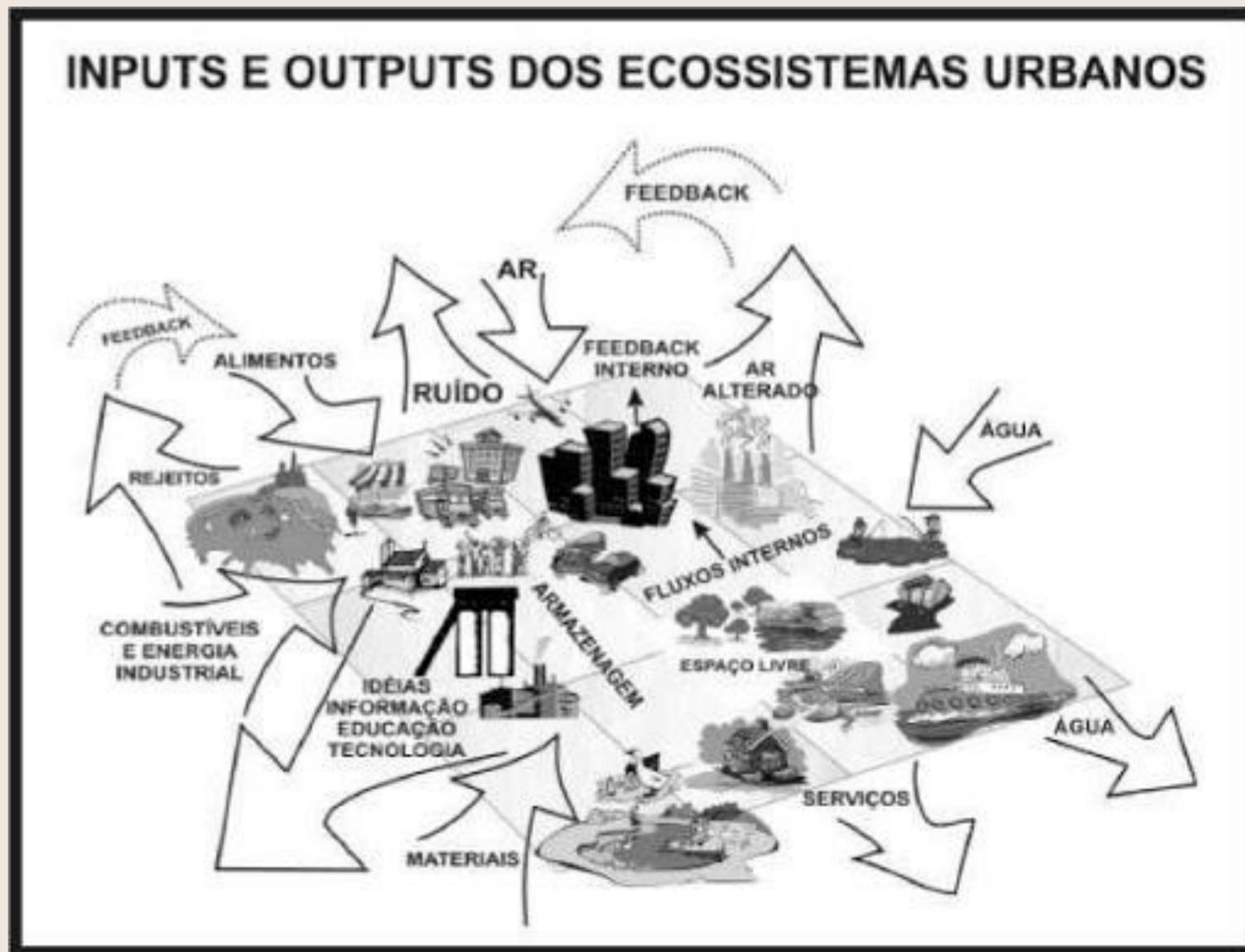


Fonte: MCPHEARSON, Timon et al. Resilience of and through urban ecosystem services. *Ecosystem Services*, v. 12, p. 152-156, 2015.



# INTRODUÇÃO

- Serviços Ecosistêmicos → definidos como “as condições e processos através dos quais os ecossistemas naturais e as espécies que os compõem, sustentam e suprem a vida humana” (Daily, 1997, p. 3);



# INTRODUÇÃO

DESAFIO : Operacionalização

## Soluções baseadas na natureza podem fazer parte do planejamento urbano

Árvores e espaços verdes podem amenizar o efeito de ilha de calor

Hortas urbanas ajudam a reter água, além de fortalecer comunidades de bairro e estimular a conservação

Telhados verdes reduzem o calor no verão, são isolantes térmicos no inverno e diminuem alagamentos em grandes chuvas

Mais superfícies permeáveis e áreas úmidas permitem o escoamento natural da chuva prevenindo alagamentos

Proteger e restaurar ecossistemas naturais em áreas costeiras, como manguezais, ajuda a proteger de eventos extremos



Barcelona e Durban estão expandindo áreas verdes e plantando árvores para combater o efeito de ilha de calor, melhorando a saúde e a qualidade de vida, com ganhos também para a biodiversidade urbana

Dresden está construindo uma rede de hortas para ajudar a regeneração de áreas distritais e encorajar a produção sustentável de comida

Chicago implementou muitos telhados verdes que já ajudaram a reduzir os alagamentos em 36%

A China tem um projeto piloto de cidades-esponja que busca capturar, reutilizar ou absorver até 80% da água das chuvas em áreas urbanas até 2030

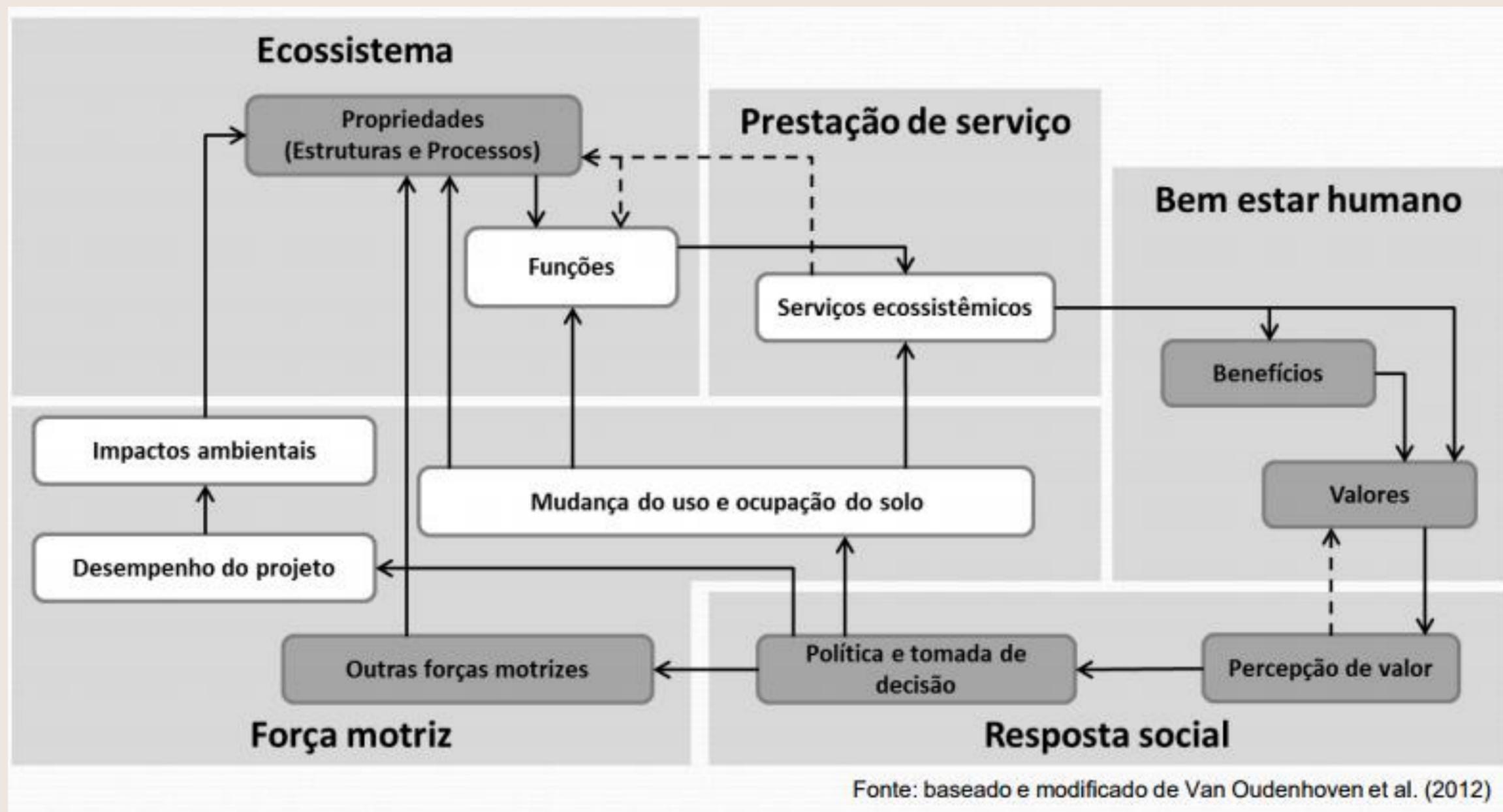
Semarang utiliza os manguezais para se proteger de marés de tempestade e aumento do nível do mar

Fonte: GCA e WRI.



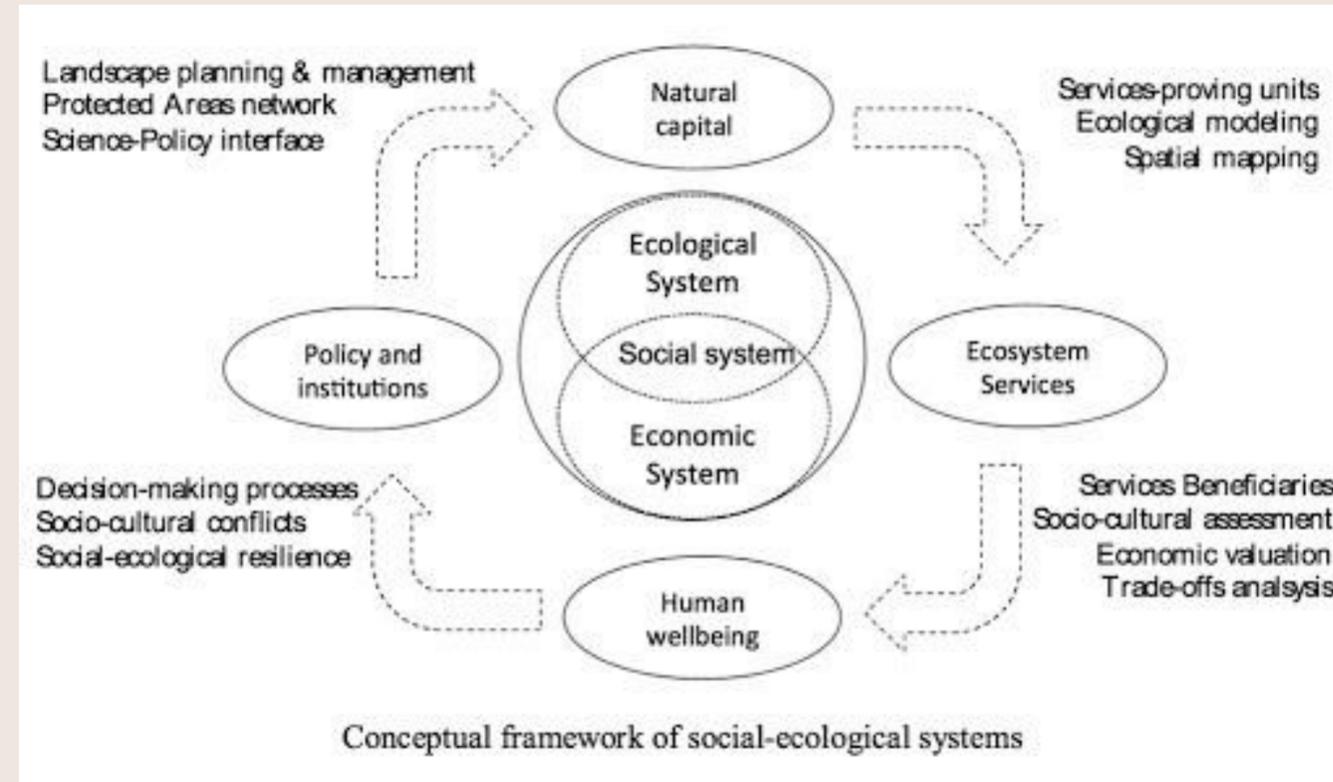
# INTRODUÇÃO

MODELO CONCEITUAL ADOTADO: “cascata de serviços ecossistêmicos”

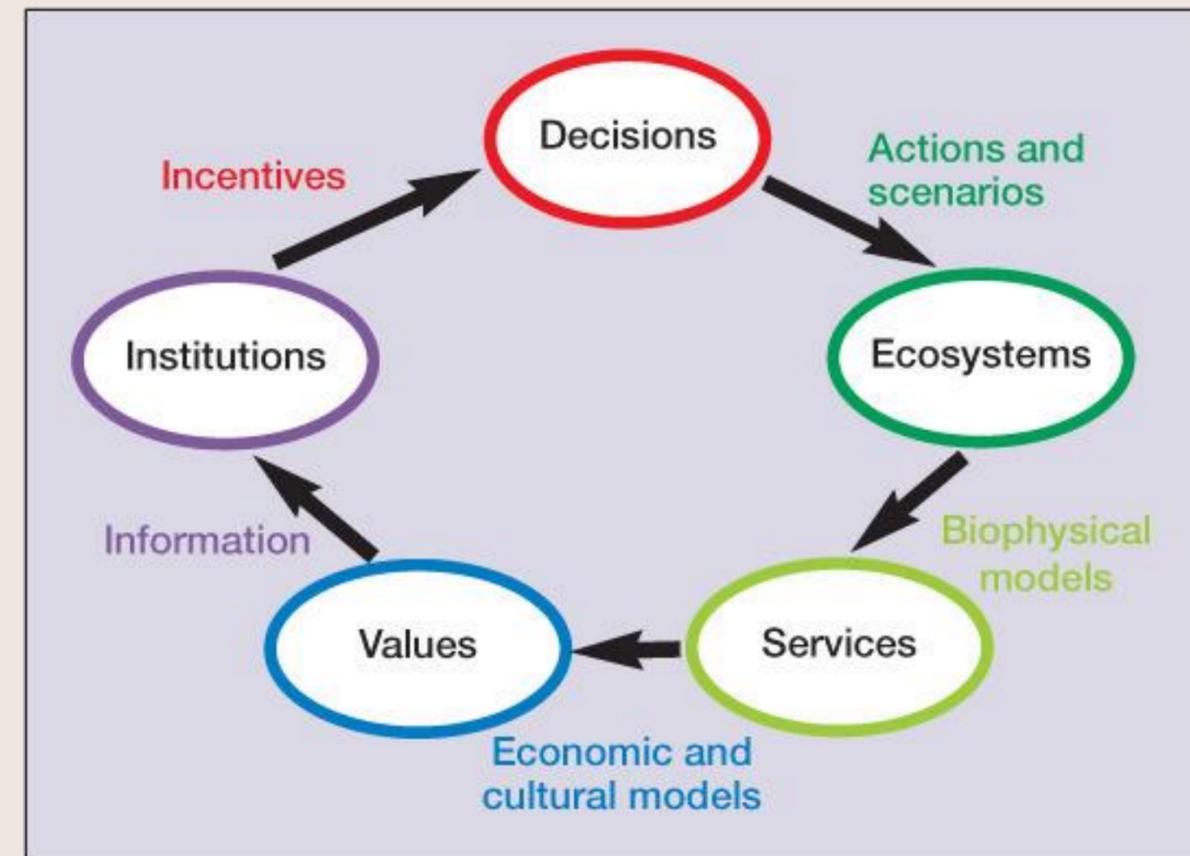


# INTRODUÇÃO

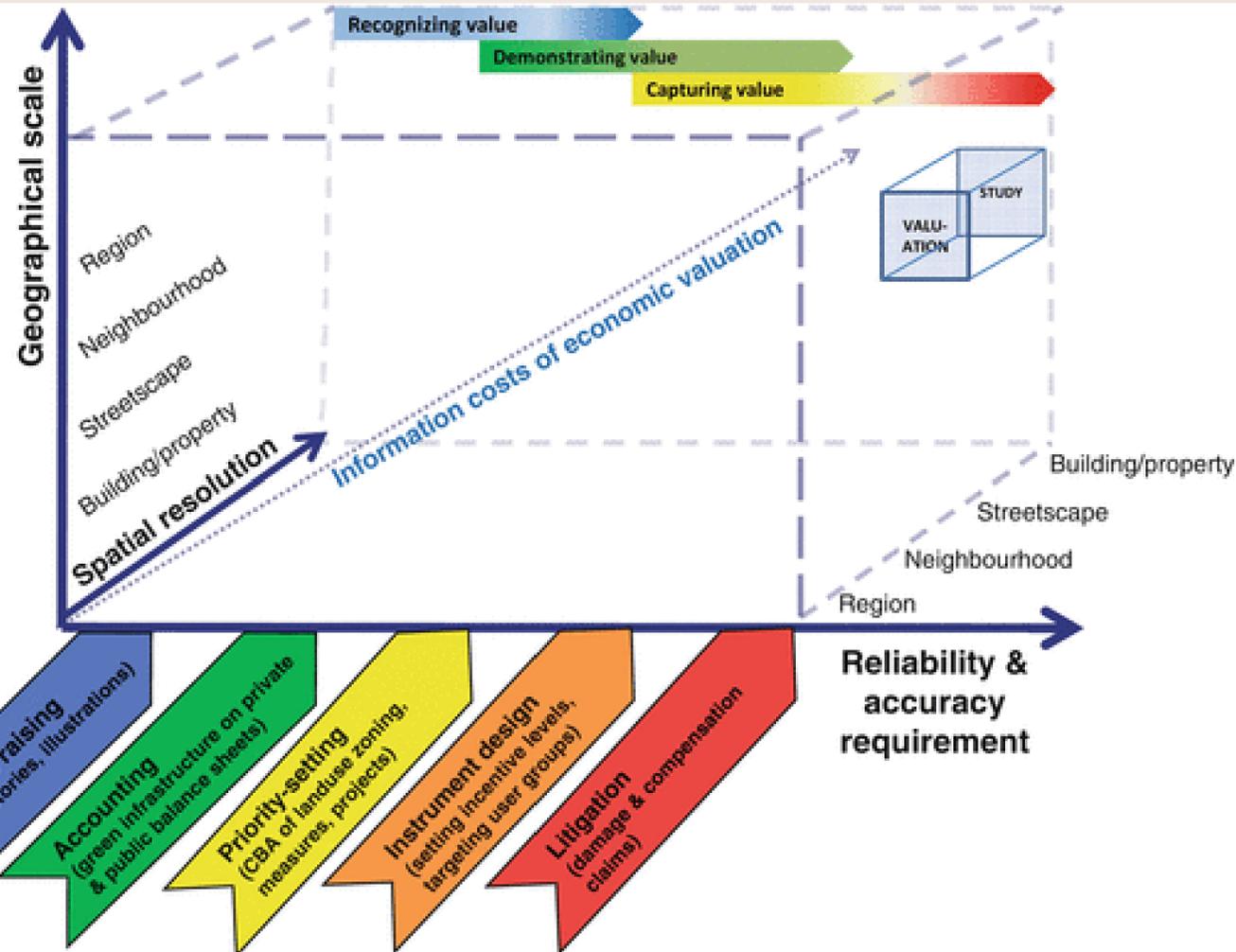
Fonte: SOCIAL-ECOLOGICAL RESEARCH LAB



Conceptual framework of social-ecological systems



Fonte: DAILY, Gretchen C. et al. Ecosystem services in decision making: time to deliver. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 7, n. 1, p. 21-28, 2009.

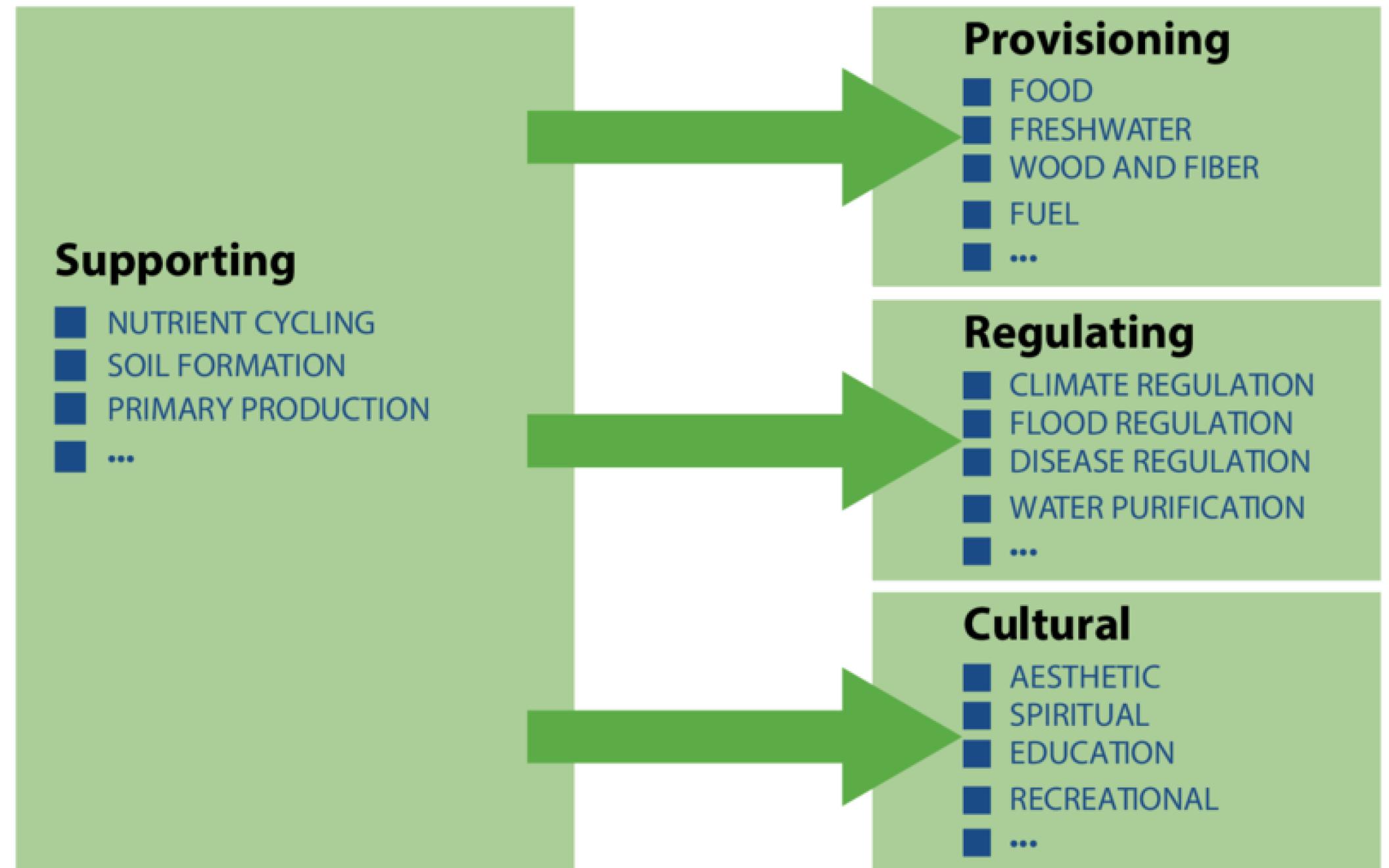


Fonte: Gómez-Baggethun E. et al. (2013) Urban Ecosystem Services. In: Elmqvist T. et al. (eds) *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities*. Springer, Dordrecht



# METODOLOGIA

## ECOSYSTEM SERVICES



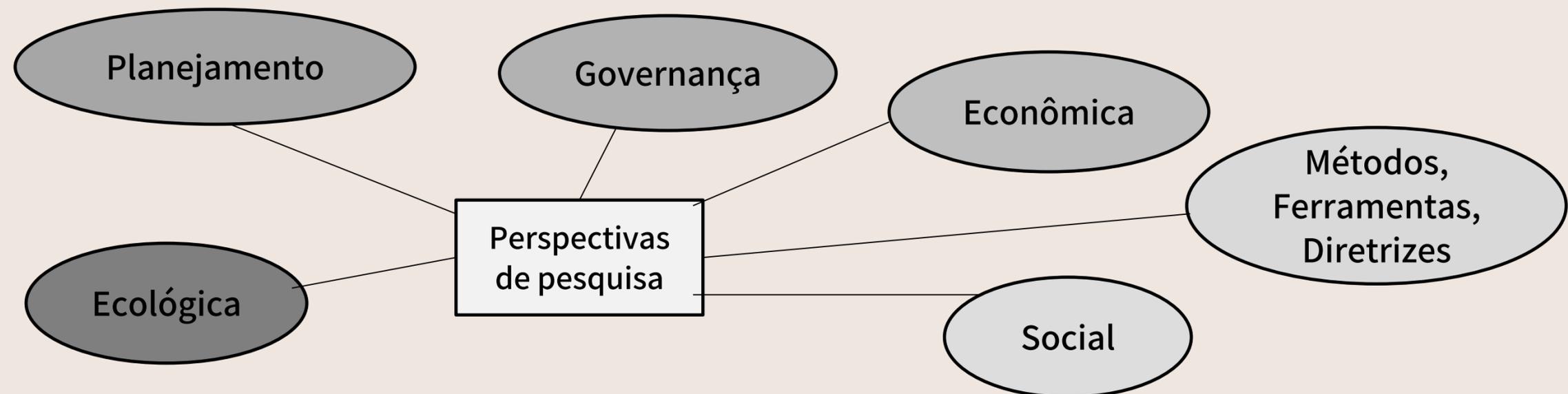
Fonte: MEA, 2005





**Table 1**  
Overview of the review process

Steps	Procedure	Results
1. Data Gathering	Database search on Scopus and ISI using jointly defined search string.	Bibliographical information of 3266 potentially relevant papers (duplicates excluded).
2. Data Screening	Division of data load into bundles of 320 papers per reader analyst.	Pre-classified set of potentially relevant papers.
3. Data Cleaning	Screening of abstracts, guided by the questions: <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Does the paper conduct a case study”</li> <li>• “Does the case study focus on urban areas”</li> <li>• “Does the case study analyze ecosystem services or benefits provided to humans in an urban area?”</li> <li>• “Explicit use of the term ‘ecosystem services’ or described link between ecosystems and benefits to an urban population”</li> </ul>	Consensus amongst analyst readers about validity of joint classification. A total of 387 potentially relevant case studies identified.
4. Data scoping	Download of all papers classified as potentially relevant.	Download of 352 potentially relevant case studies (35 papers with no full-text access).
5. Paper classification	Screening of potentially relevant case studies according to guiding questions in 3., to clarify whether or not the article serves the study purpose.	$N=201$ of relevant case studies that serve the study focus.
6. Paper review	Analysis of papers classified as case studies that serve the study focus using 23 jointly defined review categories.	Coherent dataset of $N=201$ case study papers with 23 variables each.
7. Statistical analysis	Analysis of all relevant data points using R.	Results given in the section below.



