

Ecologia Urbana

Aula 4 – Respostas ecossistêmicas à
urbanização

- Como o processo de urbanização modifica o fluxo e acumulação de nutrientes
 - Comparação com ciclos em áreas não urbanas
 - Ciclagem de nutrientes
 - Água, Carbono, Nitrogênio
 - Poluição química
 - Enxofre e ferro
 - Papel do consumo(ismo) na geração de poluição
 - Ações de mitigação

Pegada Ecológica vs. Metabolismo urbano vs. Funcionamiento de Ecosistemas

Diferenças entre conceitos

- Metabolismo urbano
 - Entrada e saída de energia e matéria
- Pegada ecológica
 - Extensão da modificação do hábitat natural pelo ambiente construído
- Funcionamento de Ecossistemas
 - Movimento e uso de materiais e energia

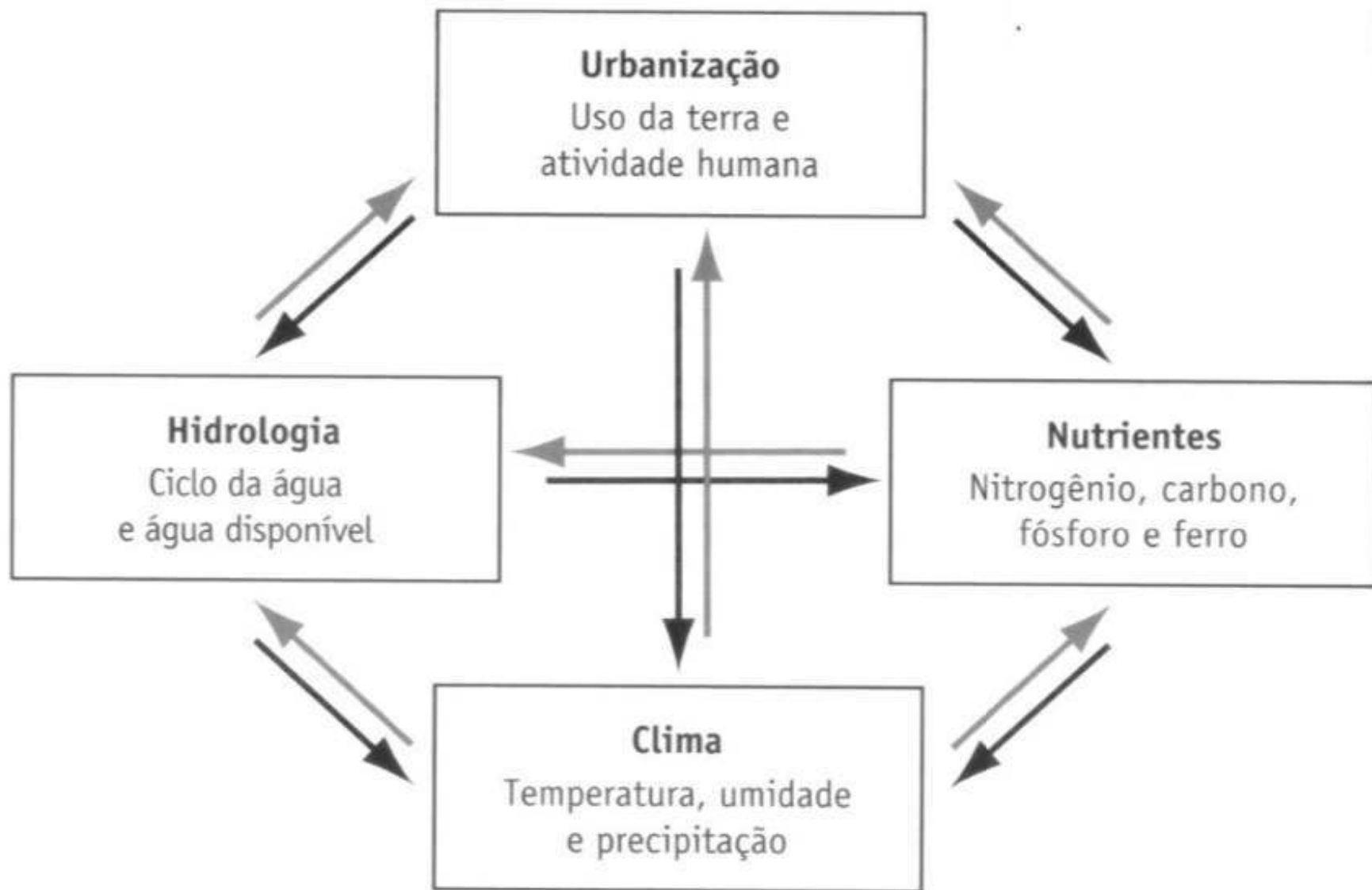


Fig. 3.2 Interações entre o clima e os ciclos da água e dos nutrientes

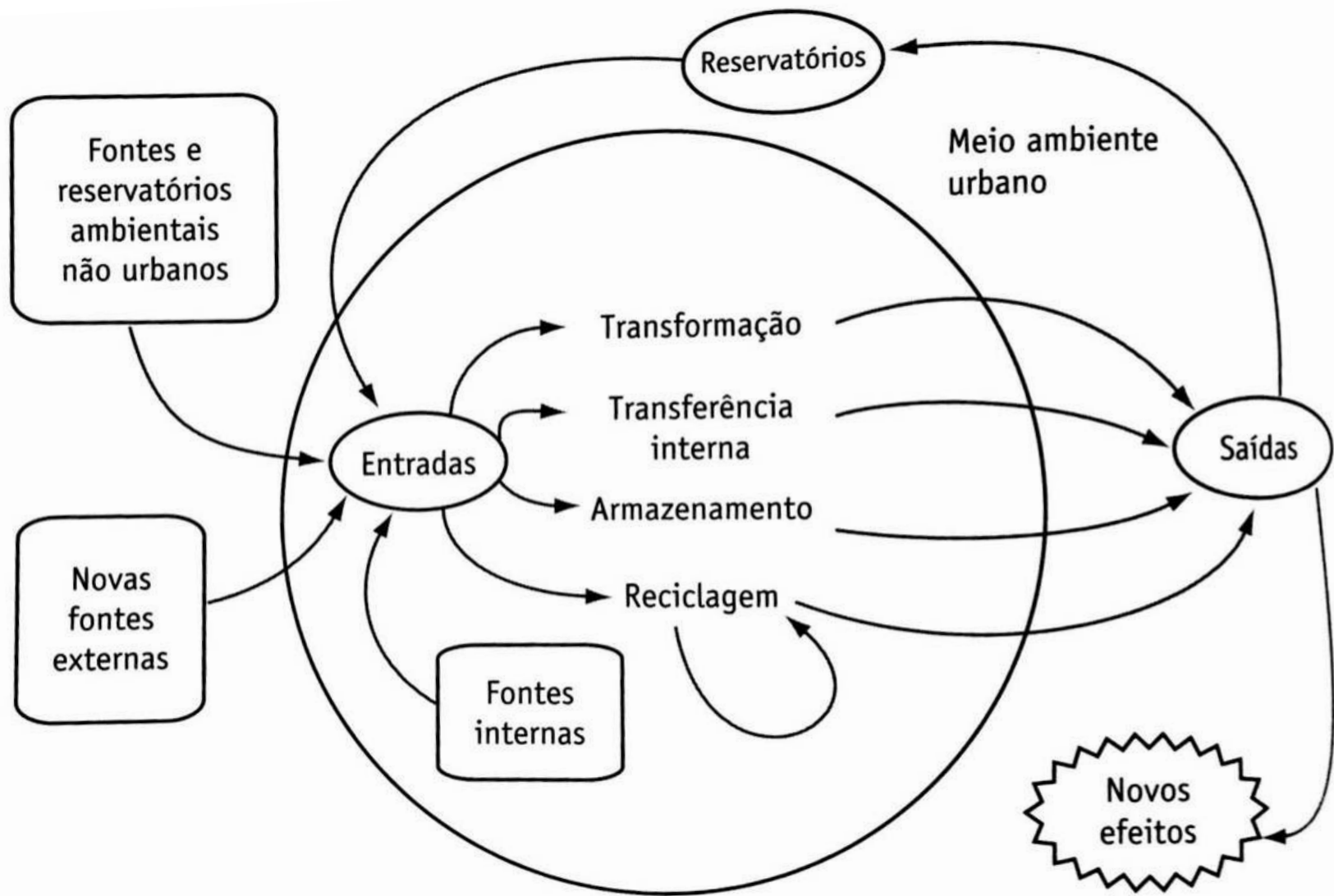


Fig. 3.1 Princípios do ecossistema no meio ambiente urbano

Ciclos biogeoquímicos e sua importância para Ecossistemas

- Processos em nível de ecossistemas dependem de ciclos e fluxos de matéria e energia
- Dinâmica de fonte/poço
 - Principais reservatórios, direção de fluxo, e destino
 - Ciclos interagem entre si
- Ciclos podem ser alterados tanto por agentes abióticos quanto bióticos

Ações humanas podem alterar ciclos

- Geralmente aumentam magnitude e o ritmo de movimento de nutrientes, materiais e água
- Mudança no uso do solo => Captação e desvio de água