# RESULTADOS

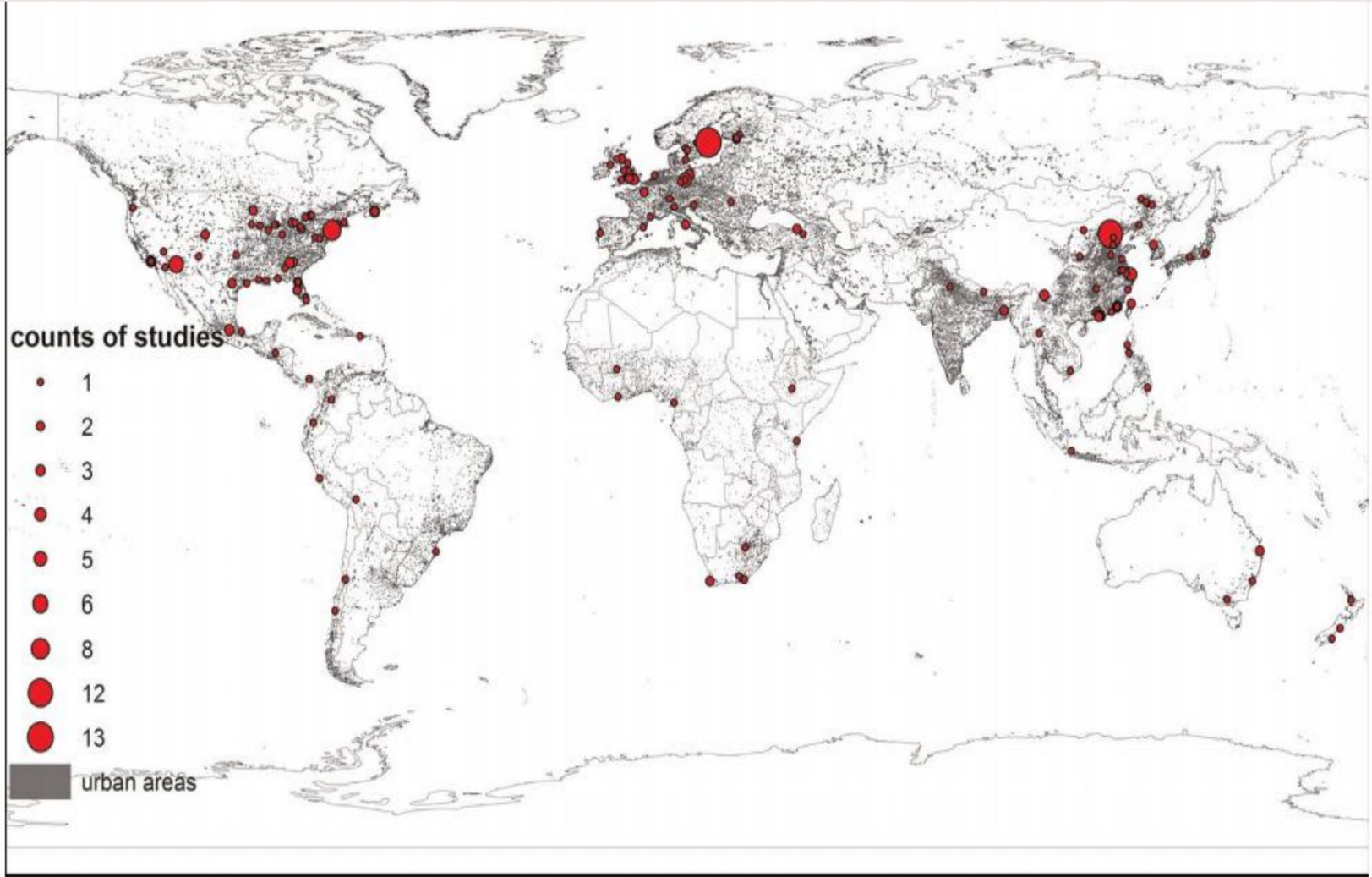


Fig. 2. Global distribution of studies on ecosystem services conducted in urban areas covered in the review.

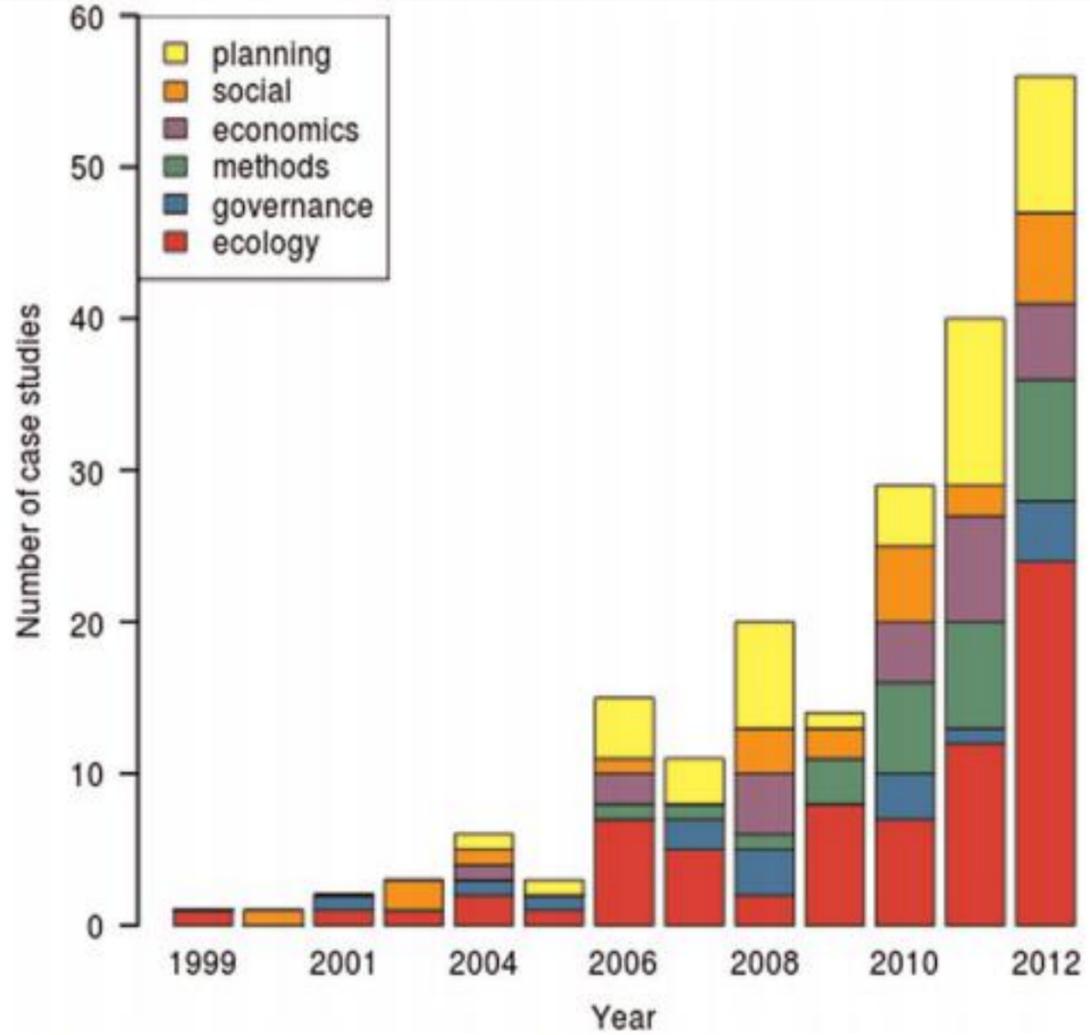
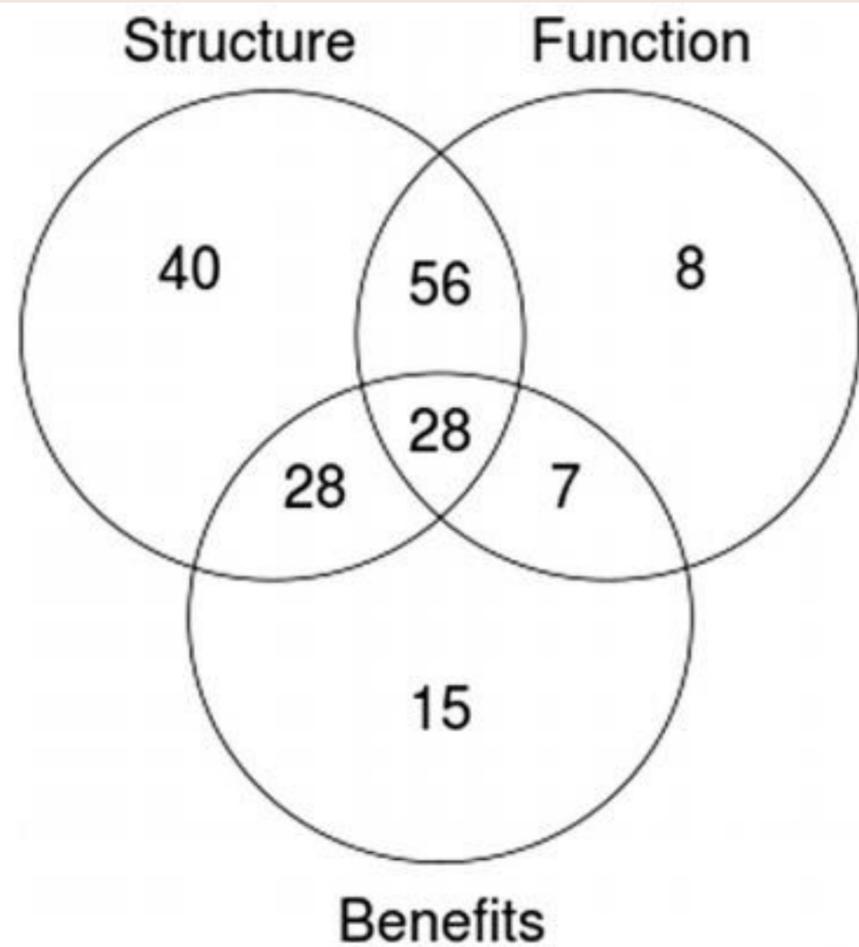
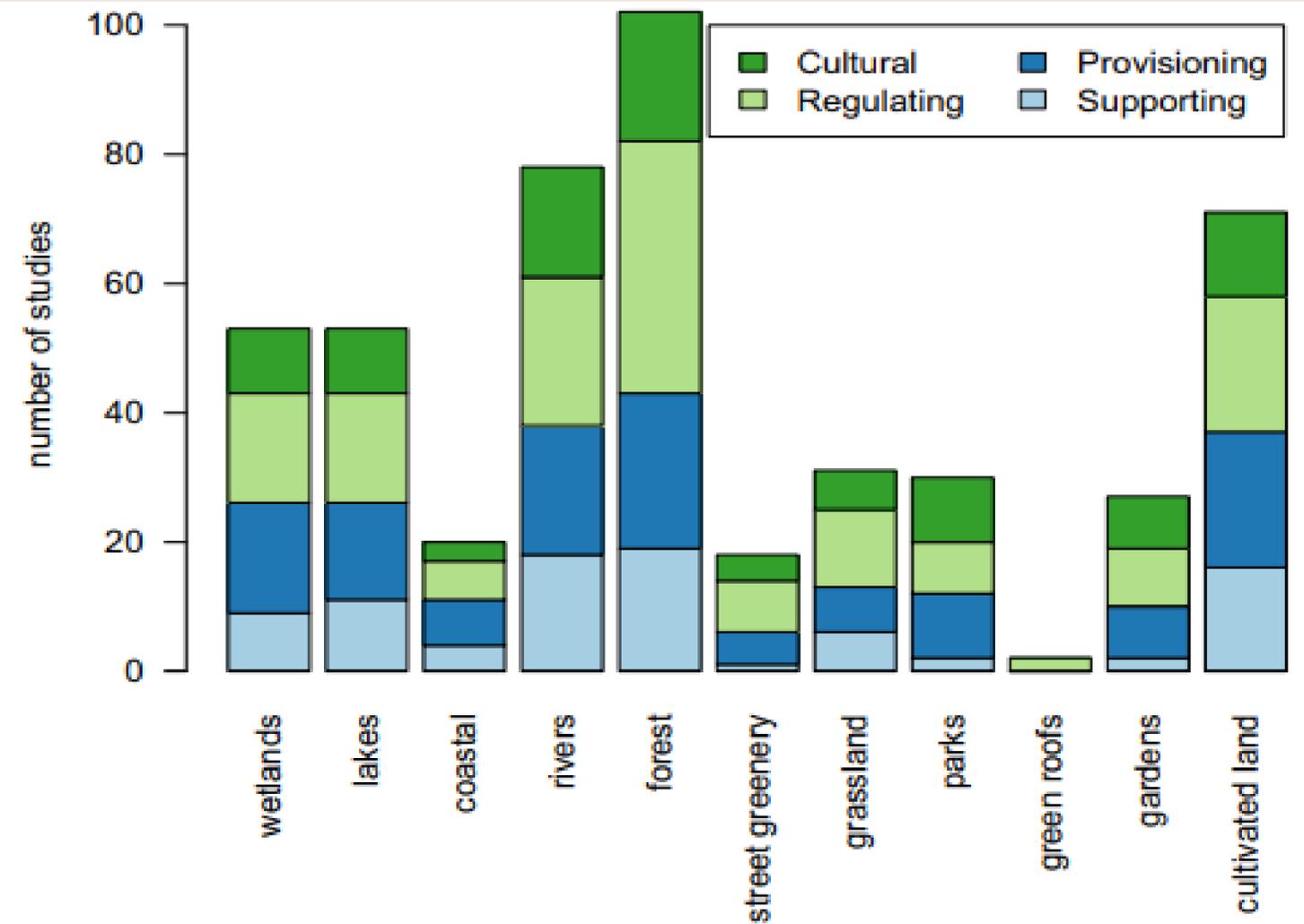


Fig. 3. Distribution of case studies and their main perspective over time.





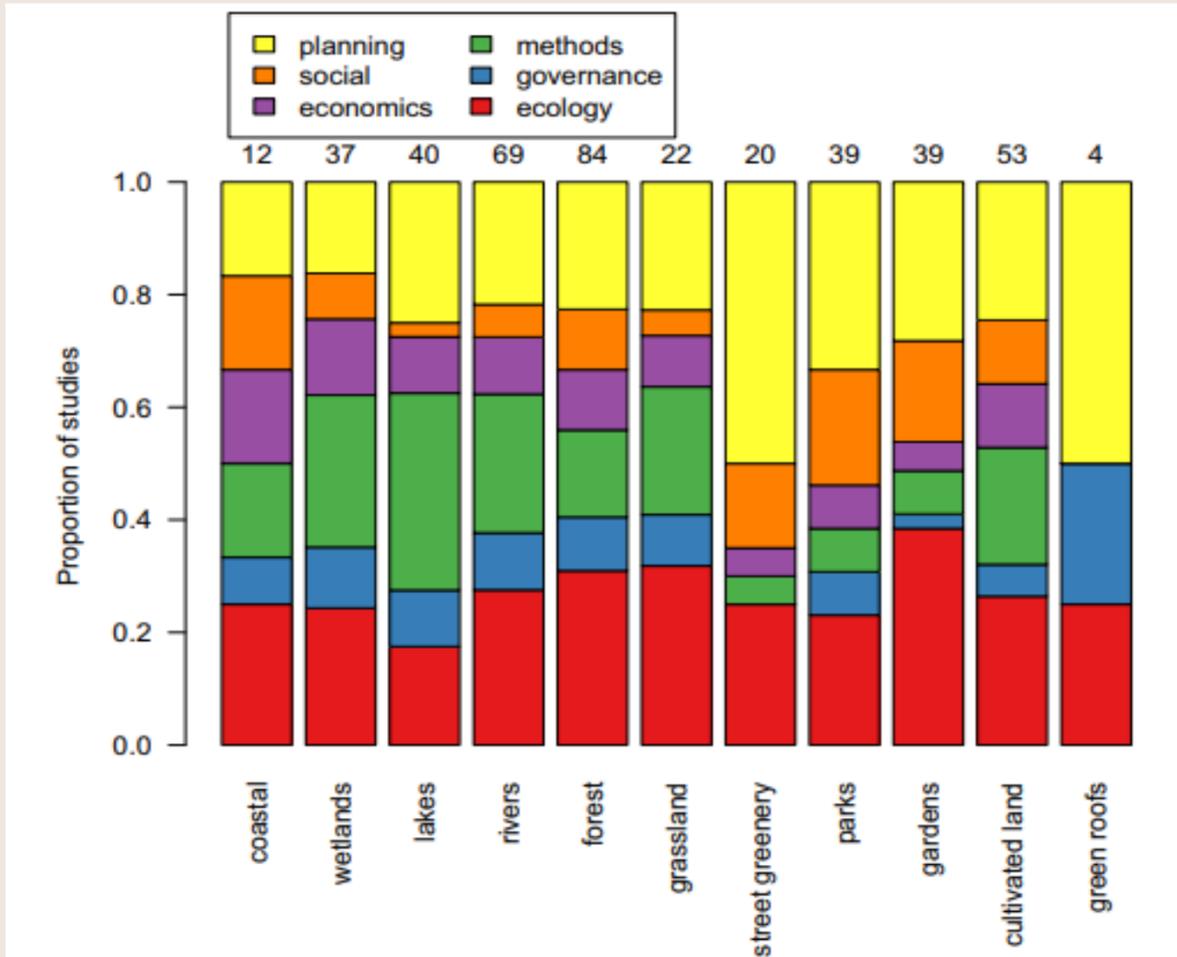
**Fig. 4.** Distribution of the number of case study papers analyzing different components of the ecosystem service cascade model, 19 studies did not consider any of the cascade components in detail.



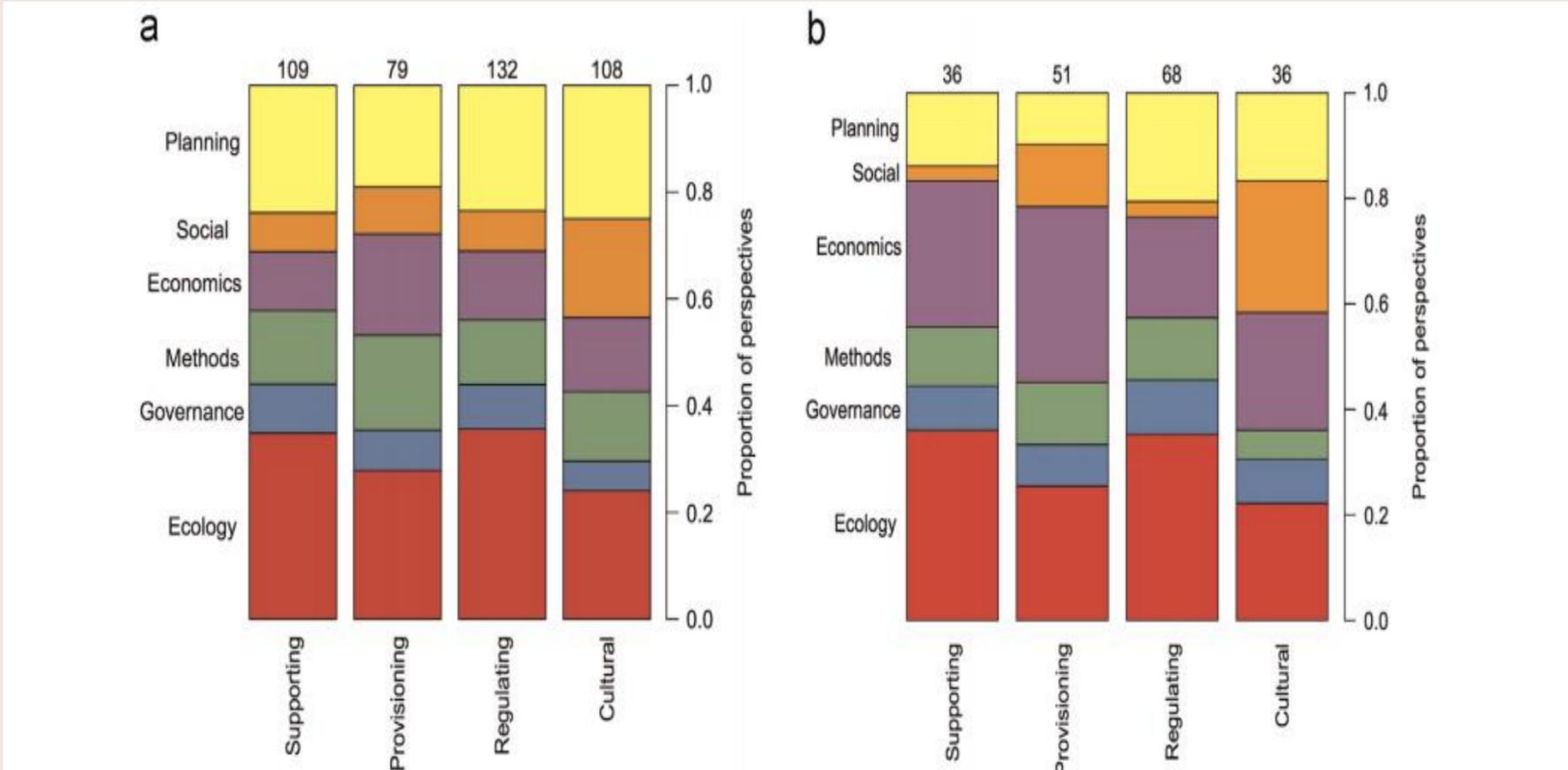
**Fig. 5.** Number of ecosystem services examined in relation to ecological structures (a single study may examine multiple services and ecological structures).



# RESULTADOS



**Fig. 6.** Ecological structures mentioned with regard to the different research perspectives. On top of the stacks are the total numbers of case studies mentioning an ecological structure (each case study could mention more than one structure).

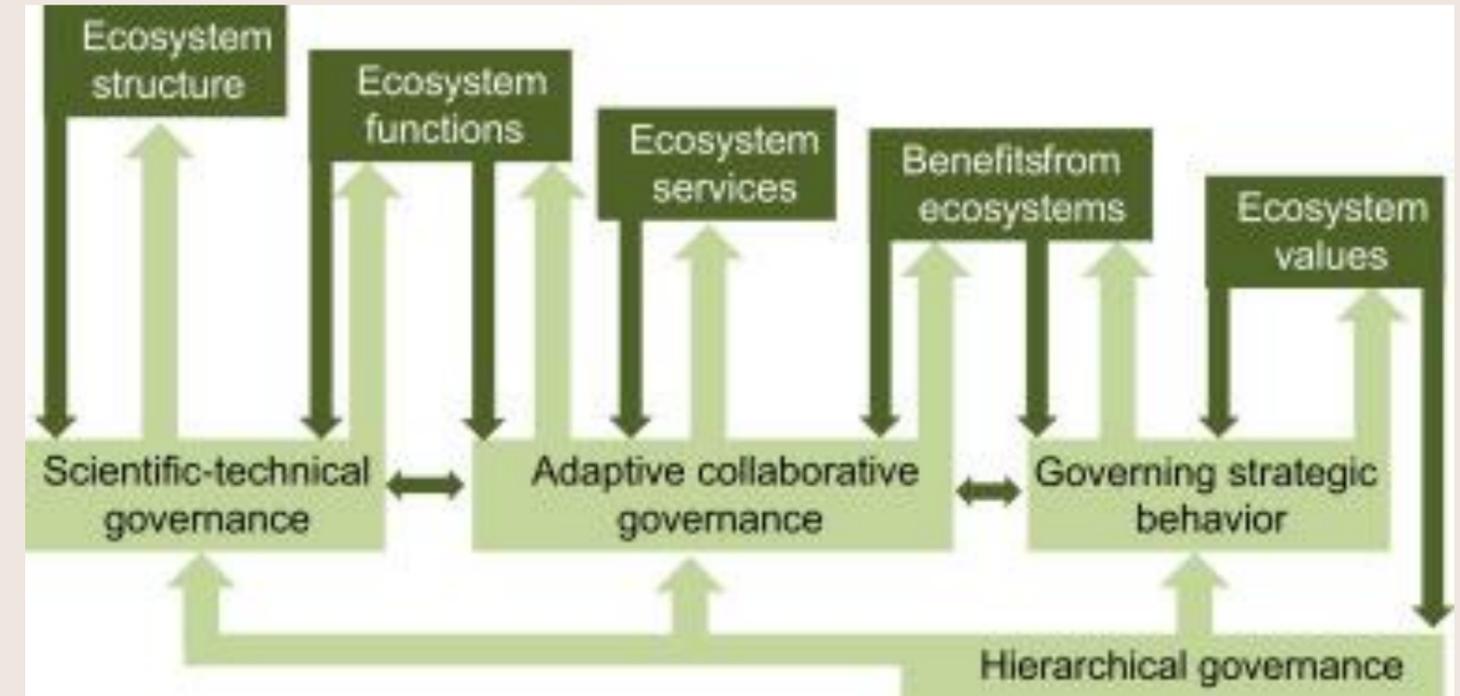
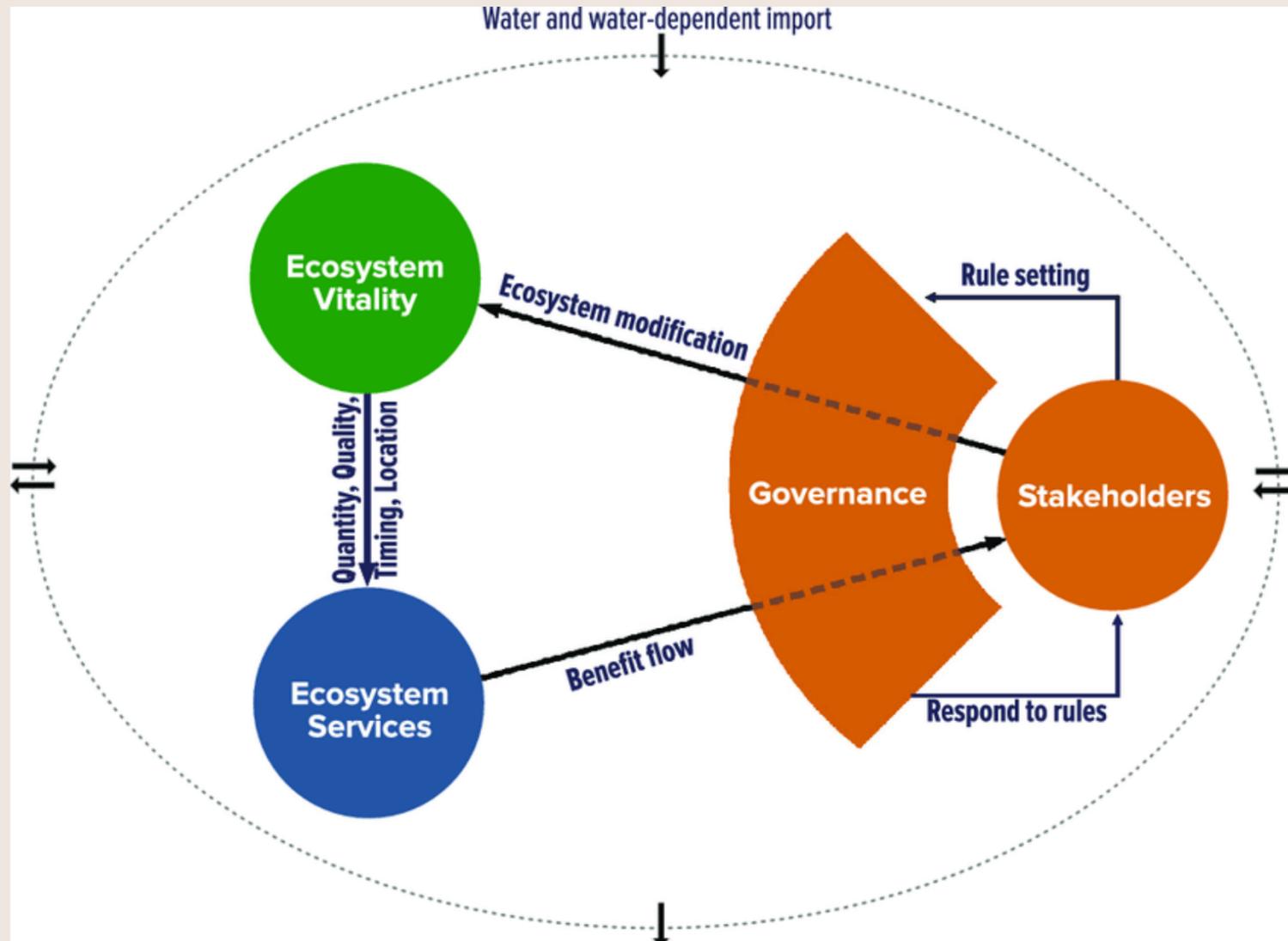


**Fig. 7.** Distribution of mentioned (a) and examined (b) ecosystem services throughout the research perspectives. The services were assigned to the MEA categories. On top of the stacks are the total numbers of case studies mentioning/examining a service from the four MEA categories (e.g. 108 case studies mentioned a cultural service). One case study could mention/examine several services but has only one perspective.



# CONCLUSÕES

Apesar da importância do discurso de governança (Haase et al., 2014; McPhearson et al., 2015), não foram identificadas fortes tendências de representação crescente dessa perspectiva na prática;



Fonte: PRIMMER, Eeva et al. Governance of ecosystem services: a framework for empirical analysis. *Ecosystem Services*, v. 16, p. 158-166, 2015.

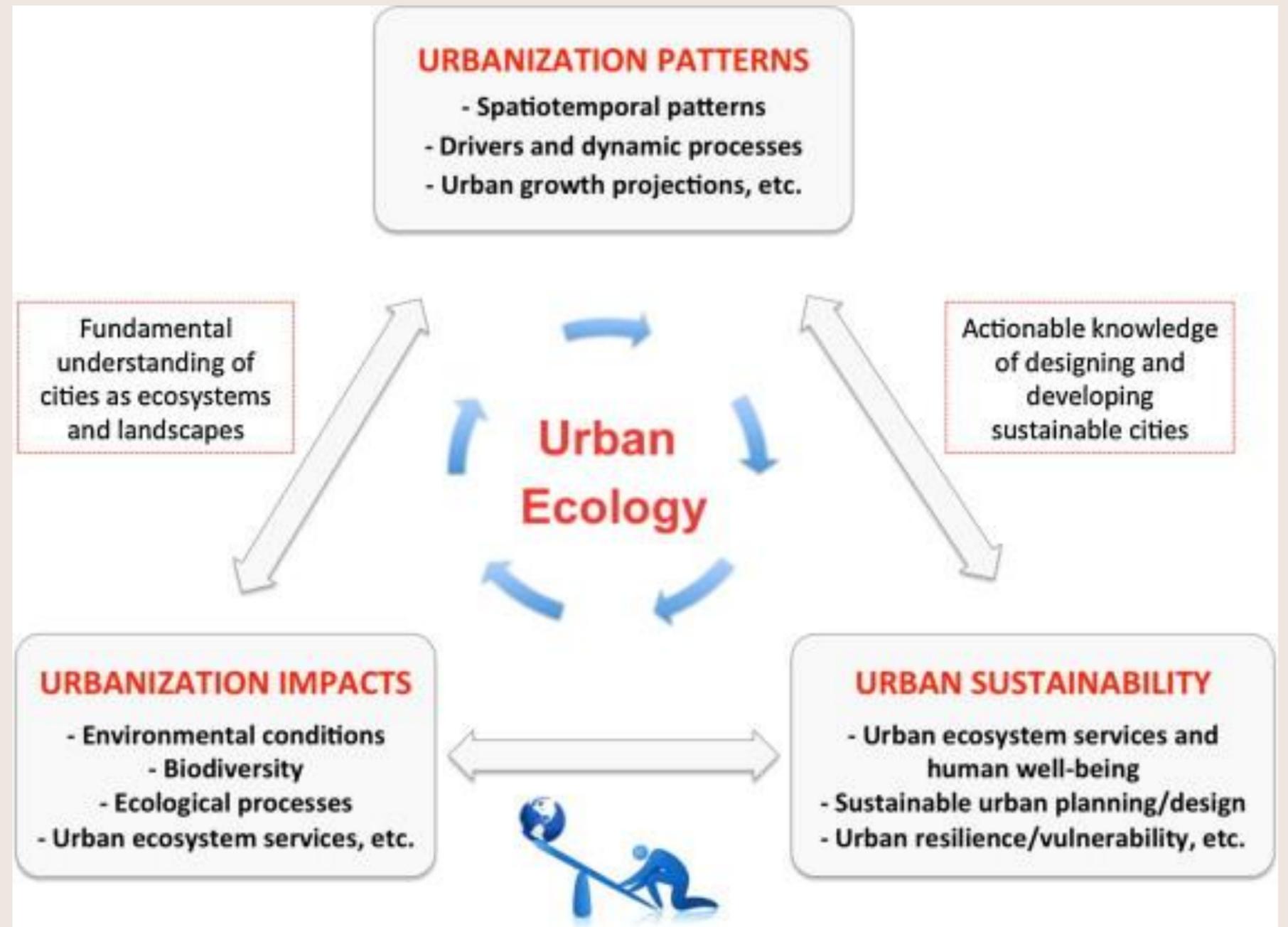
Fonte: VOLLMER, Derek et al. Integrating the social, hydrological and ecological dimensions of freshwater health: The Freshwater Health Index. *Science of the Total Environment*, v. 627, p. 304-313, 2018.



# CONCLUSÕES

## DESAFIOS:

1. Cobertura espacial e contextual;
2. Esclarecimento de definições;
3. Transferibilidade limitada de dados;
4. Engajamento das partes interessadas;
5. esforços integrados de pesquisa;
6. Fechar o ciclo de feedback entre os benefícios e o gerenciamento dos S.E.U no contexto de agendas de planejamento urbano sustentável;



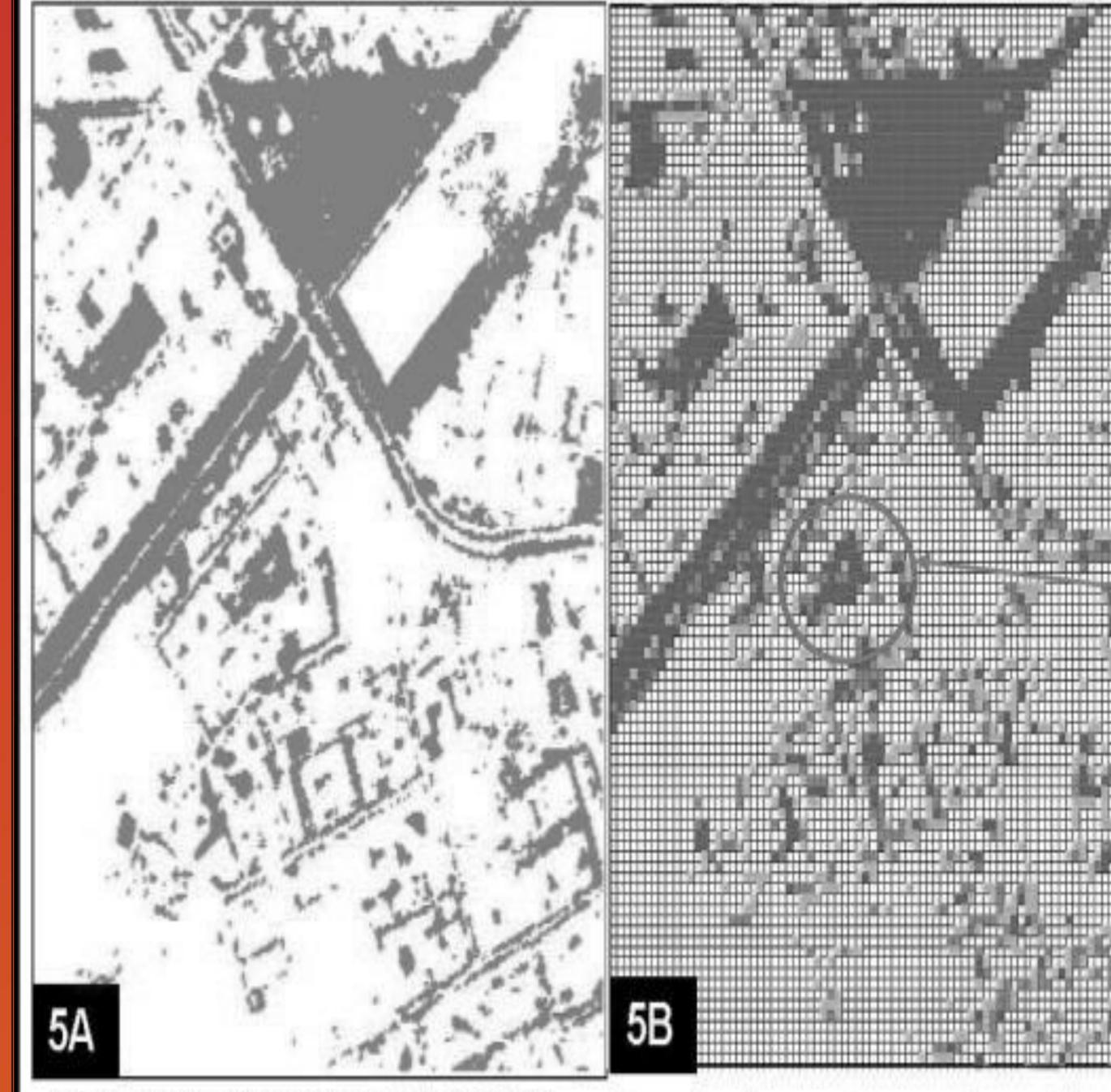
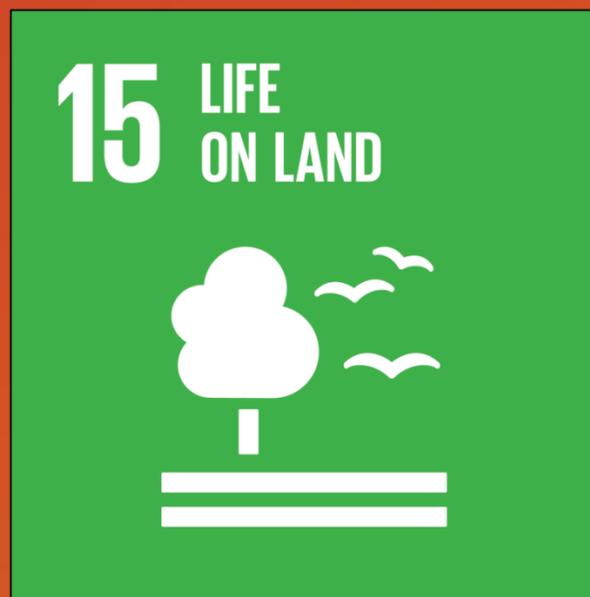
Fonte: WU, Jianguo. Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions. Landscape and urban planning, v. 125, p. 209-221, 2014.



# Urban Neighborhood Green Index - A measure of green spaces in urban areas

ARTIGO 02

Kshama gupta, Pramod kumar, s. k. pathan, k. p. sharma.



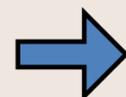
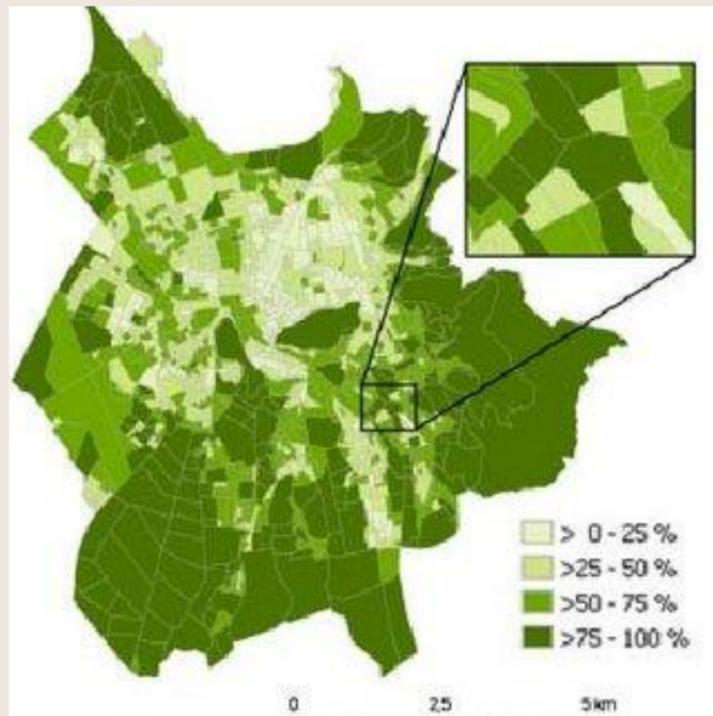
CONSTATAÇÃO:



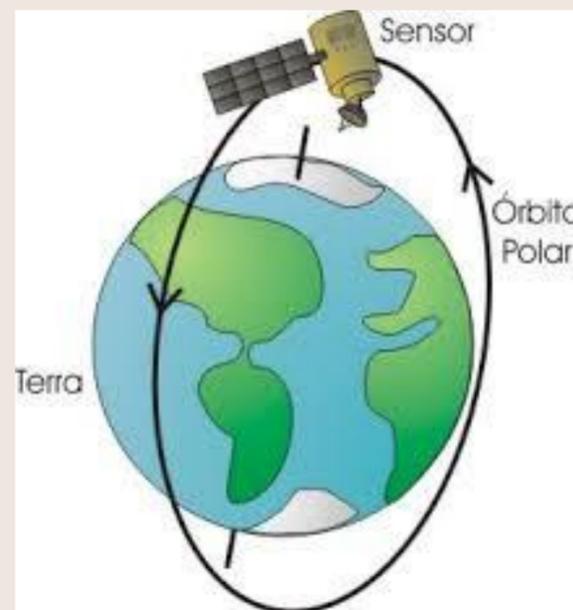
RESULTADO: O Índice Urbano de Vizinhança Verde (UNGI)



FUNDAMENTAÇÃO:

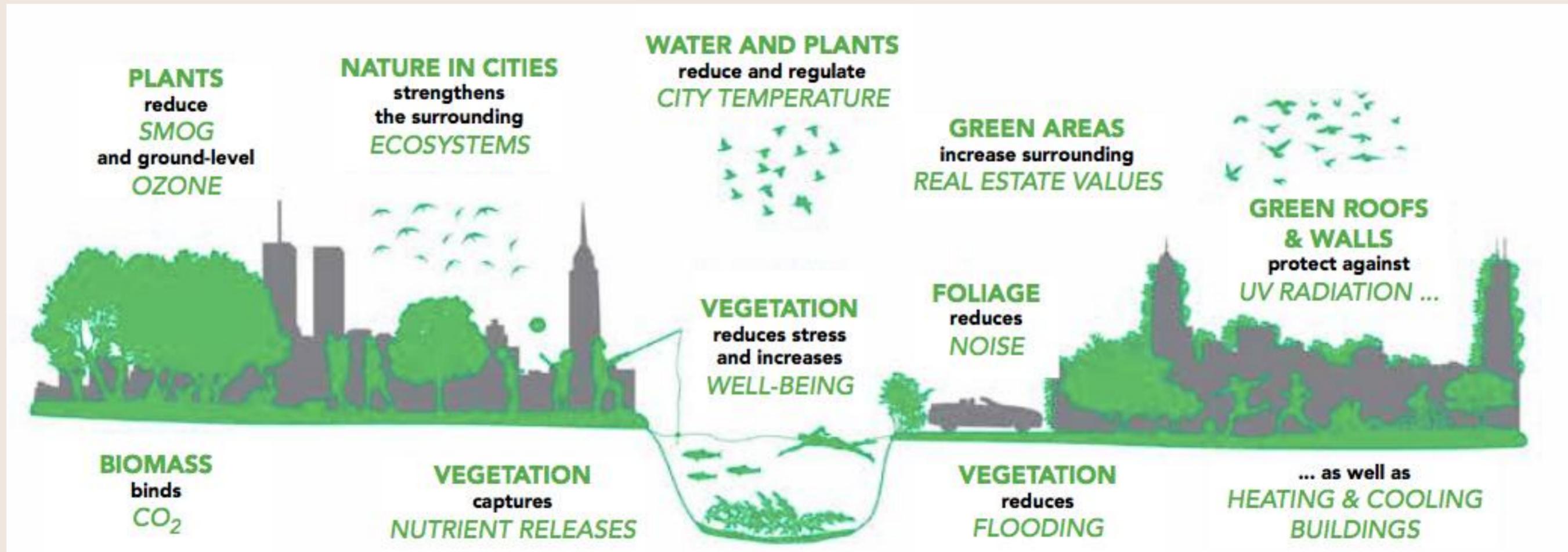


FOCO:



# INTRODUÇÃO

Apesar dos enormes benefícios dos UGS, a escassez de informações sobre sua quantidade e qualidade prejudica os planejadores responsáveis pelo seu gerenciamento;



Fonte: <https://www.cocity.se/om-oss/urban-ecosystem-services/>

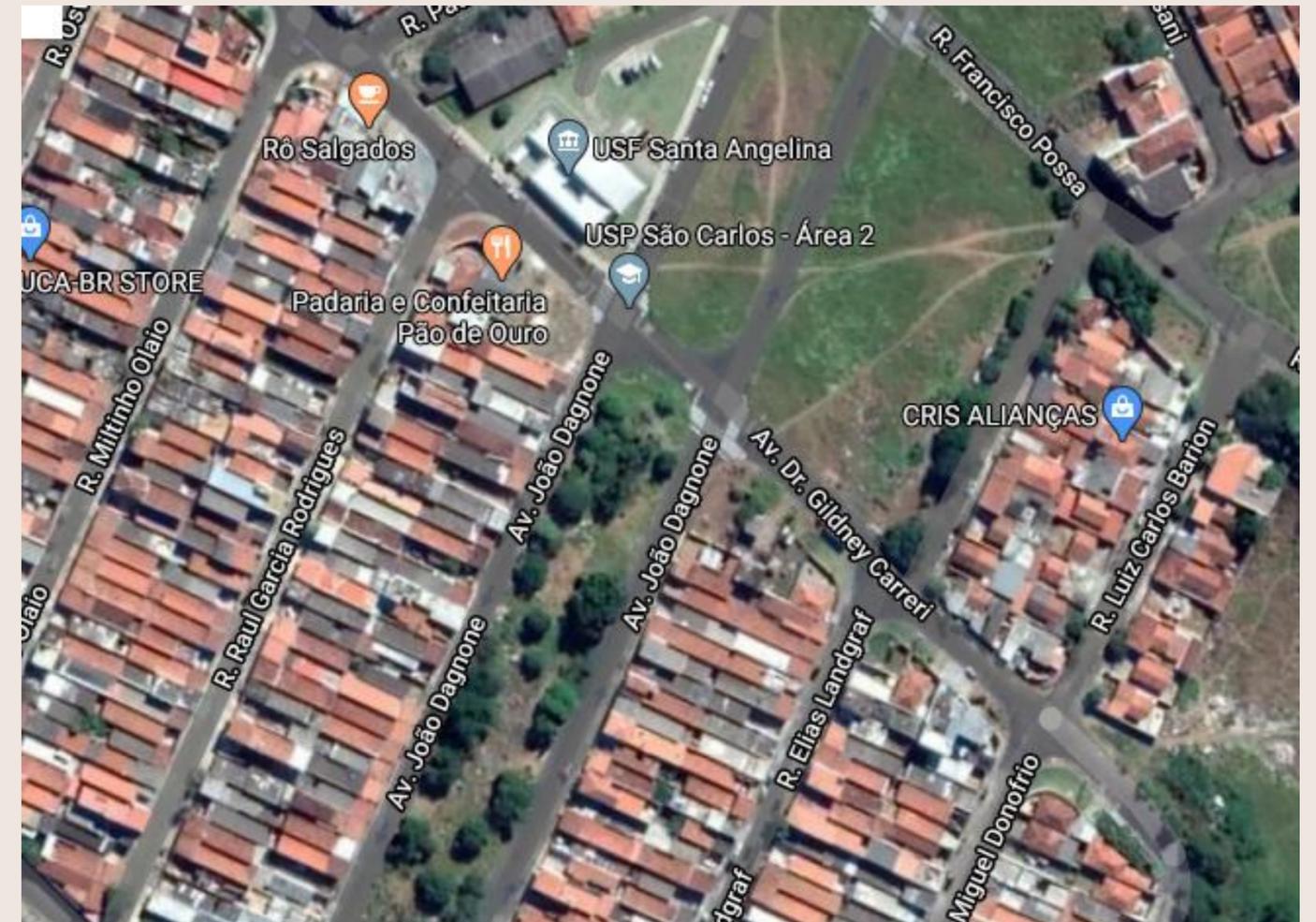


# ESTRUTURA CONCEITUAL

Medidas baseadas em áreas, como espaço verde per capita, são insuficientes para avaliar a distribuição e a qualidade dos espaços verdes, de acordo com as diferentes características da vizinhança;



OBJETIVO DO ESTUDO → desenvolver uma técnica / ferramenta simples para medir objetivamente a qualidade dos espaços verdes em bairros urbanos, utilizando a tecnologia de SR e Sistemas de Informação Geográfica (SIG);



# ÁREA DE ESTUDIO

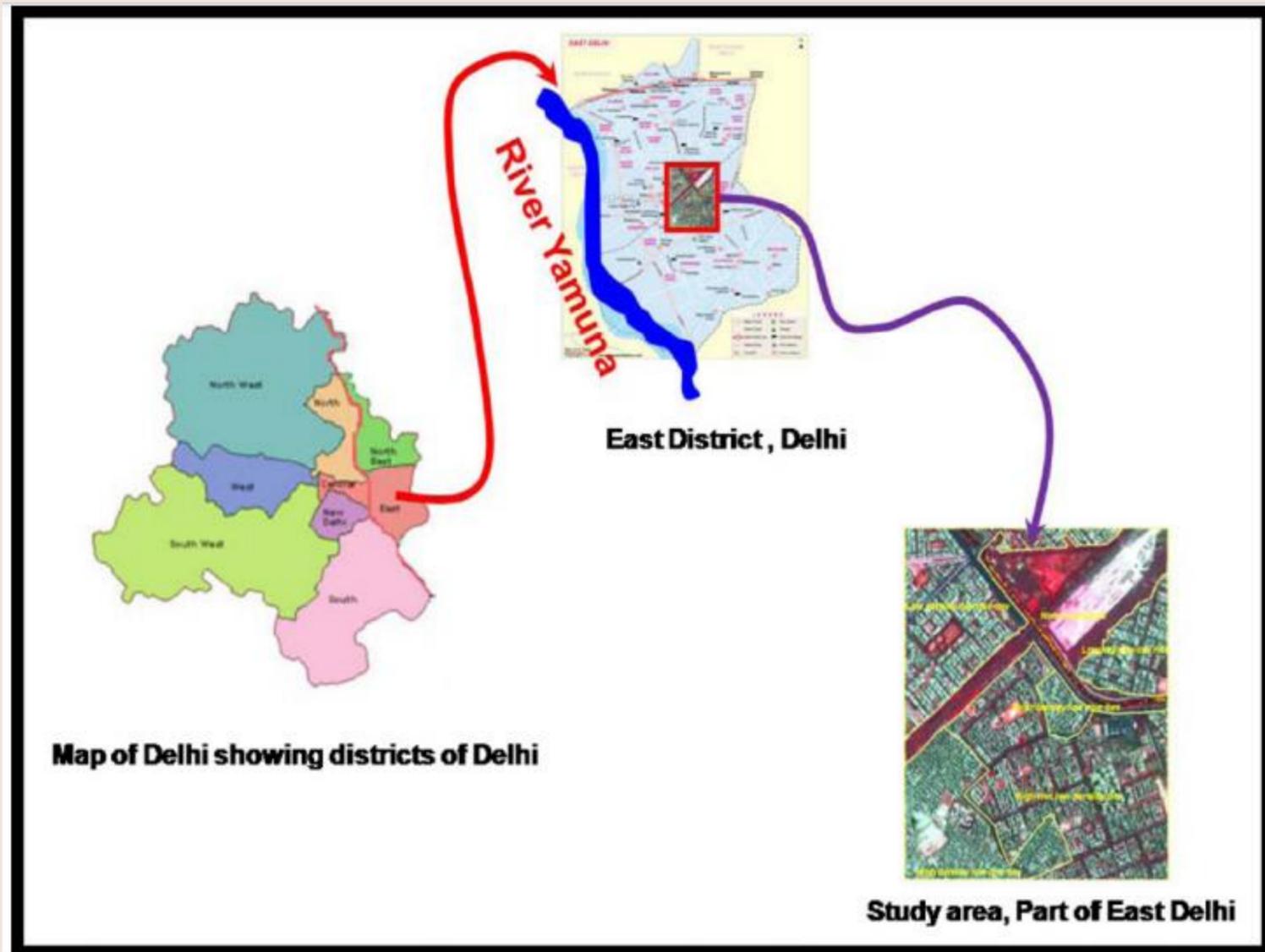


Fig. 1. Location map of study area.

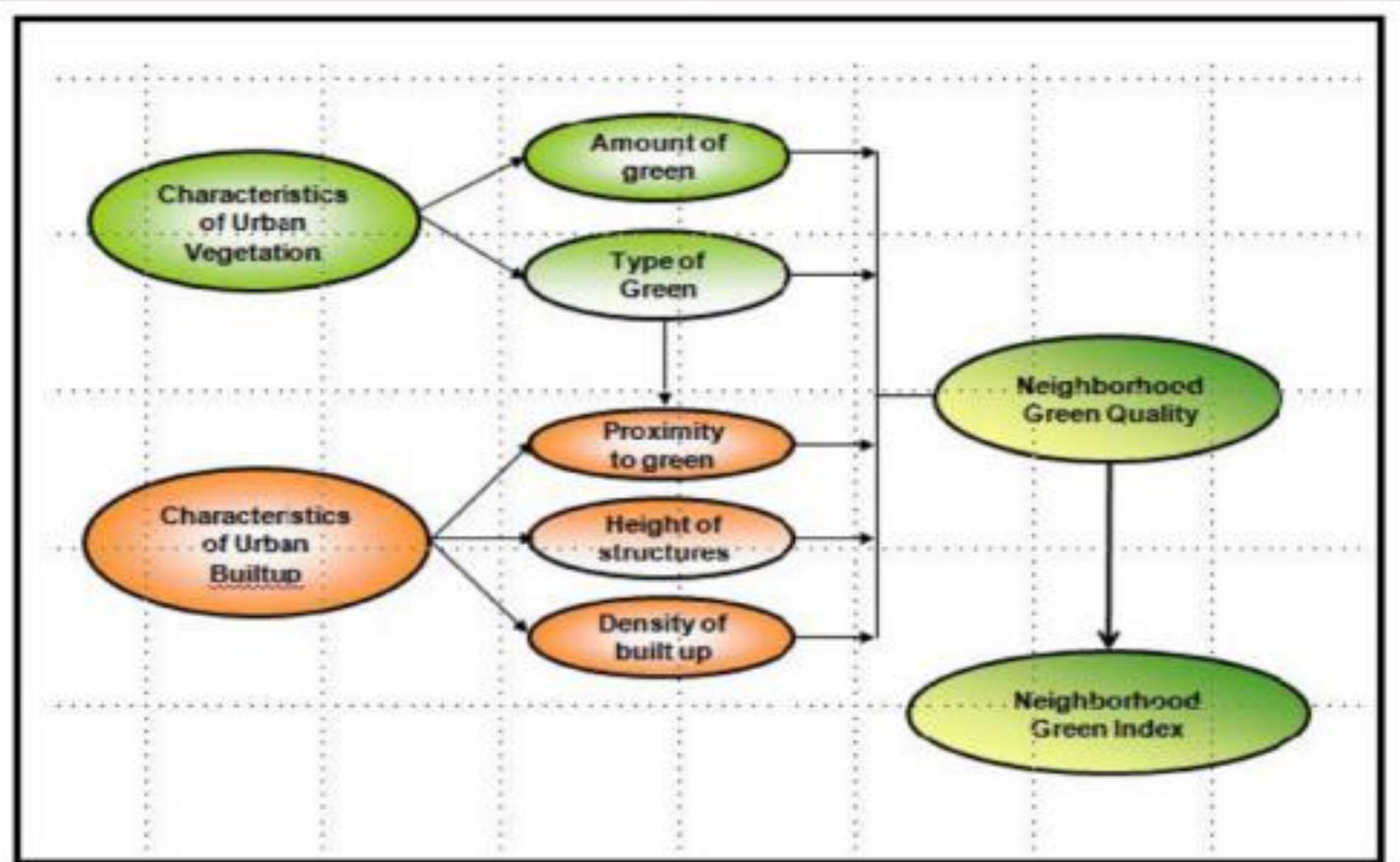


Fig. 2. Various neighborhood types.



# MODELO PROPOSTO

- O Bairro (NH) é definido como uma área de características homogêneas ou mesmas características, seja em termos de etnia, moradia, tipo de desenvolvimento, etc;
- O Índice Urbano de Vizinhança Verde (UNGI) avalia a distribuição espacial dos UGS nas proximidades das construções urbanas;



**Fig. 3.** Conceptual model for Urban Neighborhood Green Index (UNGI).



# METODOLOGIA

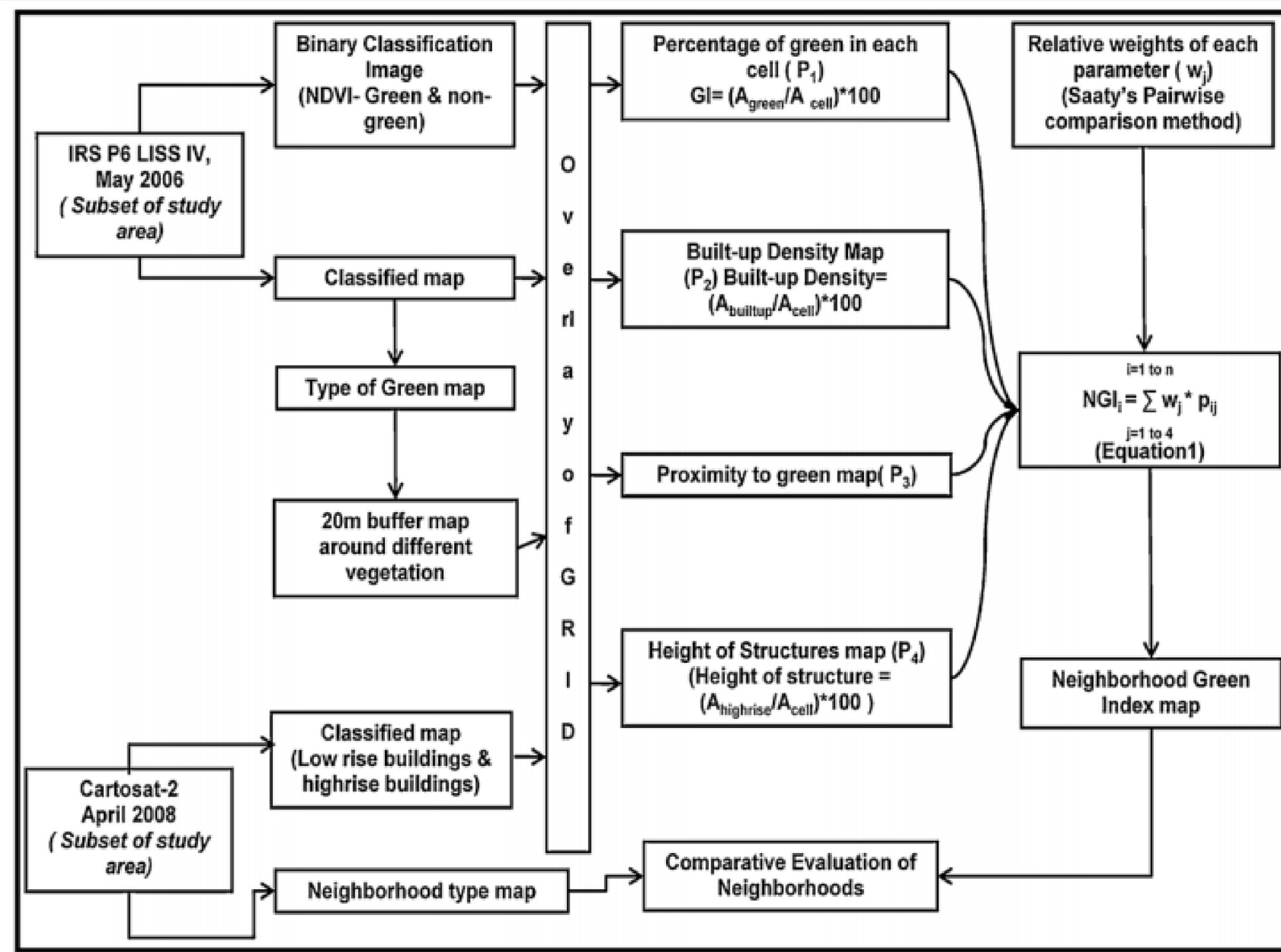


Fig. 4. Methodology chart.



# METODOLOGIA

**Table 1**

Various parameters and their scaling to measure quality of green.

S.no.	Parameter	Percentage	Value ( $p_j$ )	Quality classes
1.	Percentage of green in each cell	0-25	0.25	Low green quality
		25-50	0.5	Moderate green quality
		50-75	0.75	High green quality
		75-100	1.00	Very high green quality
2.	Proximity to green	>50% of area of cell in Buffer around Dense Vegetation	1.00	Very high green quality
		<50% and > 20% of area of cell in Buffer around Dense Vegetation	0.75	High green quality
		Buffer around Low/Grass vegetation	0.5	Moderate green quality
		Buffer around open spaces	0.25	Low green quality
		Other Area	0.25	Low green quality
3.	Density of built-up	0-25	1.00	Very high green quality
		25-50	0.75	High green quality
		50-75	0.5	Moderate green quality
		75-100	0.25	Low green quality
4.	Height of structures	0-25	1.00	Very high green quality
		25-50	0.75	High green quality
		50-75	0.5	Moderate green quality
		75-100	0.25	Low green quality



# RESULTADOS

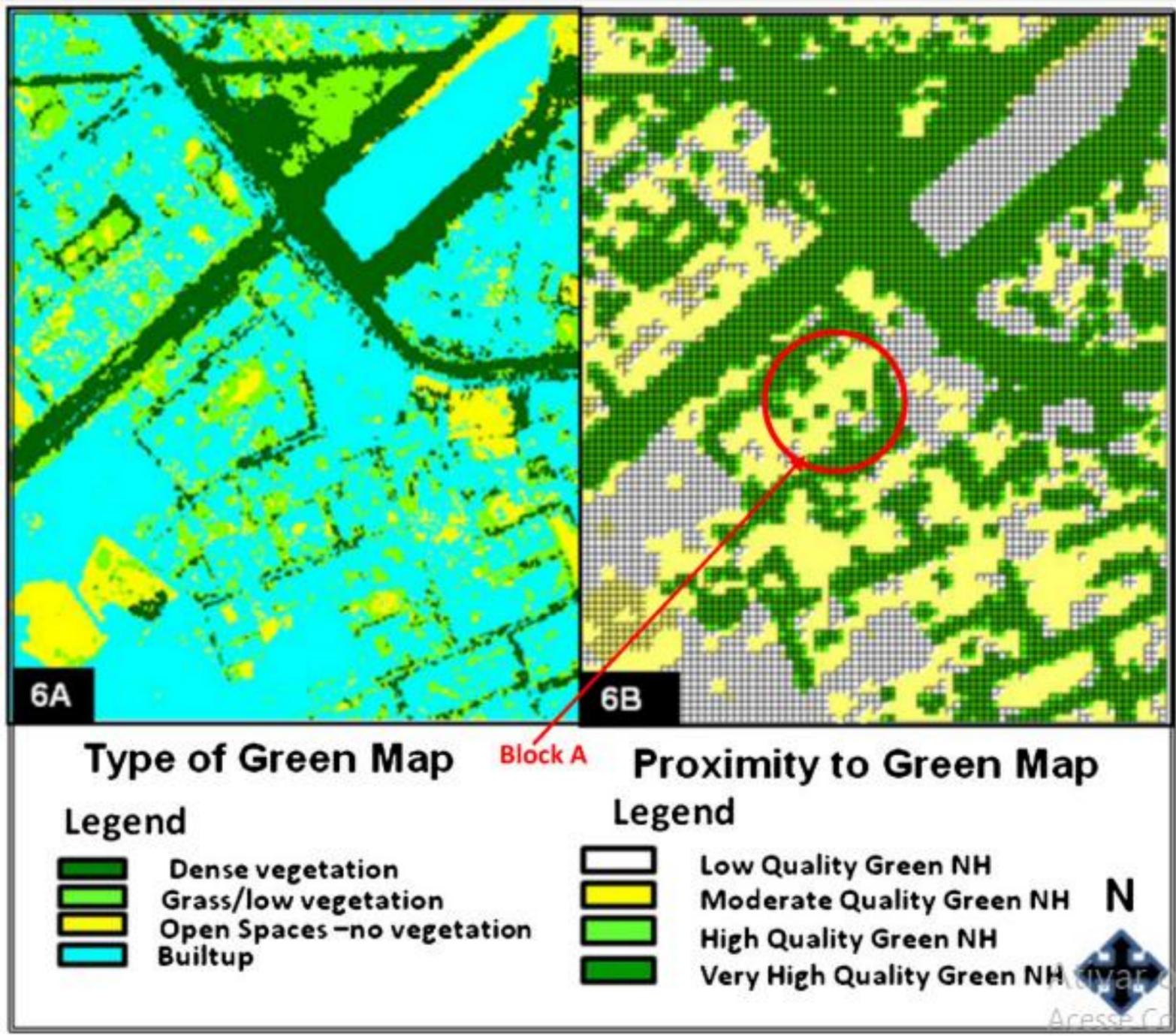


Fig. 6. Type of green map, proximity to green map.

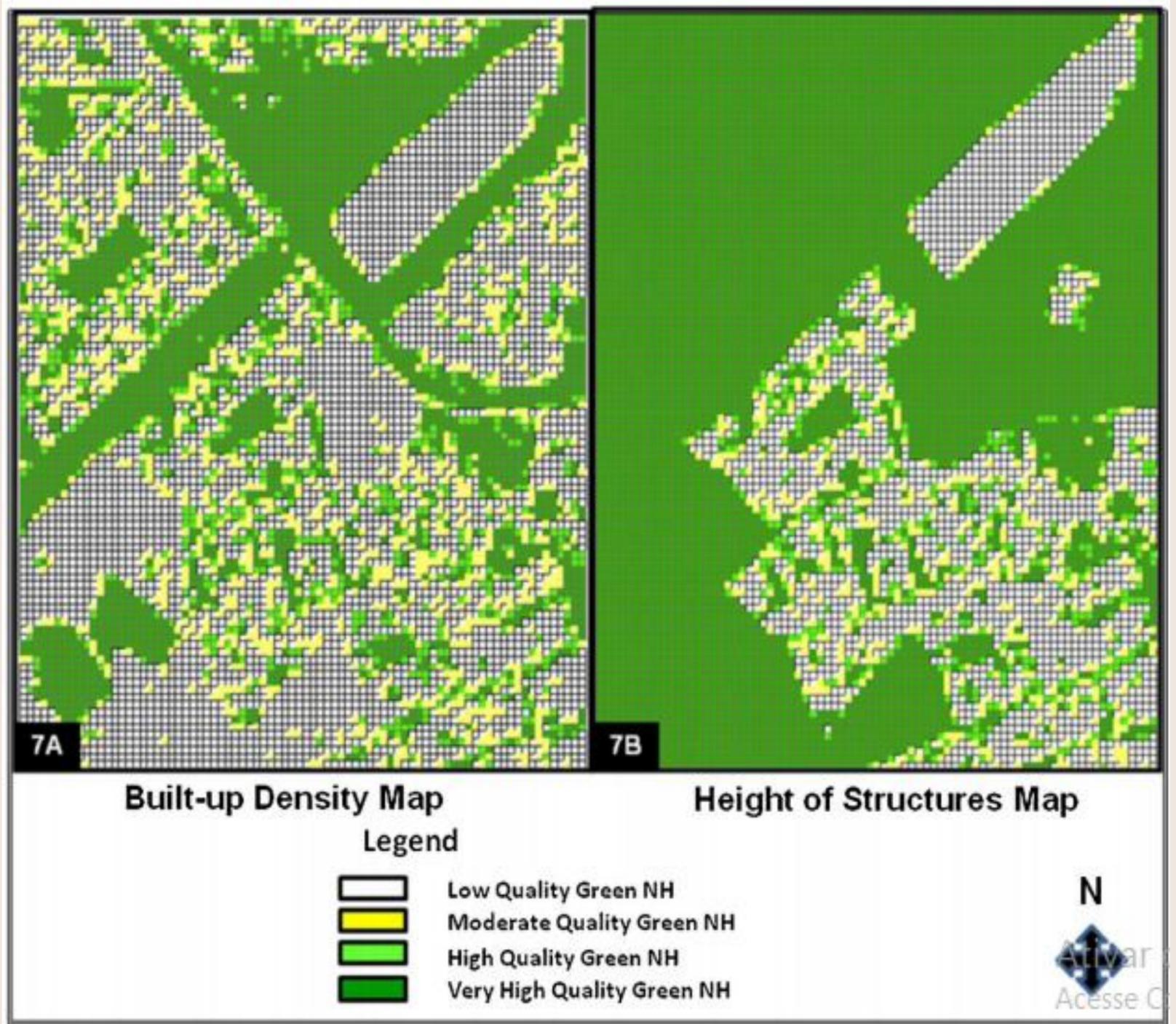


Fig. 7. Built-up density map, height of structures map.

# RESULTADOS

- O IG concentra-se apenas na porcentagem de verde na área urbana, mas o UNGI aborda a distribuição espacial do UGS e sua interligação com o acúmulo urbano;
- Em suma, a área com arranha-céus requer mais quantidades de espaços verdes de boa qualidade distribuídos adequadamente para ter a mesma qualidade ambiental do que a área que tem edifícios baixos, pois a densidade de pessoas que vivem na mesma área muda com a altura dos edifícios;

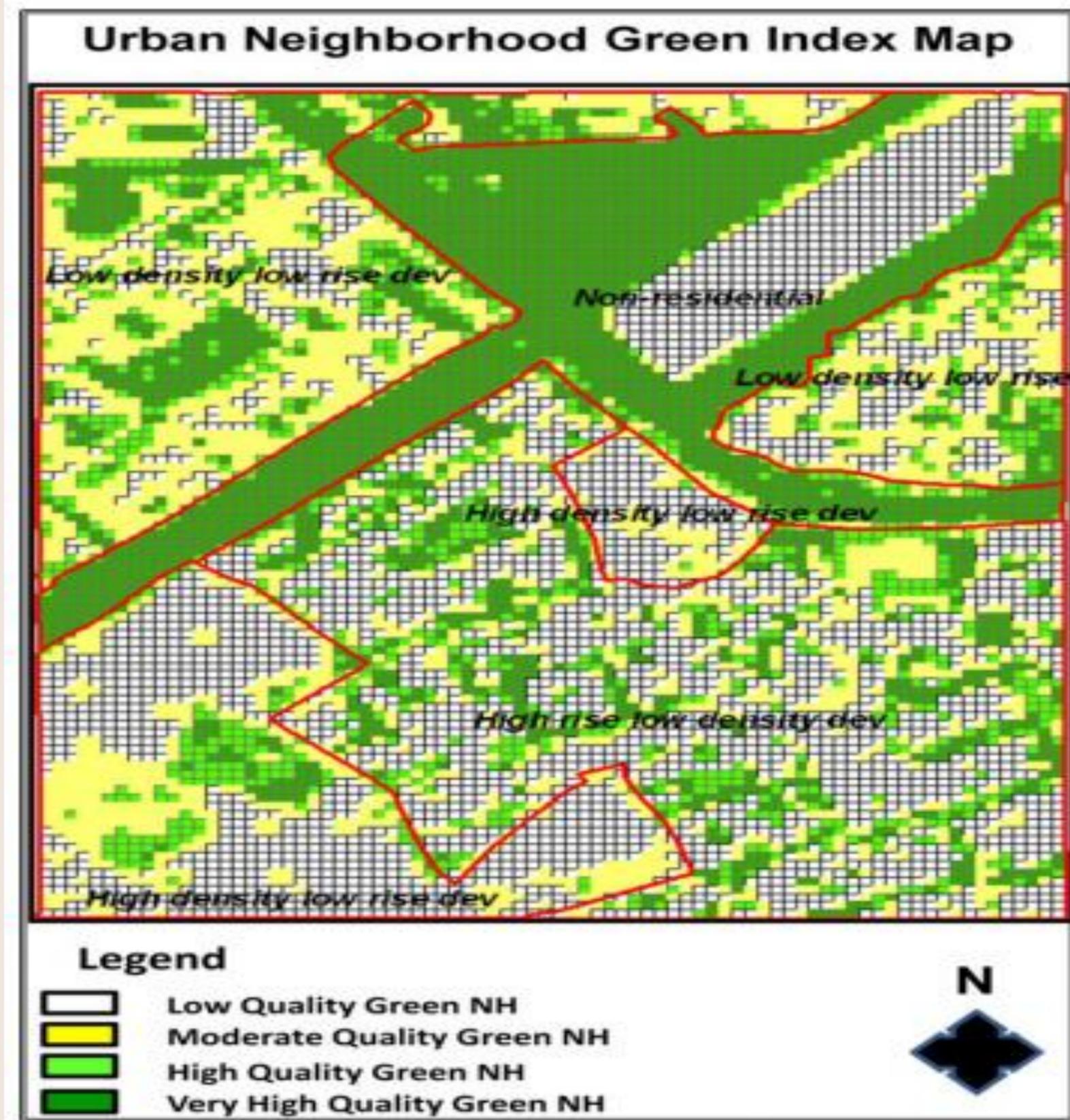


Fig. 8. Derived Urban Neighborhood Green Index Map.



# DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

- Em vez de apenas medir a porcentagem geral de verde, ou seja, IG, o UNGI reflete a importância da distribuição de áreas verdes em bairros e ambientes específicos. Ele também leva em consideração as características da vegetação urbana e da edificação;
- Como bairro é o nível de trabalho para a aplicação de estratégias de ecologização, a metodologia desenvolvida pode ajudar a identificar os bairros críticos, que por sua vez podem ser usados para identificar áreas de ação;
- O estudo demonstra que imagens de sensoriamento remoto acopladas ao SIG podem ser uma ferramenta valiosa para avaliar as estruturas verdes urbanas;
- A criação de novos espaços verdes em bairros urbanos já construídos representa um desafio a longo prazo para os planejadores;



# Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure

ARTIGO 03

M. Demuzere <sup>a</sup>, K. Orru <sup>b, c, \*</sup>, O. Heidrich <sup>d</sup>, E. Olazabal <sup>e, j</sup>, D. Geneletti <sup>f</sup>, H. Orru <sup>g, h</sup>,  
A.G. Bhawe <sup>i</sup>, N. Mittal <sup>i</sup>, E. Feliu <sup>e</sup>, M. Faehnle

# INFRAESTRUTURA VERDE

## Definições:

- Hibridação de sistemas humanos construídos com sistemas naturais
- Objetivo de reduzir os efeitos das mudanças climáticas
- Por meio da Mitigação e Adaptação dos eventos ocasionados pelas mudanças



# INFRAESTRUTURA VERDE

São intervenções físicas a fim de reduzir os impactos URBANOS oriundos de mudanças climáticas

Diferentes escalas de intervenção:

1. Cidade;
2. Bairro;
3. Locais pontuais específicos.



# BENEFÍCIOS FÍSICOS

## 1. Redução de Emissão de CO2

Florestação;

Concreto;

Biomassa.

## 2. Conforto Térmico e uso reduzido da energia

Temperatura de superfície – 10%;

Redução do consumo de energia – Tel Aviv e

Singapura;

Telhados e Paredes Verdes.



# BENEFÍCIOS FÍSICOS

## 3. Inundações e Qualidade de Água

Solos de alta capacidade de infiltração;

Áreas verdes em bacias

## 4. Qualidade do Ar

Vergetação urbana e reduções de carbono preto.



# BENEFÍCIOS PSICOLÓGICOS E SOCIAIS



## 1. de Saúde e Restauradores

- Participação popular em atividades físicas e recreativas (walking and biking);

## 2. Sociais e de Enfrentamento

- Noção de civilidade e sentimento de propriedade ao redor – responsabilidade e cuidado

## 3. Educação

- Ignorância
- Incerteza
- Habito



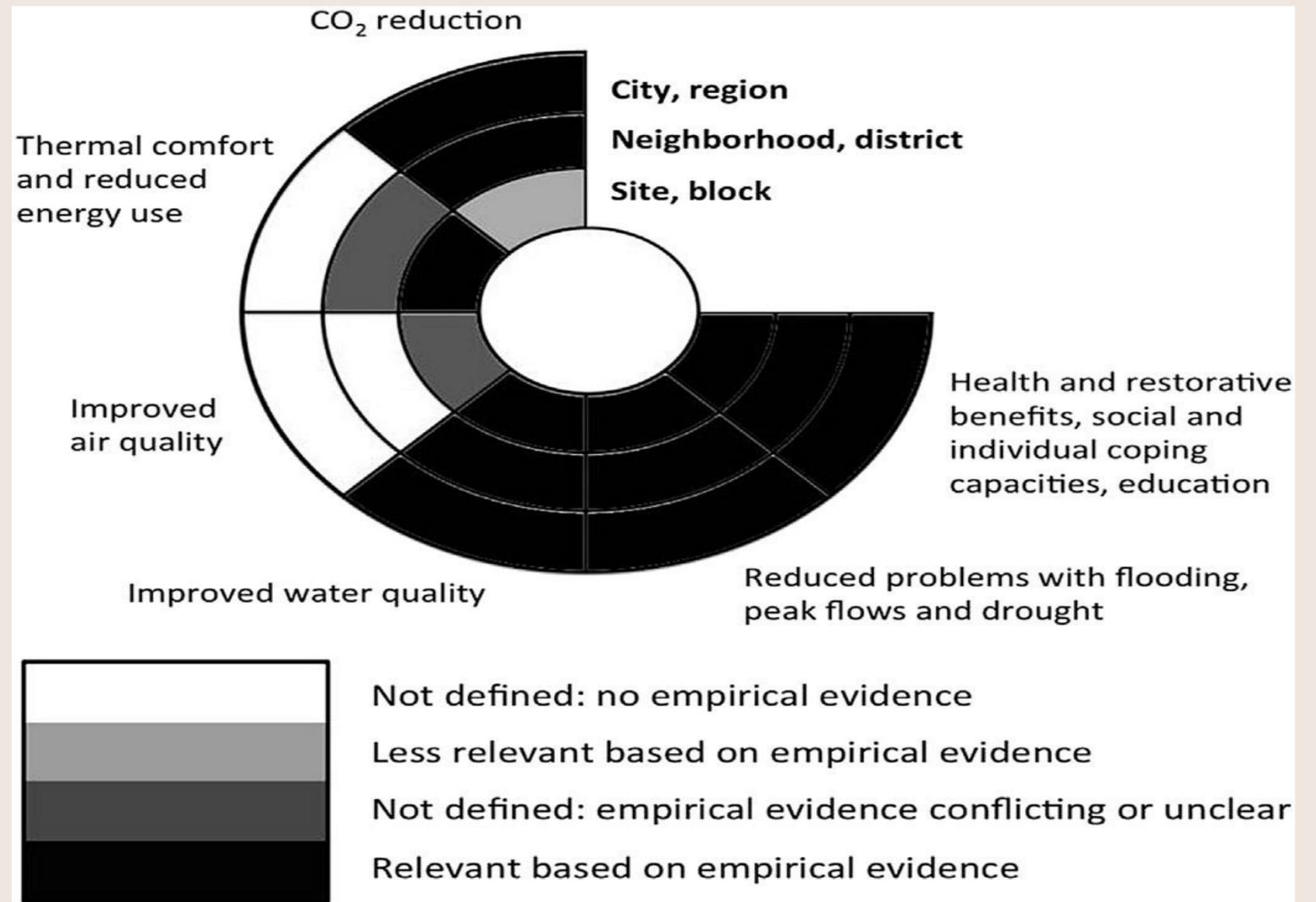
Dificuldade de Tomada de Decisões

# IMPORTANCIA DA ESCALA

Escalas de intervenção – chave para a efetividade

1. Benefícios psicológicos em menores escalas (classe econômica);

1. Conforto térmico - Escalas menores



# CONCLUSÃO

1. Captação e diminuição de CO2 e intervenções verdes – conforto térmico nas cidades;
2. Absorção de poluentes de ar pela infraestrutura verde;
3. Promoção da saúde e bem estar populacional;
4. Divisão de espaços e locais para a intervenção.



# Sustainable Drainage Systems for transitioning to sustainable urban flood management in the European Union: A review

ARTIGO EXTRA

Marc Gimenez-Maranges\*, Jürgen Breuste, Angela Hof

# SISTEMA DE DRENAGEM URBANA

Conjuntos de sistemas para o escoamento da água pluvial para locais de preferência;

Em sustentabilidade, sistema para adaptar dois fenômenos naturais de inundação:

1. Transbordamento dos cursos d'água;
2. Gerações de água pluvial durante o processo de precipitação

# SISTEMA DE DRENAGEM URBANA

A urbanização como precursor da impermeabilidade do solo;

Quebra do ciclo hidrológico: infiltração, retenção e evapotranspiração;

Consequências:

1. altos picos de fluxo;
2. grandes volumes e velocidade de escoamento;
3. alta frequência de inundação

# SUDS - SISTEMAS DE DRENAGEM SUSTENTAVEL

Necessidade de “sistemas sociotécnicos”:  
dimensão social do processo de transformação e inovações técnicas (Geels, 2004) na correlação de atores, instituições e tecnologia.

Sistemas acima do solo ( Wahl, 2009 ), através dos quais processos naturais são simulados para lidar com possíveis eventos de inundação na fonte, local ou nível regional.

# CASO NA UNIÃO EUROPEIA

Capacidade do SuDS de reduzir o volume e os picos de escoamento superficial em vários contextos e climas urbanos;

Principais Intervenções:

1. Telhados verdes: a retenção média de escoamento foi de 51,9% e 70% a 80% para os telhados verdes em Bolonha (Itália) ( Cipolla et al., 2016a ) e Wroclaw (Polônia) ( Burszta-Adamiak e Mrowiec, 2013 ), respectivamente. A redução média do escoamento anual em Odense e Copenhague foi de 43% a 68% (Dinamarca) ( Locatelli et al., 2014 ).

# CASO NA UNIÃO EUROPEIA

Principais Intervenções:

2. Pavimentos permeáveis: Uma simulação de pavimentos permeáveis em uma bacia urbana de Espoo (Finlândia) sugeriu uma redução média do escoamento superficial de 40% a 50% ( Jato-Espino et al., 2016 ).

# CONSIDERAÇÕES ESTRUTURAIS

1. A permeabilidade do subsolo ( Bockhorn et al., 2015 );
2. as condições da água subterrânea, pois as soluções baseadas em infiltração são problemáticas se o lençol freático estiver próximo da superfície ( Roldin et al., 2012 );
3. a intensidade, duração e frequência das chuvas ( Locatelli et al., 2014 ; Rodríguez-Sinobas et al., 2018 );
4. urbanização ( Semadeni-Davies et al., 2008 ).
5. tipo de SuDS adotado
6. tipo de tarefas de manutenção realizadas (por exemplo, aspirar em pavimentos permeáveis) ( Winston et al., 2016 );
7. material de enchimento utilizado e o grau de compactação do subsolo ( Cipolla et al., 2016b );
8. armazenamento disponível, declividade e tipologia de vegetação (por exemplo, gramíneas) usadas em telhados verdes ( Burszta-Adamiak e Mrowiec, 2013 ; Locatelli et al., 2014 ).

# CONSIDERAÇÕES ESTRUTURAIS

## 1. Considerações em sistema

Aplicabilidade no local;

Resultados experimentais – idealização de laboratório;

Limitação a soluções tecnológicas: telhados verdes e pavimento permeável

Adequação em sistema de drenagem existente;

Engajamento dos Atores Sociais.

## 2. Vantagens:

Diminuição da velocidade e volume do escoamento superficial;

Aumento do bem estar na melhoria da qualidade da água;

Aumento da biodiversidade urbana

Captura de CO<sub>2</sub>

# Gestão de Resíduos Sólidos:

Systems approaches to  
integrated solid waste  
management in developing  
countries

ARTIGO 04

Kshama gupta, Pramod kumar, s. k. pathan, k. p. sharma.

# Gestão de Resíduos Sólidos:

Solid waste management  
challenges for cities in  
developing countries

ARTIGO 05

Kshama gupta, Pramod kumar, s. k. pathan, k. p. sharma.

# Gestão de Resíduos Sólidos:

Current and future environmental

impact of household solid waste

management scenarios for a region of

Brazil: carbon dioxide and energy

analysis

ARTIGO 06

Kshama gupta, Pramod kumar, s. k. pathan, k. p. sharma.

# INTRODUÇÃO

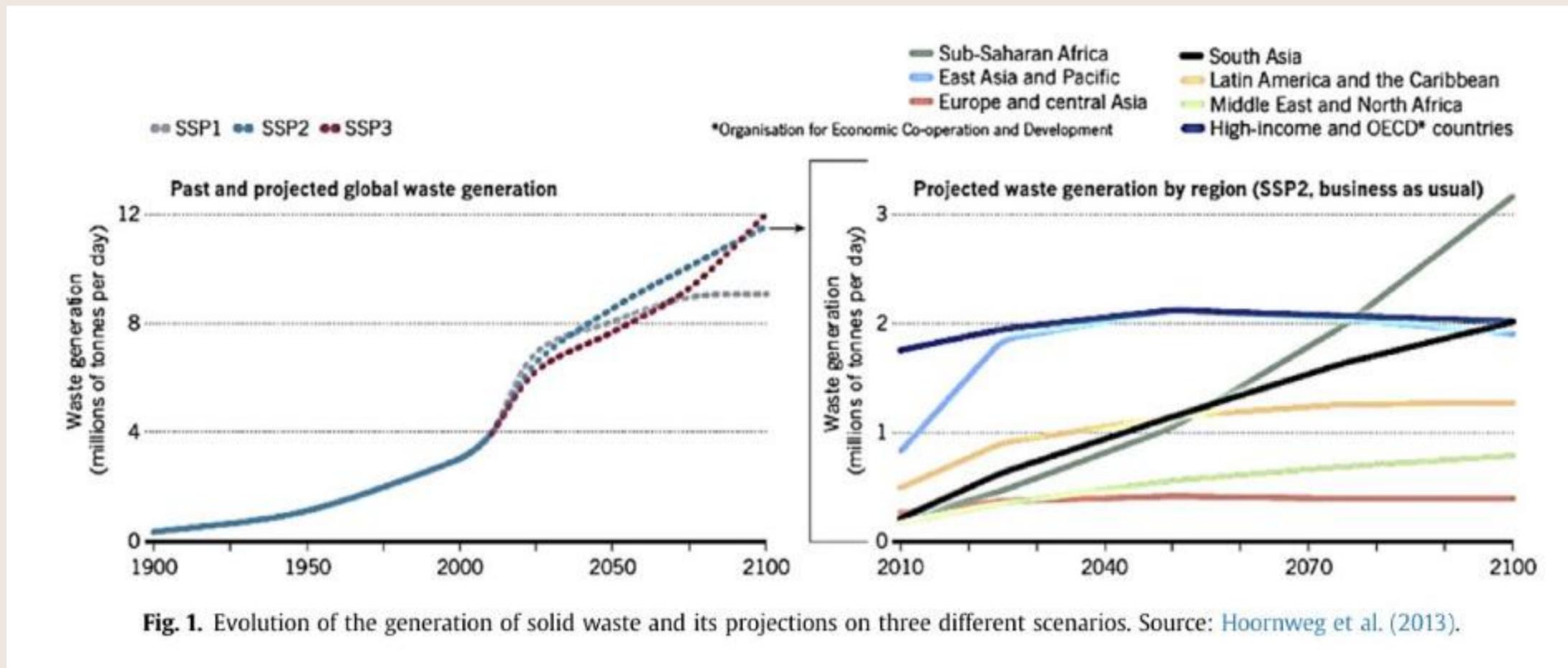
O que é Gestão de Resíduos Sólidos (GRS)?

É o termo utilizado para se referir ao processo de coleta e tratamento de resíduos sólidos. Esse processo visa atender questões de saúde, ambientais, beleza, uso do solo, recursos e preocupações econômicas associadas ao descarte impróprio.



# PANORAMA

- Alto crescimento das cidades de países em desenvolvimento traz o aumento do consumo e conseqüentemente o aumento da produção de lixo.
- Muitos desses países enfrentam dificuldades com o manejo de resíduos sólidos afetando questões ambientais, saúde pública e econômicas.



Cenários:  
SSP1: cenário com 90% da população mundial (7 bi) residindo em cidades .  
SSP2: 9.5 bilhões de pessoas e 80% destas morando em cidades  
SSP3: 13.5 bilhões de pessoas e 70% destas morando em cidades.



# FATORES DE INFLUENCIA

Segundo Sujuddin et al. (2008) a geração de resíduos é influenciada pelo tamanho da família, escolaridade e renda mensal: de maneira geral, quanto menores as famílias, maiores os graus de escolaridade e renda mensal, menor o volume de lixo, maior a separação e melhor o tratamento do lixo será:

1. Coleta adequada e planejada dos resíduos.
2. O desconhecimento das autoridades pelos sistemas de tratamento é um fator que afeta o tratamento de resíduos.
3. Fornecimento inadequado de recipientes de lixo
4. Recursos financeiros insuficientes limitam o descarte seguro de resíduos em aterros.



# PAÍSES DESENVOLVIDOS

- Mecanismos históricos impulsionaram a evolução da GRS em países desenvolvidos (Revolução Sanitária, Pós Segunda Guerra Mundial);
- O progresso da GRS foi conduzido por cinco princípios fatores comuns: saúde pública, meio ambiente, escassez de recursos e valor do desperdício, mudanças climáticas e conscientização e participação do público participação (ver Figura a seguir).
- Experiência com a modernização da GRS (controle de aterros e descartes, aumento técnico \*compactação, retrofit de incineradores, compostagem, aproveitamento dos gases e etc\*
- Preocupação e conscientização do público também atuaram como impulsionadores do GRS: Atitude "Não no meu quintal", ou NIMBY - Not in my backyard.





# PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

Rápida urbanização, alta desigualdade e luta pelo crescimento econômico; diferentes políticas, situação socioeconômicas; questões de governança, institucionais e de responsabilidade.

A falta de democracia, estrutura e competência do governo cria barreiras para uma GRS adequado. A a tomada de decisão é baseada nos interesses de seus partidos (*apud* Henry et al., 2006; Zurbruegg, 2003).

Nos países de baixa renda, 80 a 90% do orçamento (de GRS) é gasto em serviços de coleta enquanto em países de alta renda é gasto menos de 10% (*apud* Memon, 2010).

- Falta de conhecimento técnico por parte das instituições responsáveis pelo GRS.
- Falta de infraestrutura e planejamento.
- Pouca ou nenhuma interligação com entre os “stackholders”



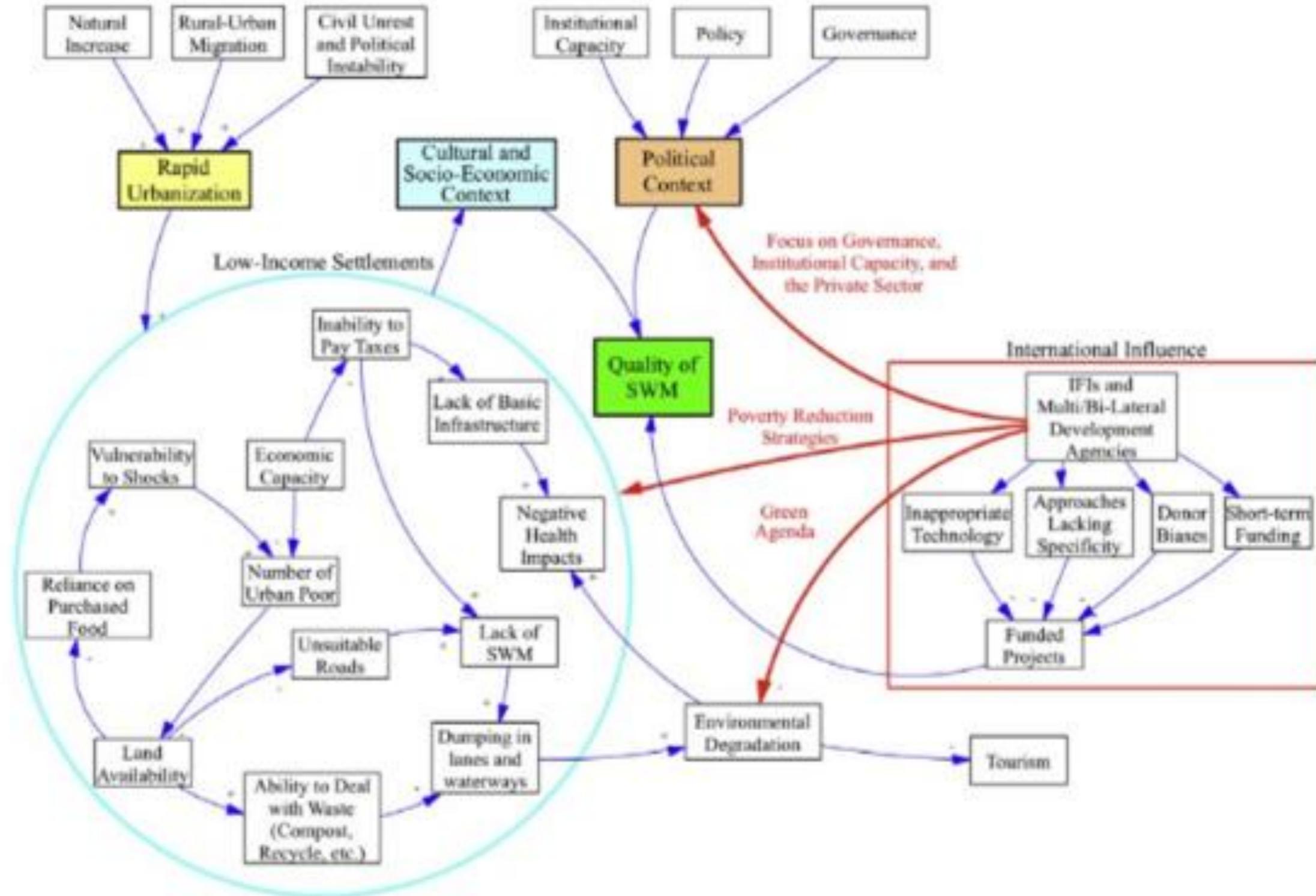
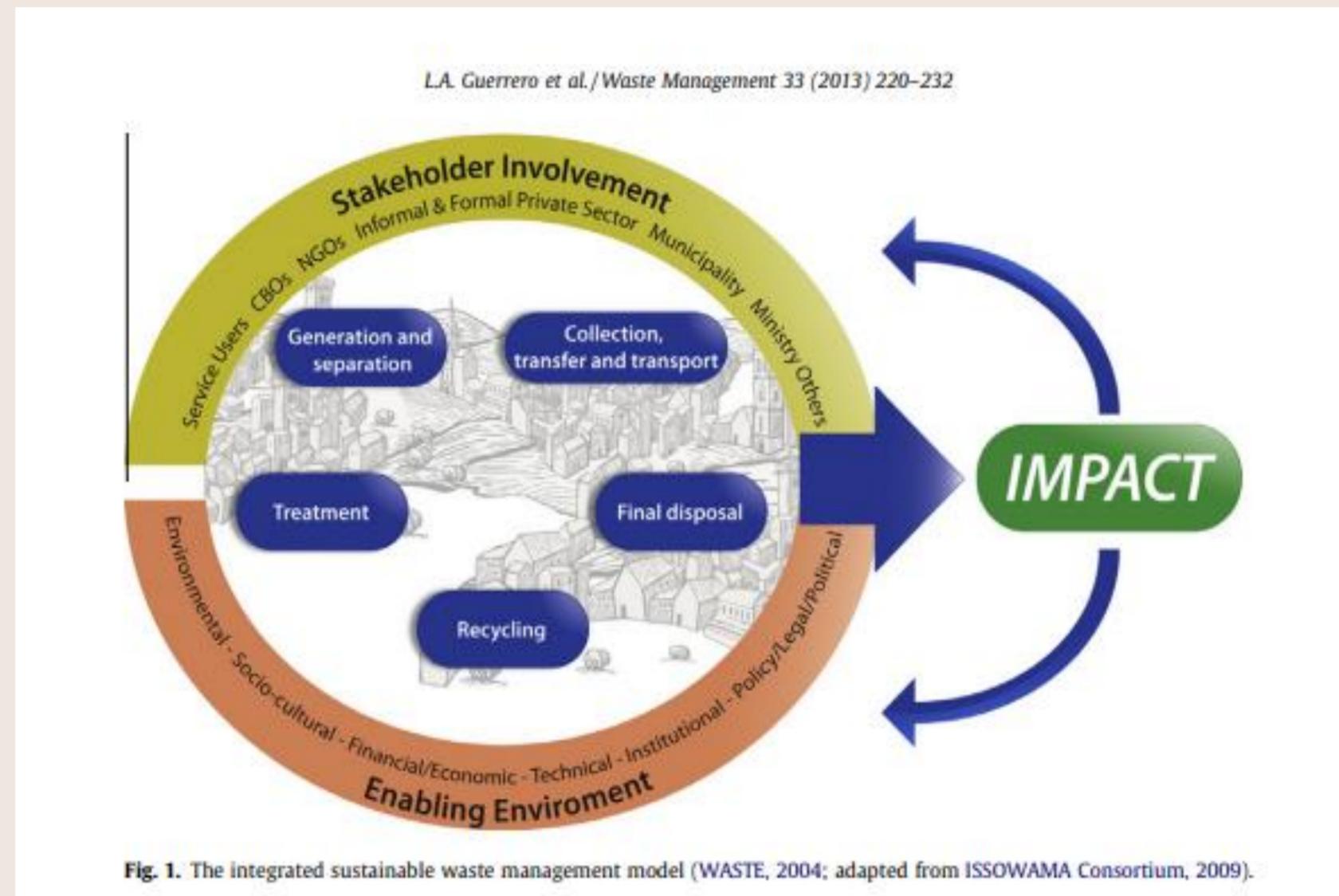


Fig. 3. Developing country SWM context.

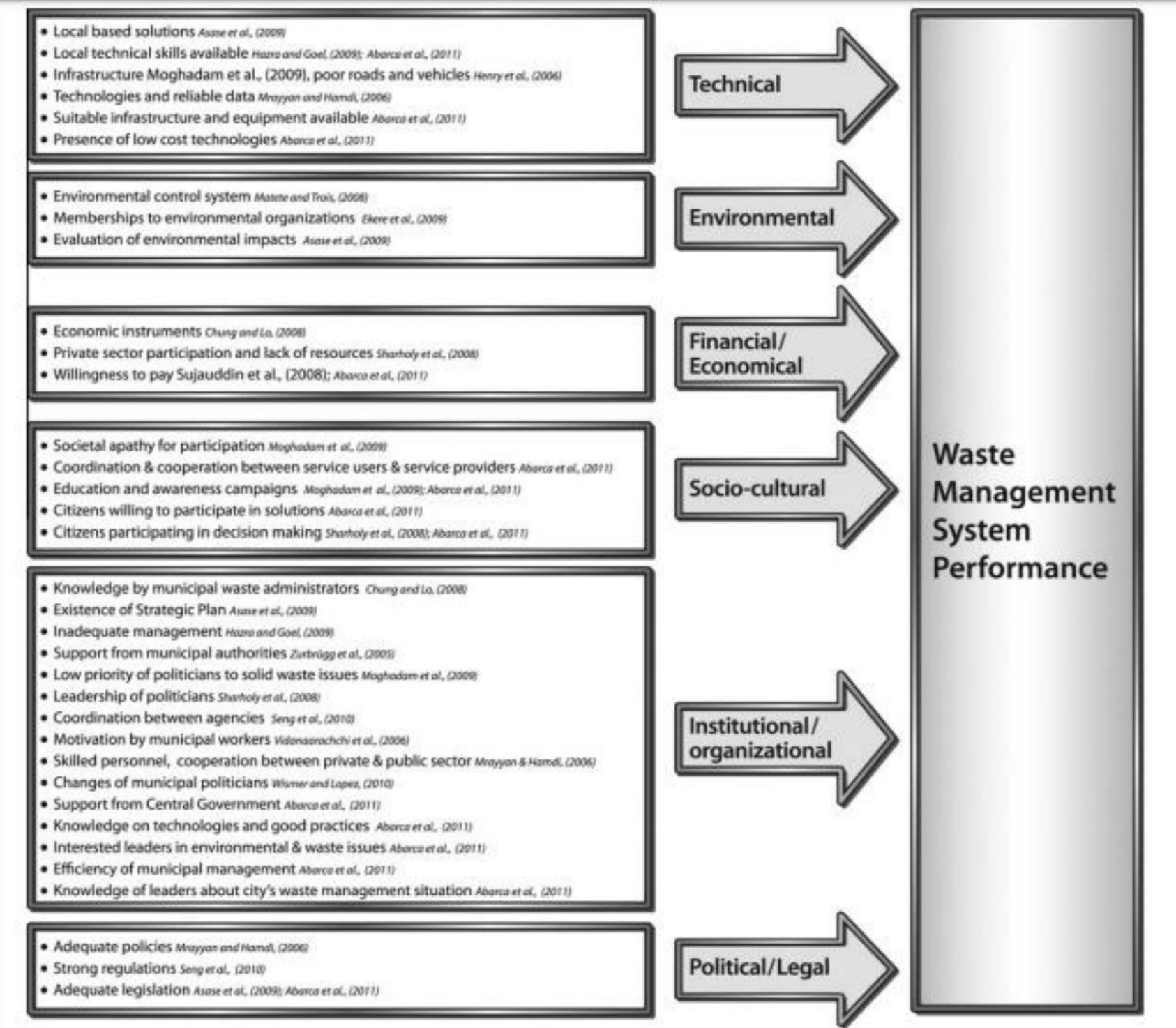


# GESTÃO INTEGRADA

- O Modelo de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (ISWM) é um modelo que permite estudos de sistemas complexos e multidimensionais de maneira integral.



# FATORES DE DESEMPENHO



# CORRELAÇÃO

“Os padrões GRS dos países desenvolvidos precisam ser adaptados às realidades dos países em desenvolvimento levando em consideração suas particularidades econômicas, sociais e culturais para alcançar êxito.”



# NO BRASIL

- No Brasil, é controlada com a Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010, regulamentada pelo Decreto 7404, de 23 de dezembro de 2010.
- Política Nacional de Resíduos Sólidos (NPSW) permitiu novas oportunidades de negócios (apud Almeida Júnior et al., 2012) e lições que melhoram os serviços e possibilitam ações amigáveis ao meio ambiente (apud Jabbour et al., 2014).



# NO BRASIL

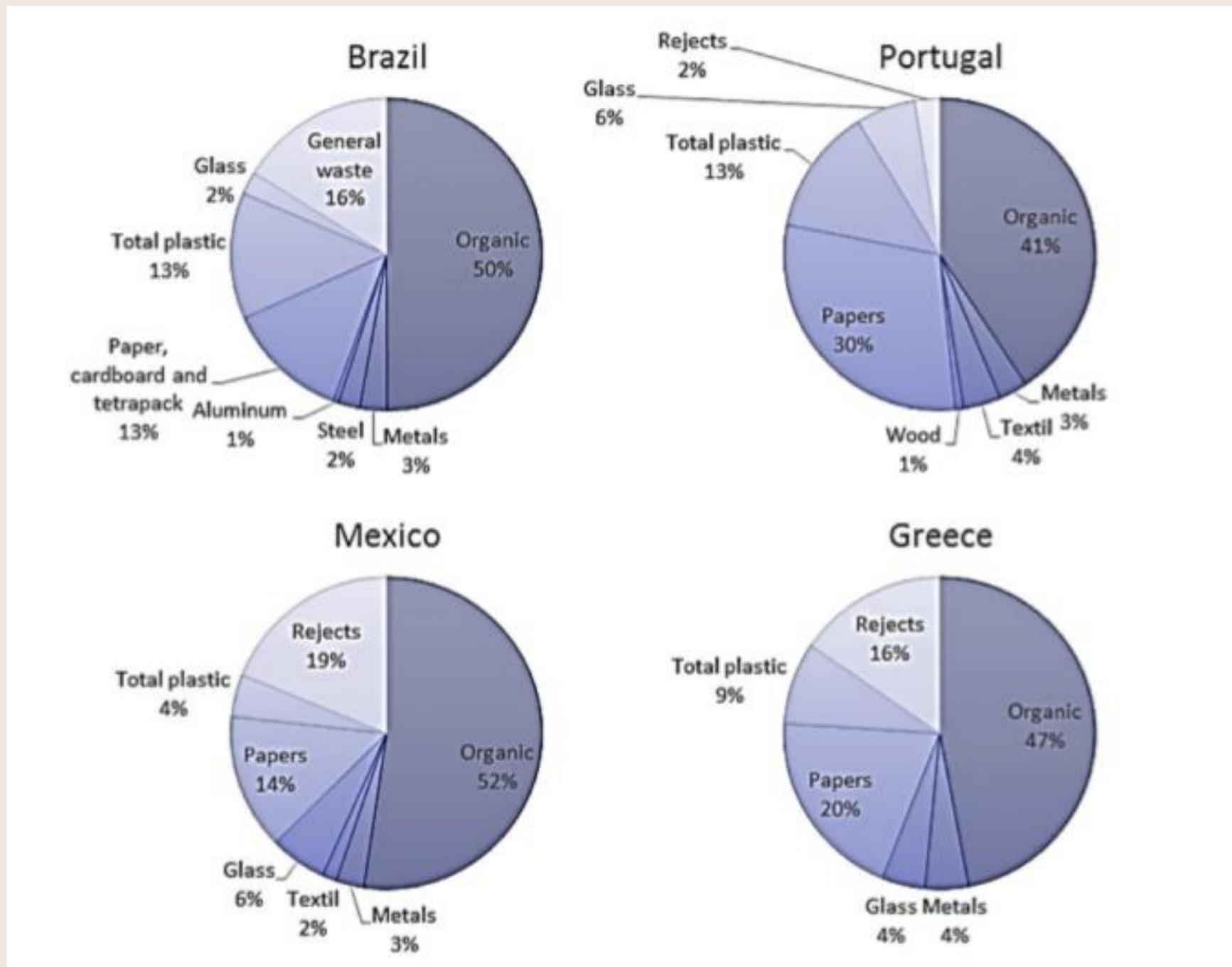
Cenário Brasileiro (tendência, tratamento e depósito, PNRS...)

- 51,4% de resíduos sólidos urbanos no Brasil é composta de matéria orgânica
- Compostagem raramente é usada como tecnologia de tratamento. Em 2008, apenas 3,8% dos municípios brasileiros tinham acesso a usinas de compostagem e cerca de 11,6% dos municípios destinavam os resíduos sólidos urbanos a usinas de reciclagem.
- No Brasil, a quantidade de resíduos coletados aumentou de 149.094,30 (t / dia) em 2000 para 183.481,50 (t / dia) em 2008 (Ministério do Meio Ambiente, 2012). E em 2019 (Agência Brasil) aumentou para 199.178,08 (t/dia).



# NO BRASIL

Cenário Brasileiro (tendência, tratamento e depósito, PNRs...)



# NO BRASIL

Cenário Brasileiro (tendência, tratamento e depósito, PNRS...)

**Table 1**  
Disposal of municipal solid waste by number of municipalities.

Final destination	Number of municipalities		Percentage of municipalities	
	2000	2008	2000	2008
Sanitary landfill	810	1540	14.5	27.7
Controlled landfill	1074	1254	19.3	22.5
Open dumps	3763	2810	54.61	50.5
Composting plants	157	211	2.8	3.8
Recycling plants	248	643	4.5	11.6
Incineration plants	176	134	3.2	0.6
Dumping in wetlands	33	14	0.6	0.3
Not fixed places	109	–	2	–
Others	43	134	0.8	2.4
Total	5565	5565	–	–

Source: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2012).

**Table 2**  
Daily amount of solid waste destined to different forms of final destination.

Final destination	2000		2008	
	Quantity (ton/day)	%	Quantity (ton/day)	%
Sanitary landfill	49,614.50	35.4	110,044.40	58.3
Controlled landfill	33,854.30	24.2	36,673.20	19.4
Open dumps	45,484.70	32.5	37,360.80	19.8
Composting plants	6364.50	4.5	1519.50	0.8
Recycling plants	2158.10	1.5	2592.00	1.4
Incineration plants	483.10	0.3	64.80	<0.1
Dumping in wetlands	228.10	0.2	35.00	<0.1
Not fixed places	877.30	0.6	–	–
Others	1015.10	0.7	525.20	0.3
Total	140,080.70	–	188,814.90	–

Source: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2012).



# SUGESTÃO PARA EFETIVAÇÃO



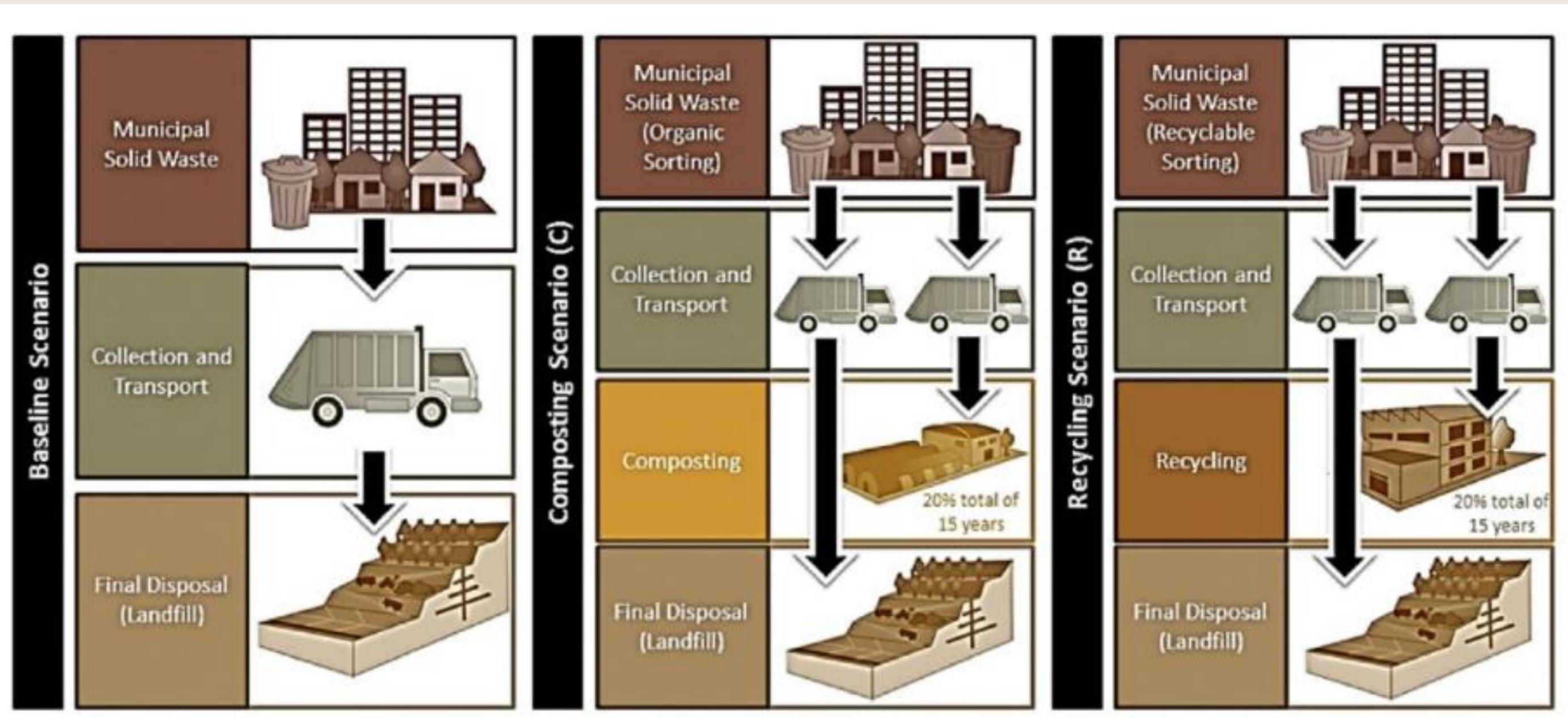
- A gestão de resíduos envolve um grande número de diferentes interessados, com diferentes áreas de interesse.
- Um sistema eficaz não se baseia apenas em soluções tecnológicas, mas também ligações ambientais, socioculturais, legais, institucionais e econômicas que devem estar presentes para permitir que o GRS funcione.
- Os serviços de resíduos sólidos têm um custo, mas, em geral, as despesas não são recuperadas.
- Recursos são necessários com o objetivo de ter pessoal qualificado, equipamento adequado, infraestrutura adequada, manutenção e operação adequadas.
- Os tomadores de decisão, responsáveis pelo planejamento e formulação de políticas, precisam estar bem informados sobre a situação das cidades para fazer mudanças positivas.
- Investimento em pesquisas objetivando também a educação e treinamento dos indivíduos permitem que as cidades sejam mais limpas.

# COMPOSTAGEM E RECICLAGEM

- Ambos tem como objetivo reduzir a quantidade de resíduos sólidos produzidos
- Reduzem a emissão de gases de resíduos orgânicos ( Obs: A compostagem mitiga o metano)
- A reciclagem reduz o consumo de energia de produção material.



# CENÁRIOS DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS



# CENÁRIOS DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

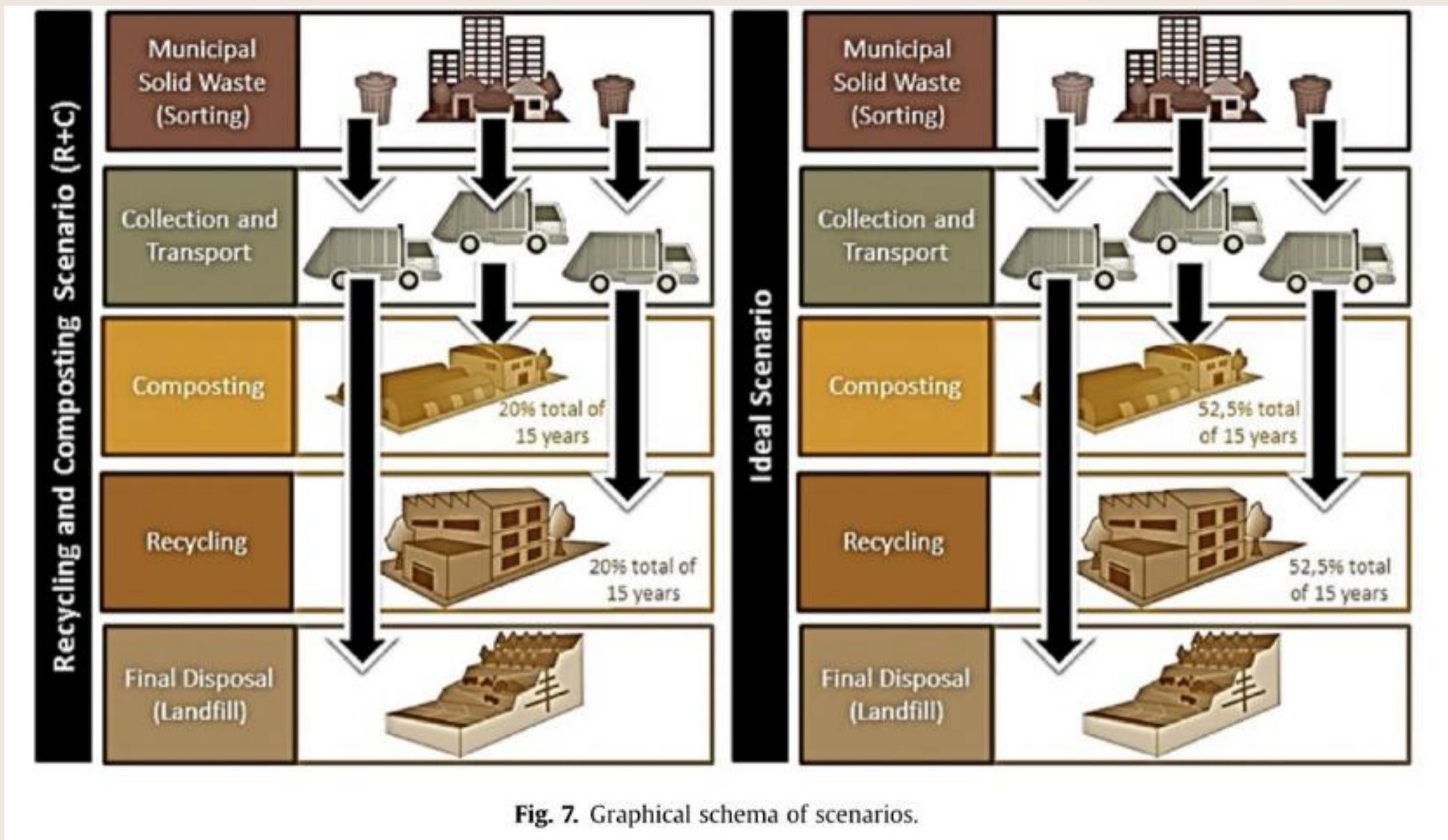
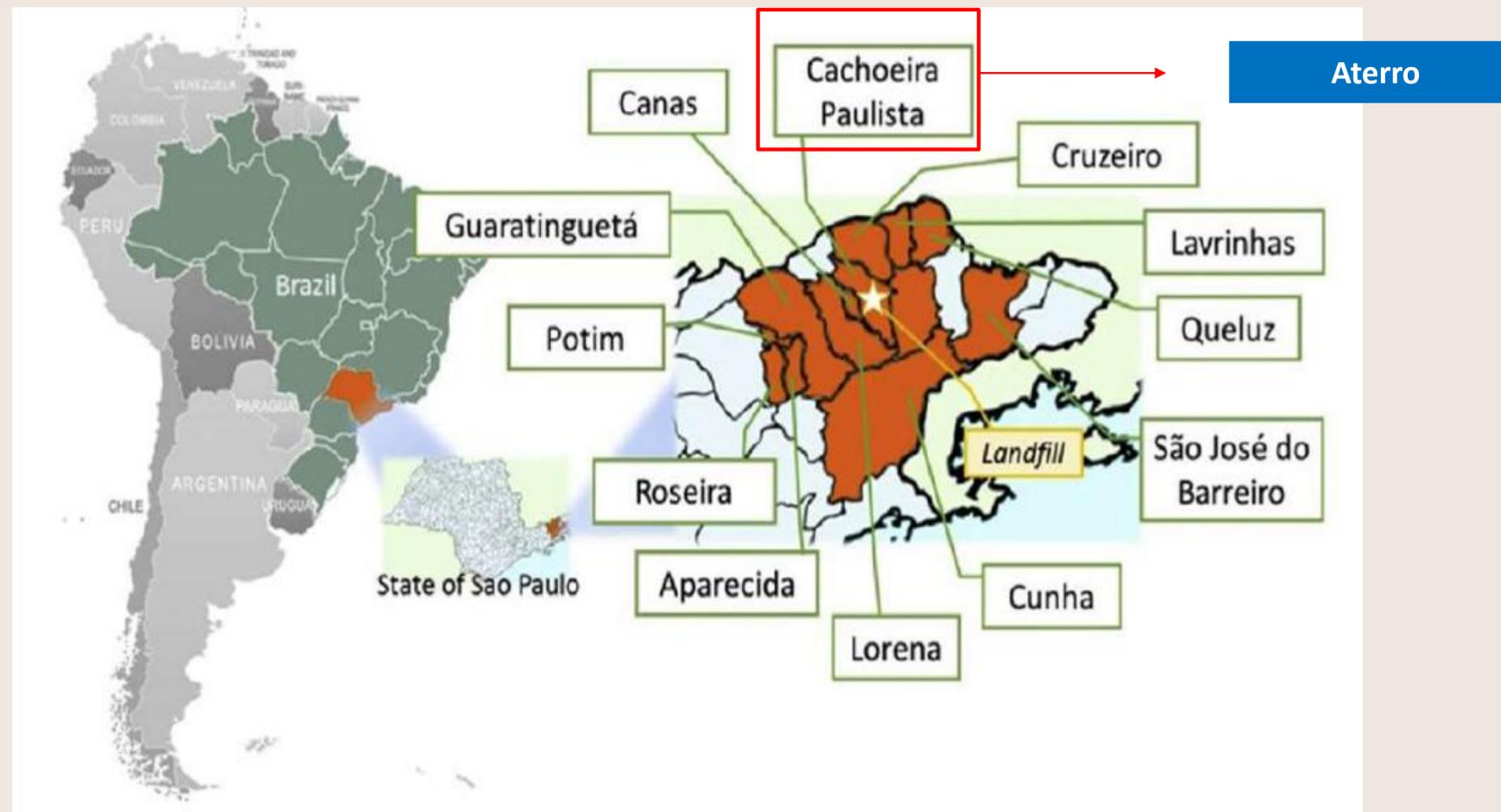


Fig. 7. Graphical schema of scenarios.



# VALE DO PARAÍBA

Nem todas as cidades da região possuem um sistema integrado de resíduos sólidos, programas de reciclagem e compostagem.



# VALE DO PARAÍBA



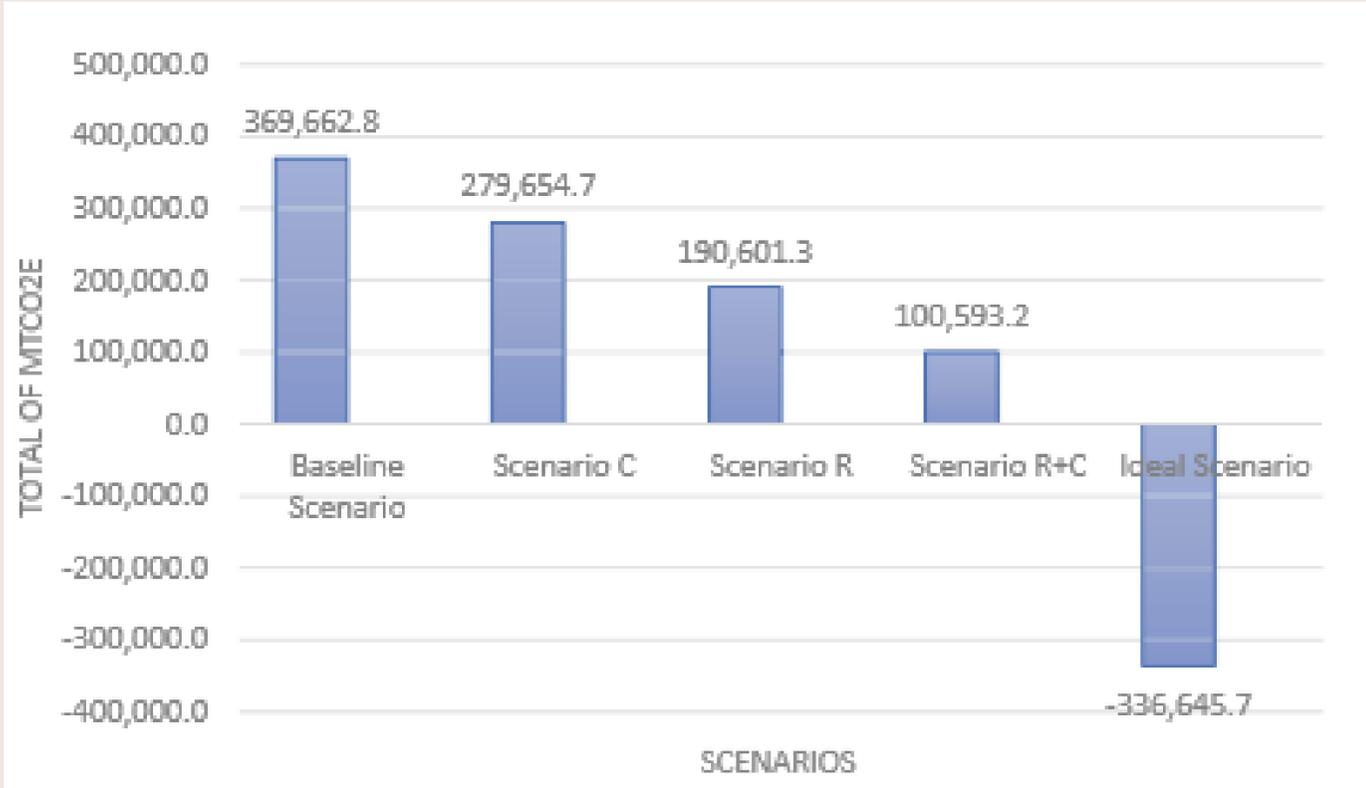
Para certificar no Verde Azul  
mínimo 80 pontos

**Table 4**  
Municipalities selected for study and their characteristics.

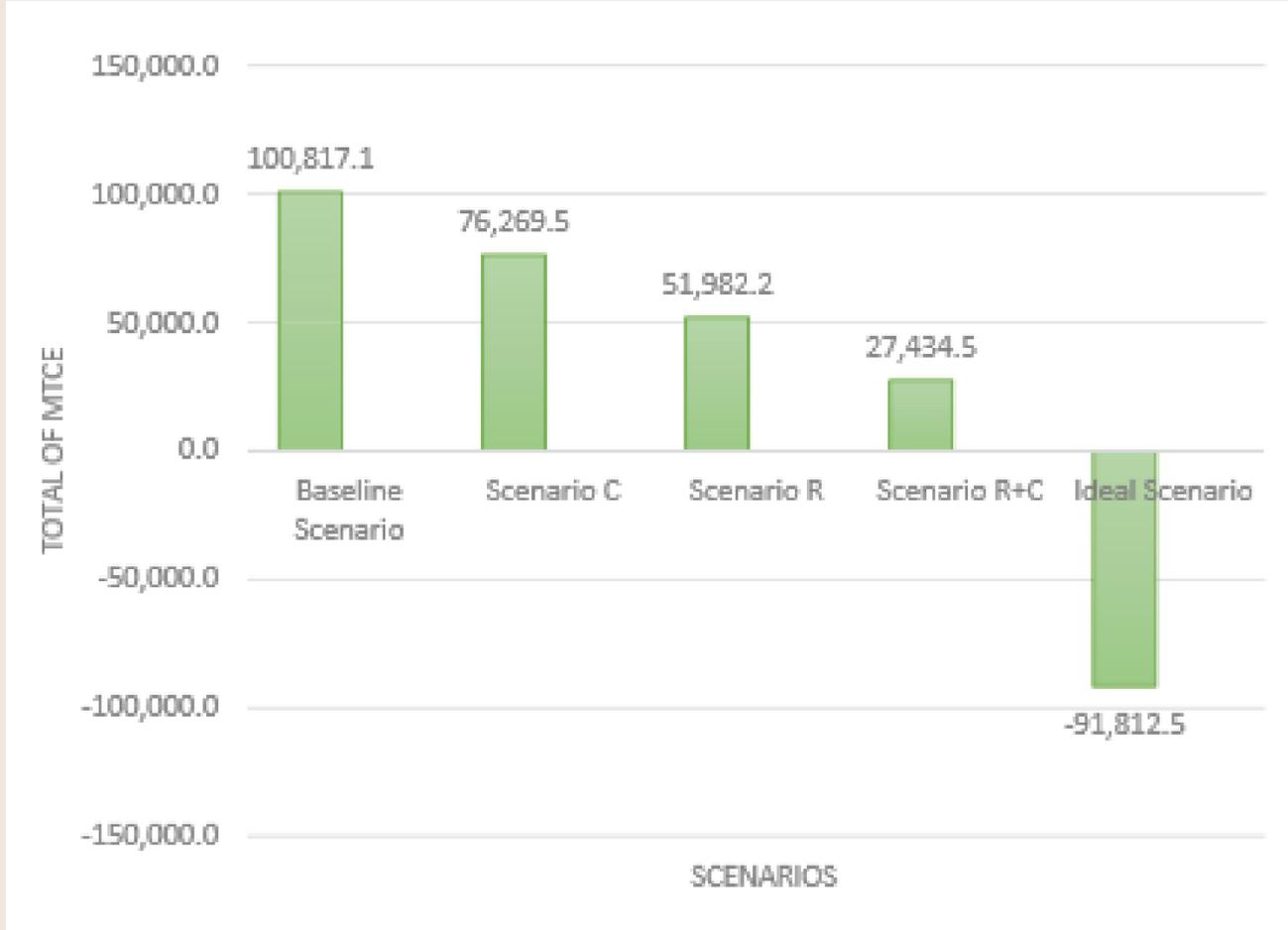
City	Population 2010	Waste production (t/day)	Has solid waste integrated management plan	Has integrated sanitation plan	Has recycling program*	Has composting program*	VerdeAzul city program score 2014 (rank)	Average distance from the landfill (km)
Aparecida	35,007	26	No	Yes	No	No	35.38 (389°)	39.7
Cachoeira Paulista	30,091	14.67	No	Yes	No	No	34.66 (391°)	4
Canas	4385	1.6	No	Yes	No	No	—	9.9
Cruzeiro	77,009	36	No	Yes	No	No	37.38 (371°)	20.1
Cunha	21,866	5.53	Yes	Yes	Yes	No	1.74 (586°)	83.4
Guaratinguetá	112,072	73.33	Yes	Yes	Yes	Yes	1.78 (585°)	35.6
Lavrinhas	6590	2	Yes	Yes	No	No	1.39 (589°)	26.9
Lorena	82,537	43.3	Yes	Yes	Yes	No	48.11 (318°)	15.8
Potim	19,397	9	No	Yes	No	No	—	42.8
Queluz	11,309	1.88	No	Yes	No	No	1.07 (593°)	46.2
Roseira	9599	5	Yes	Yes	Yes	No	19.19 (442°)	49.8
São José do Barreiro	4077	1.54	No	Yes	No	No	9.25 (548°)	75.2
Silveiras	5792	0.67	No	Yes	Yes	No	13.88 (466°)	28.4

Source: Adapted from CETESB (2016); IBGE (2010); \* According to the Integrated Sanitation Plan.

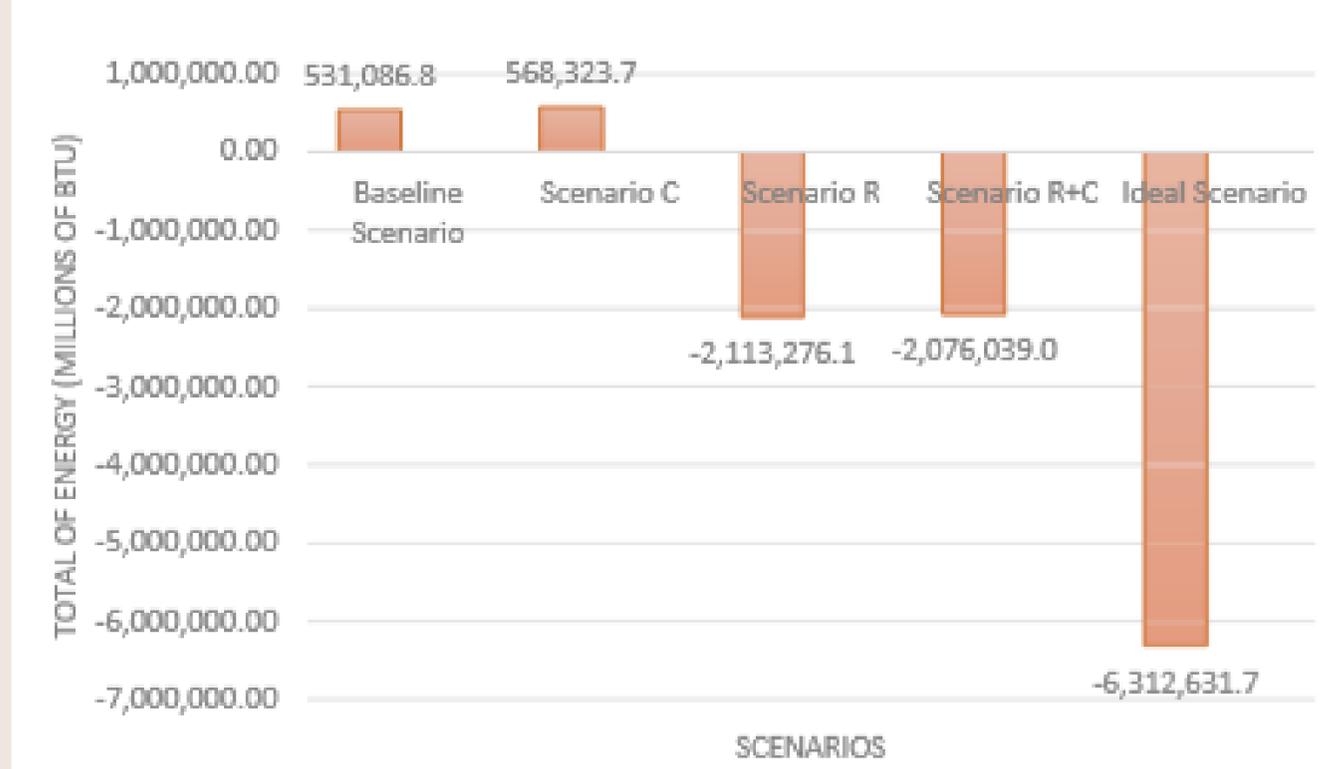
# COMPARAÇÕES



**Fig. 8.** Total emission of metric tons of carbon dioxide equivalent (MTCO<sub>2</sub>E) in each scenario.



**Fig. 9.** Total emission of metric tons of carbon equivalent (MTCOE) in each scenario.



**Fig. 10.** Total energy consumption in millions of BTU in each scenario.



# Estudo de Casos

# Rio Cheonggyecheon

## RESTAURO FEITO EM 2003

- Consistiu na retirada do viaduto construído em 1976, marco da expansão automobilística da Coréia do Sul, e na construção de um parque linear na área histórica da capital sul coreana.;
- Necessitou da mobilização de diversos grupos para sua concepção e execução (associações – comerciantes principalmente-, pesquisadores (ideia inicial) , governo –Seul Metropolitan Government- e etc).



# Rio Cheonggyecheon

## PROBLEMÁTICA

- O viaduto era um caminho importante na mobilidade da cidade. Como isso foi superado? – Melhoria nos meios de transporte coletivo : novas linhas de ônibus;
- Como uma cidade que conseguiu responder o processo de rápida urbanização?

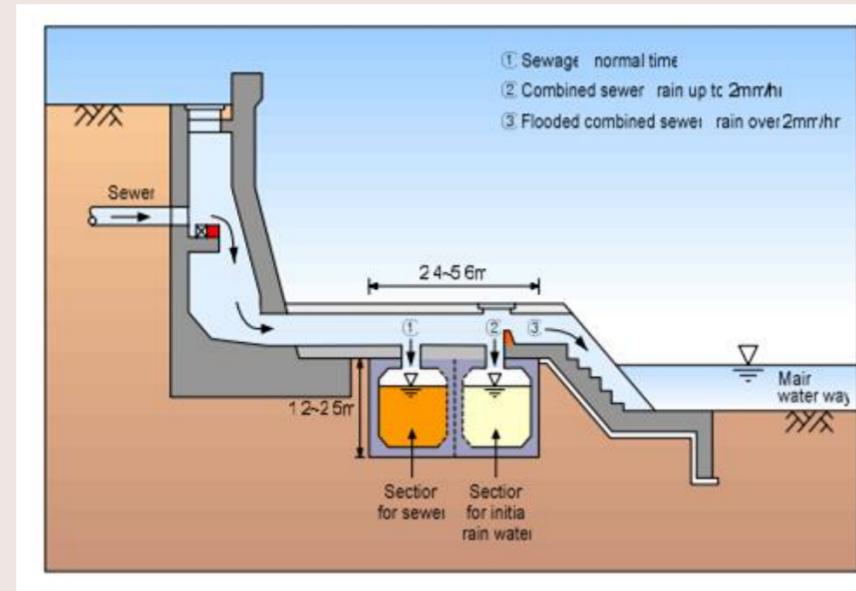


Figura: Seção esquemática do projeto de revitalização. Fonte: RYU, 2016)



Figura: Rio Cheonggyecheon, Fonte: Archydaily



Figura: Volta da biodiversidade no Rio Cheonggyecheon. Fonte: LEE, 2009



Figura: Desmonte do viaduto, Fonte: RYU, 2016.

# Rio Cheonggyecheon



Figura: Área de estudo climático. Fonte: Mun, 2007

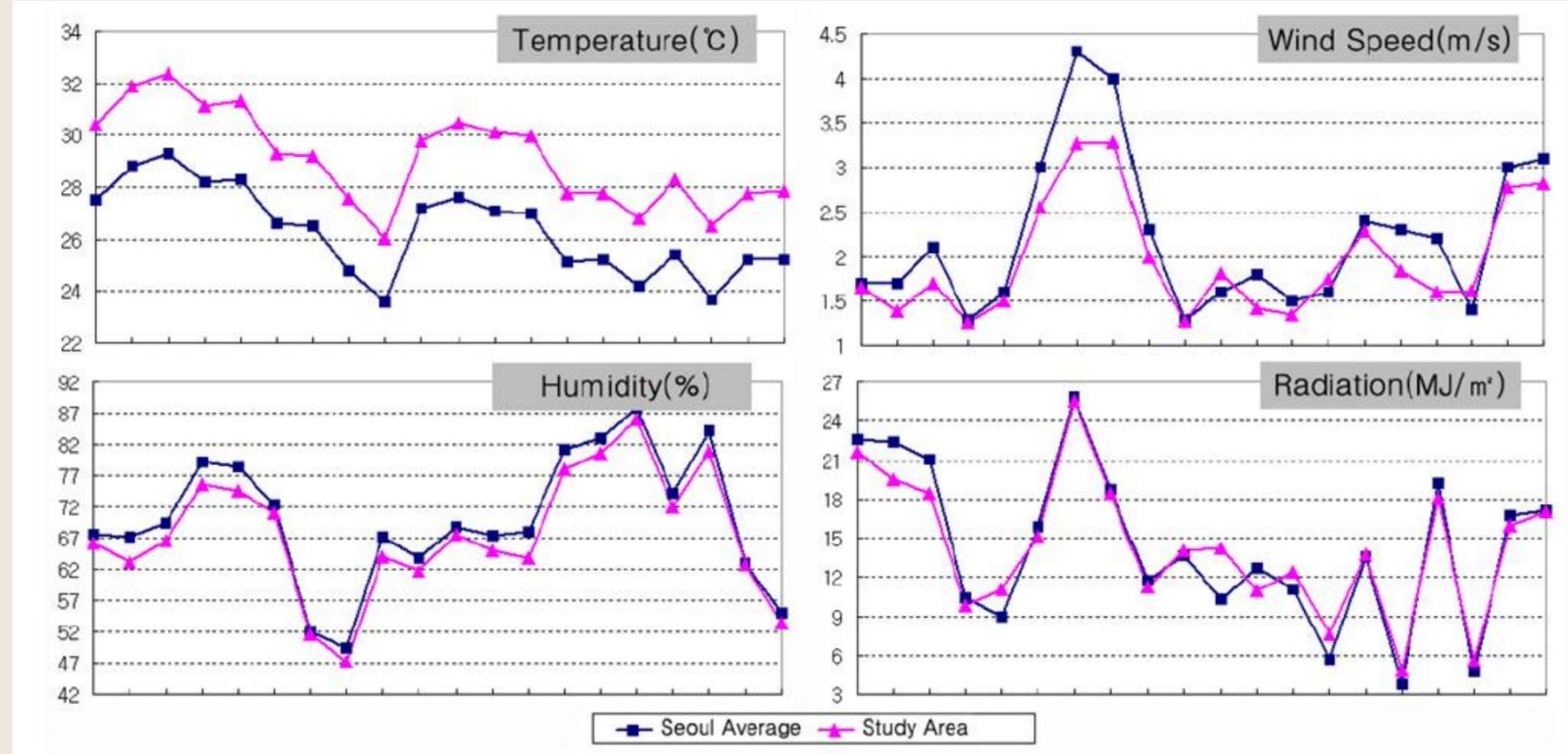


Figura: Medições de temperatura, umidade, velocidade do vento e radiação: comparações com o a média de Seul. Fonte: Mun, 2007

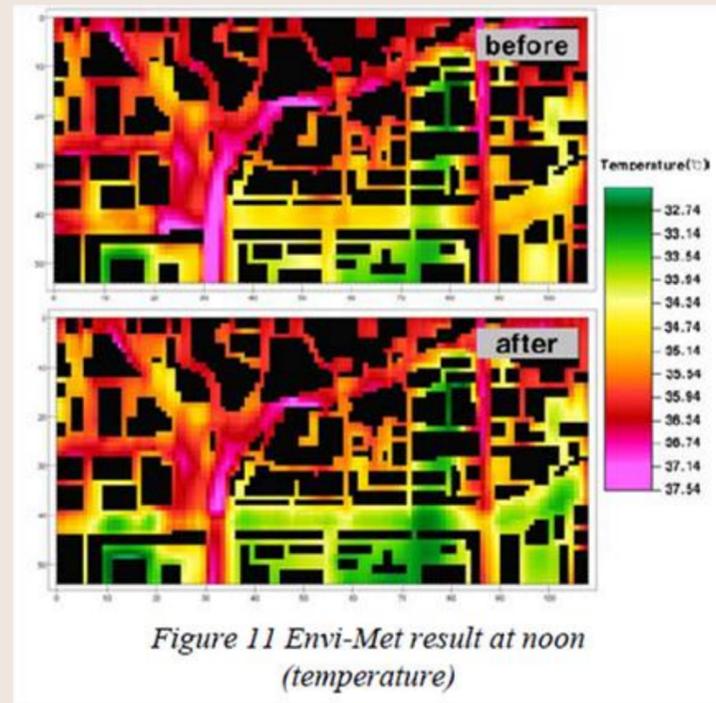


Figure 11 Envi-Met result at noon (temperature)

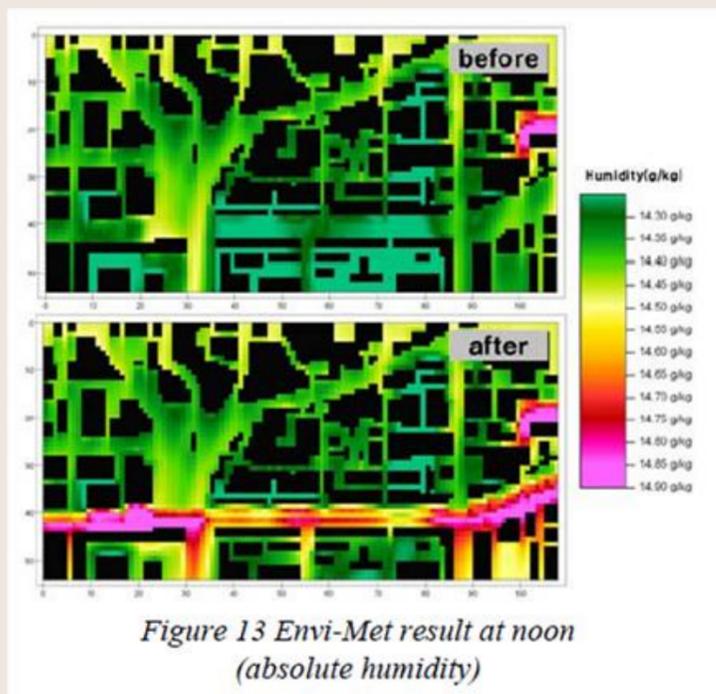


Figure 13 Envi-Met result at noon (absolute humidity)

Figura: Simulações com o Envimet 3.0 com antes e depois da revitalização do Rio Cheonggyecheon. Fonte: Mun, 2007

# HONG KONG - DRENAGEM



Flooding at Hillier Street (2005)



Flooding at Leighton Road (2006)

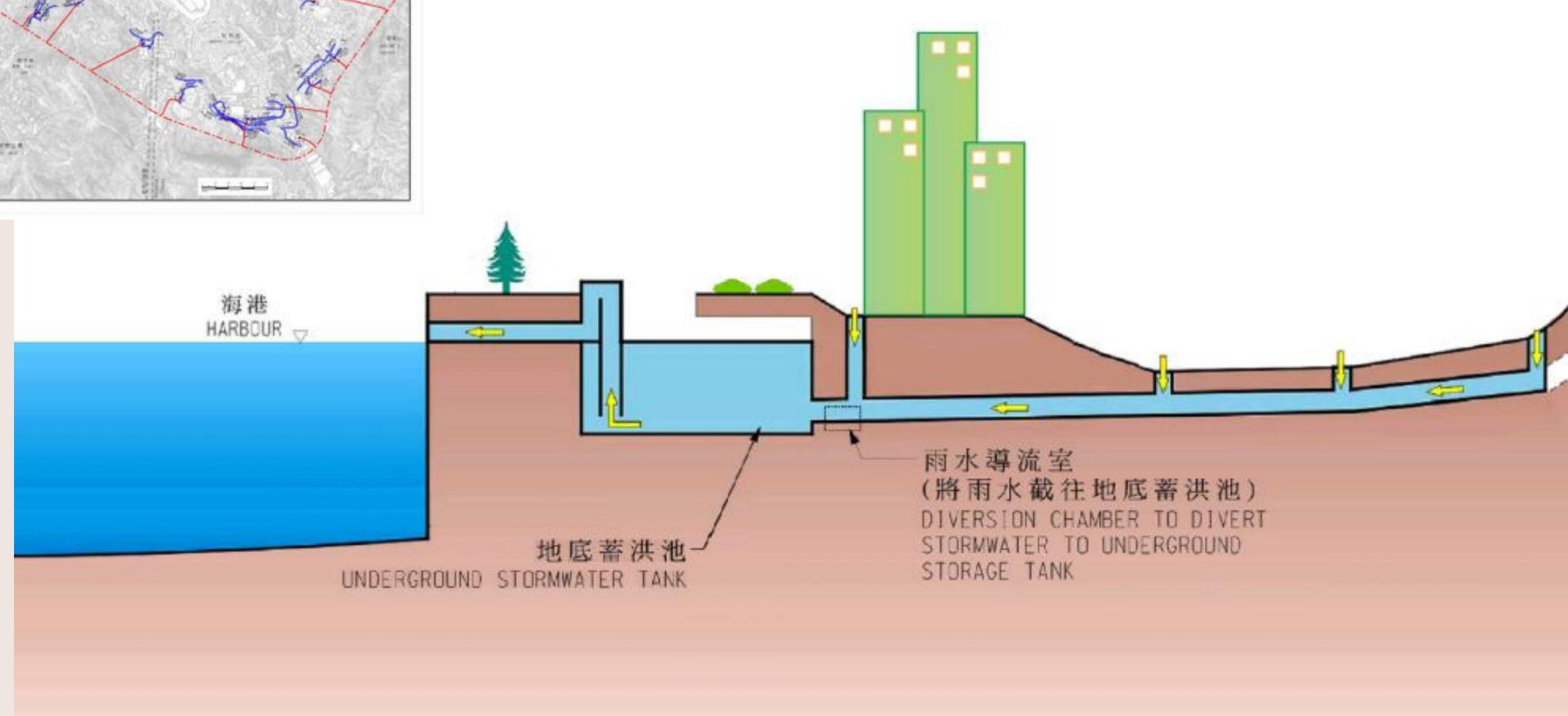
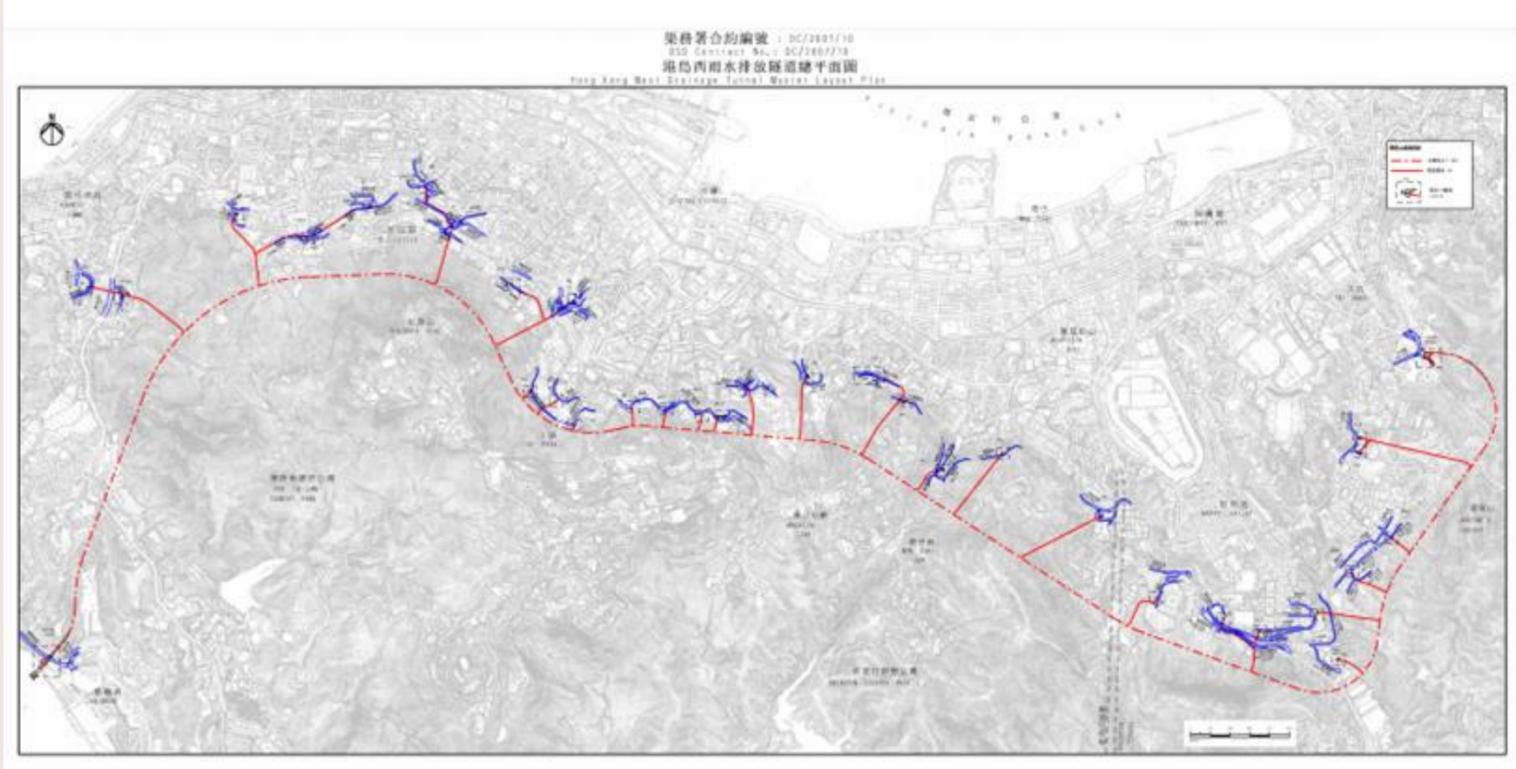


Connaught Road Central during the black rainstorm (2008)

# HONG KONG - DRENAGEM



# HONG KONG - DRENAGEM



# SÃO PAULO



## ESTATÍSTICA DA CIDADE SÃO PAULO

- População estimada em 2015: 12 milhões
  - Frota de veículos: 8,2 milhões
  - ~1,5 habitantes por veículo (IBGE, 2016, DETRAN, 2016)

- Reflexo da melhora de qualidade de vida
- Encurtamento do tempo de viagem sem fumaça e sem ruído



# SÃO PAULO

## Evolução dos benefícios da qualidade do ar devido ao Metrô em São Paulo

**Table 1**  
Meteorological and air pollution variables for strike scenarios (2003 and 2006).

Variable	Unit	2003		2006	
		Subway Strike	Similar Day	Subway Strike	Similar Day
Subway Strike	Day	June 17	June 10	August 15	August 22
Weekday	–	Tuesday	Tuesday	Tuesday	Tuesday
Average PM <sub>10</sub> Concentrations	µg/m <sup>3</sup>	101.49 (±14.97)	41.15 (±6.93)	78.02 (±15.03)	43.99 (±8.83)
Temperature	°C	19	21	23	20
Relative Humidity	%	75	76	57	65
Wind Speed	m/s	1.1	1.3	1.6	1.8
Atmospheric Pressure	hPa	928,9	929,6	929,7	934,1
PBL Height <sup>a</sup>	m	1234	1295	1290	1814
Precipitation	mm	0	0	0	0

PBL: Planetary Boundary Layer.

Source: Elaborated by the authors based on CETESB data, 2003 and 2006.

<sup>a</sup> Radiosonde data at 12Z from the “Campo de Marte” Airport.



(SILVA, 2012)

# SÃO PAULO



The screenshot shows a news article from the website 'Rede Nossa São Paulo'. The article title is '"Poluição de carros quadruplica risco de morte" - Folha de S.Paulo'. It was published on 05/03/2009 at 14:24. The article text includes: 'Na região metropolitana de SP, chance de morrer de doença cardiorrespiratória é de 10,9%; sem as emissões veiculares, cairia a 2,4%'. Another highlighted sentence states: 'A poluição provocada pelos veículos mata indiretamente, em média, quase 20 pessoas por dia na região metropolitana de São Paulo.' The article is attributed to RICARDO SANGIOVANNI, DA REPORTAGEM LOCAL.

## Influência do Metrô na diminuição de mortes diárias

- Metrô reduz PM10\* de 100 para 50 mg/m3
- Risco de morte reduz 5%
- Total de mortos evitados por dia: ~5% de 20 = 1 vida

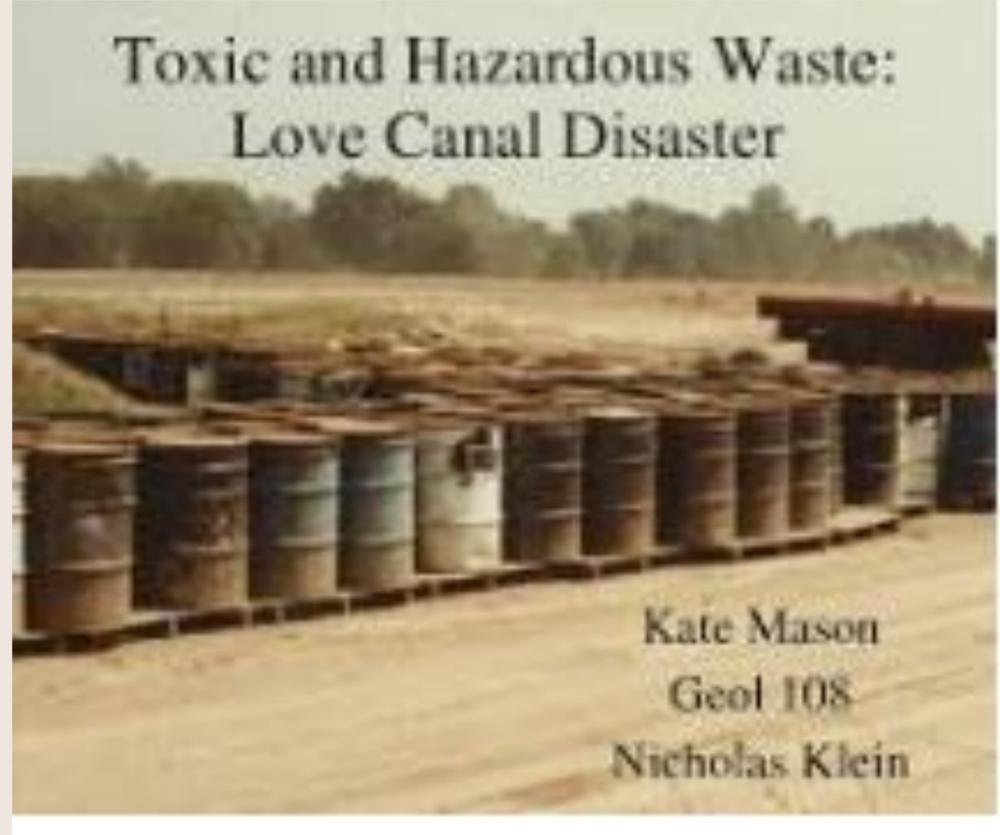
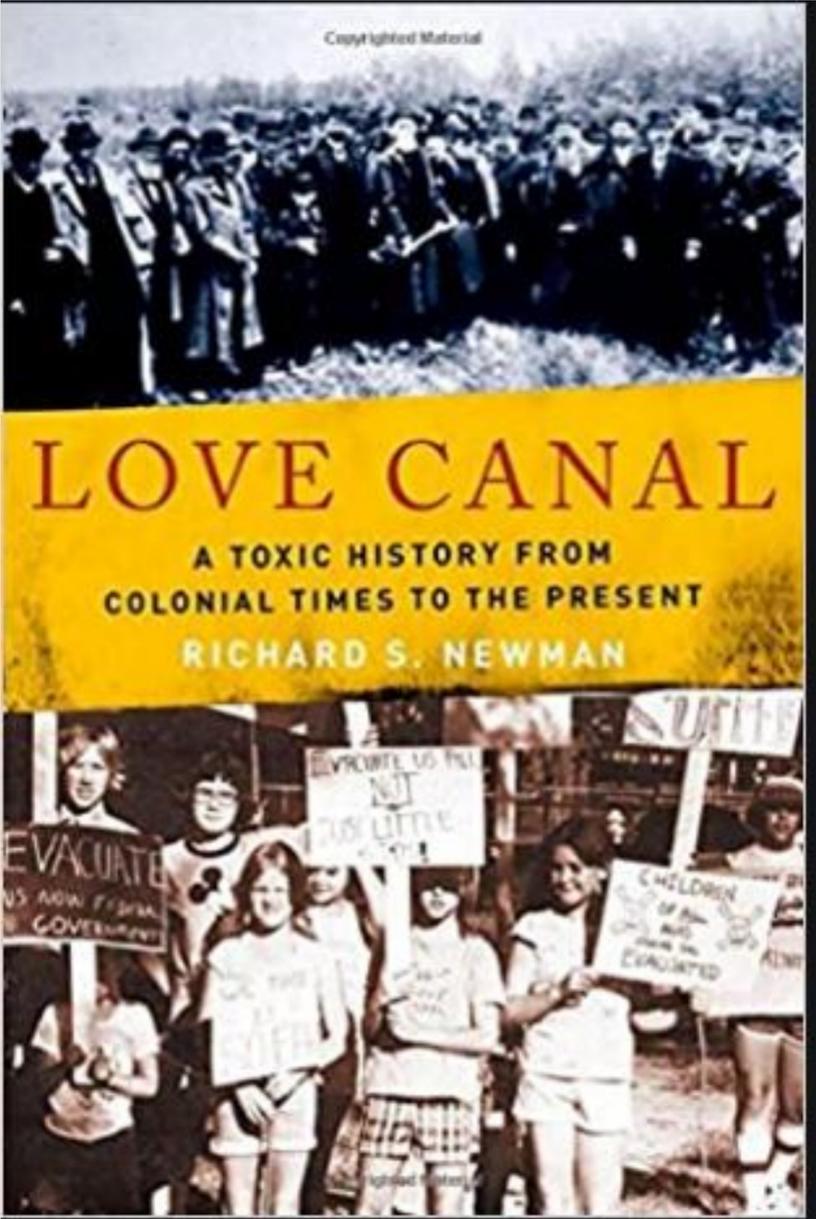
~3500 vidas por década!!!

\*PM10 são um tipo de partículas inaláveis, de diâmetro inferior a 10 micrómetros

(CELESTINO, 2018)

# LOVE CANAL

USO DO SOLO



# LOVE CANAL



1. A construção do Love Canal começou em 1890.
2. O projeto consistia em contornar as Cataratas do Niágara.
3. Perda do investimento.
4. A Niagara Power and Development Company concedeu o Love Channel à Hooker Electrochemical Company em 1942 como um local para despejar resíduos químicos.
5. Hooker e o Exército dos Estados Unidos usaram o local para descarte de lixo até 1953, quando o local foi fechado, coberto de argila e coberto de terra.
6. Nesse mesmo ano, o distrito escolar da cidade de Niagara Falls procurou Hooker para adquirir a terra.
7. Hooker vendeu o local ao distrito por um dólar, desde que a ação contivesse uma isenção de responsabilidade por "... ferimentos a uma pessoa ou pessoas, incluindo a morte resultante de perda ou dano à propriedade.
8. Durante as escavações, os trabalhadores descobriram dois lixões cheios de tambores de 55 galões contendo substâncias desconhecidas.
9. Em 1957, o distrito vendeu as terras restantes para a Autoridade de Habitação das Cataratas do Niágara .
10. A construção da LaSalle Expressway, nas proximidades, interrompeu grande parte da migração das águas subterrâneas, o que estava permitindo que a água da chuva contaminada caísse no rio Niágara.

**CONSEQUÊNCIA:** alta concentração de material tóxico.

# LOVE CANAL

- Os repórteres locais realizam pesquisas informais no site e publicam artigos sobre o problema. Depois de serem amplamente ignorados pelos políticos locais e pela Hooker Chemical Company.



Fonte: Albuquerque, 2017



# LOVE CANAL

- Políticos locais repetidamente falharam em reconhecer e resolver o problema até que a mídia entendesse a história.
- Por fim, mais de 800 famílias foram realocadas e um dos mais extensos programas de limpeza de resíduos da época.



Fonte: Albuquerque, 2017



# BIBLIOGRAFIA

Estudo de Caso Hong-Kong- Evento Túnel Day. Instituto de Engenharia. 04.12.2019

Celestino, T. B. Notas de Aula de Projetos de Túneis. Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos 2018.

Albuquerque, P. J. R. Notas de Aula de Investigações de Campo. Unicamp, Campinas 2017.



# QUESTOES PARA DEBATE

- Em vez de apenas medir a porcentagem geral de verde, ou seja, IG, o UNGI reflete a importância da distribuição de áreas verdes em bairros e ambientes específicos. Ele também leva em consideração as características da vegetação urbana e da edificação?
- Como bairro é o nível de trabalho para a aplicação de estratégias de ecologização, a metodologia desenvolvida pode ajudar a identificar os bairros críticos, que por sua vez podem ser usados para identificar áreas de ação?
- O estudo demonstra que imagens de sensoriamento remoto acopladas ao SIG podem ser uma ferramenta valiosa para avaliar as estruturas verdes urbanas?
- A criação de novos espaços verdes em bairros urbanos já construídos representa um desafio a longo prazo para os planejadores?

# QUESTOES PARA DEBATE

Como passar a considerar uma abordagem Ecosistêmica em nível de planejamento urbano efetivo e quais os entraves para sua operacionalização no caso brasileiro?

Como ampliar o Saneamento Ambiental urbano, com suas quatro vertentes, atrelado ao fortalecimento dos mecanismos de governança urbana?

Com base no apresentado, como estabelecer uma gestão de resíduos sólidos eficiente (incluindo compostagem e reciclagem-Cenário Ideal) em regiões menos desenvolvidas da cidade de São Paulo?

Como adaptar e integrar práticas sustentáveis da gestão dos resíduos sólidos em uma infraestrutura pré-estabelecida como a cidade de São Paulo?

**OBRIKADO!**