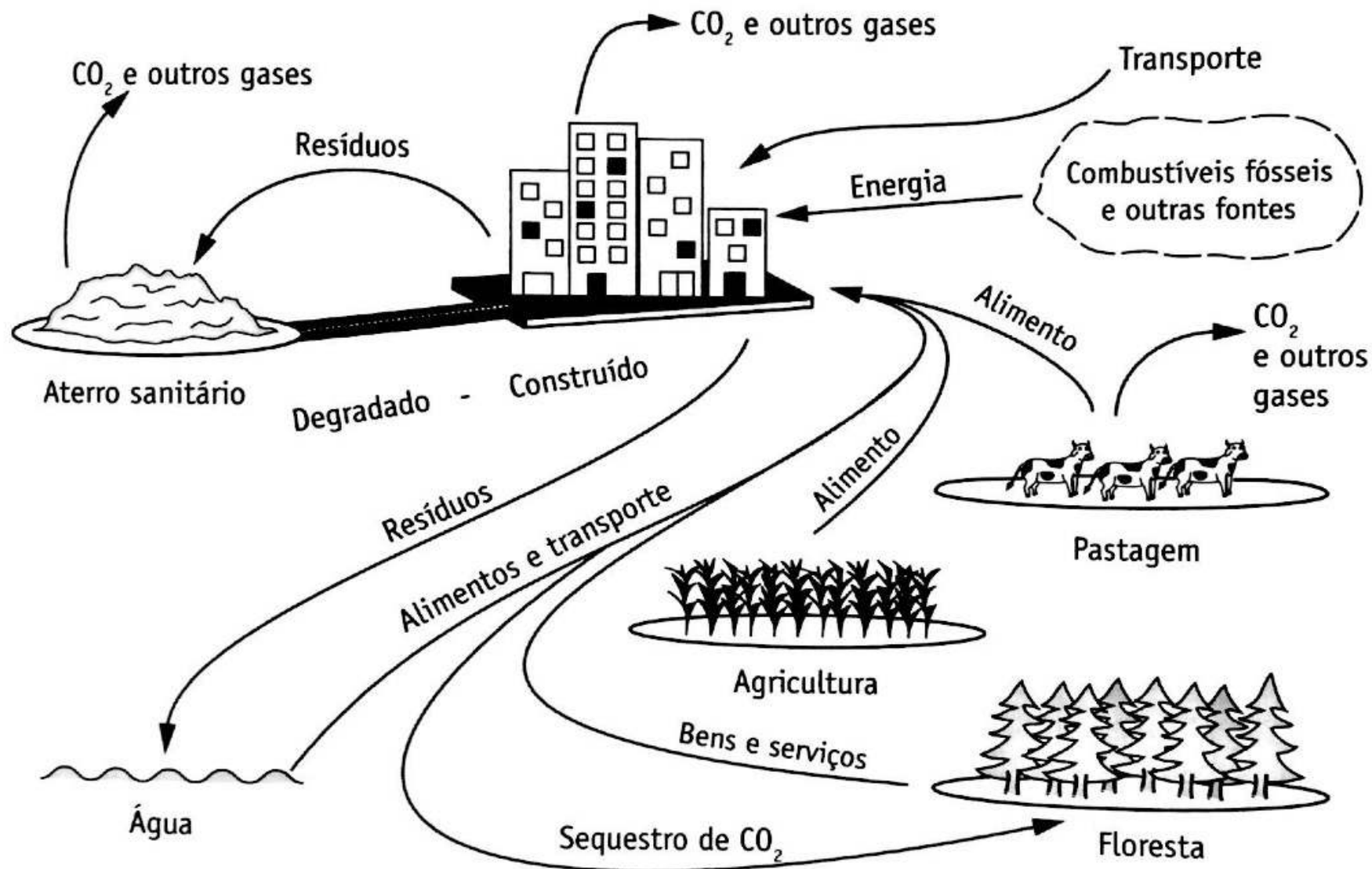


Fig. 2.13 Atividades e tipos de uso da terra envolvidos no cálculo da pegada ecológica

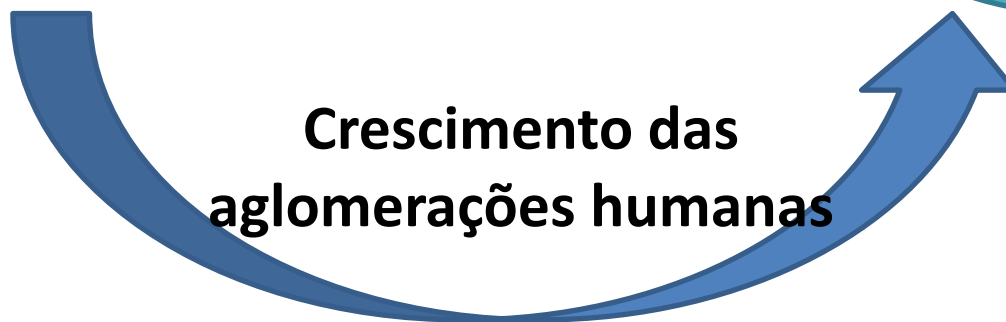
Ciclo da água em ambientes urbanos

**Modificações
humanas no
ciclo da água**



**Aumento da
previsibilidade
do
fornecimento e
fluxo de água**

**Crescimento das
aglomerações humanas**



- Seres humanos usam mais da metade da água doce disponível
- Áreas urbanas absorvem radiação solar por um período mais longo do que áreas não urbanas
- Conseqüentemente, isso altera a quantidade de energia armazenada
- Modifica a Evapotranspiração
 - Áreas urbanas têm evapotranspiração mais baixa do que não urbanas

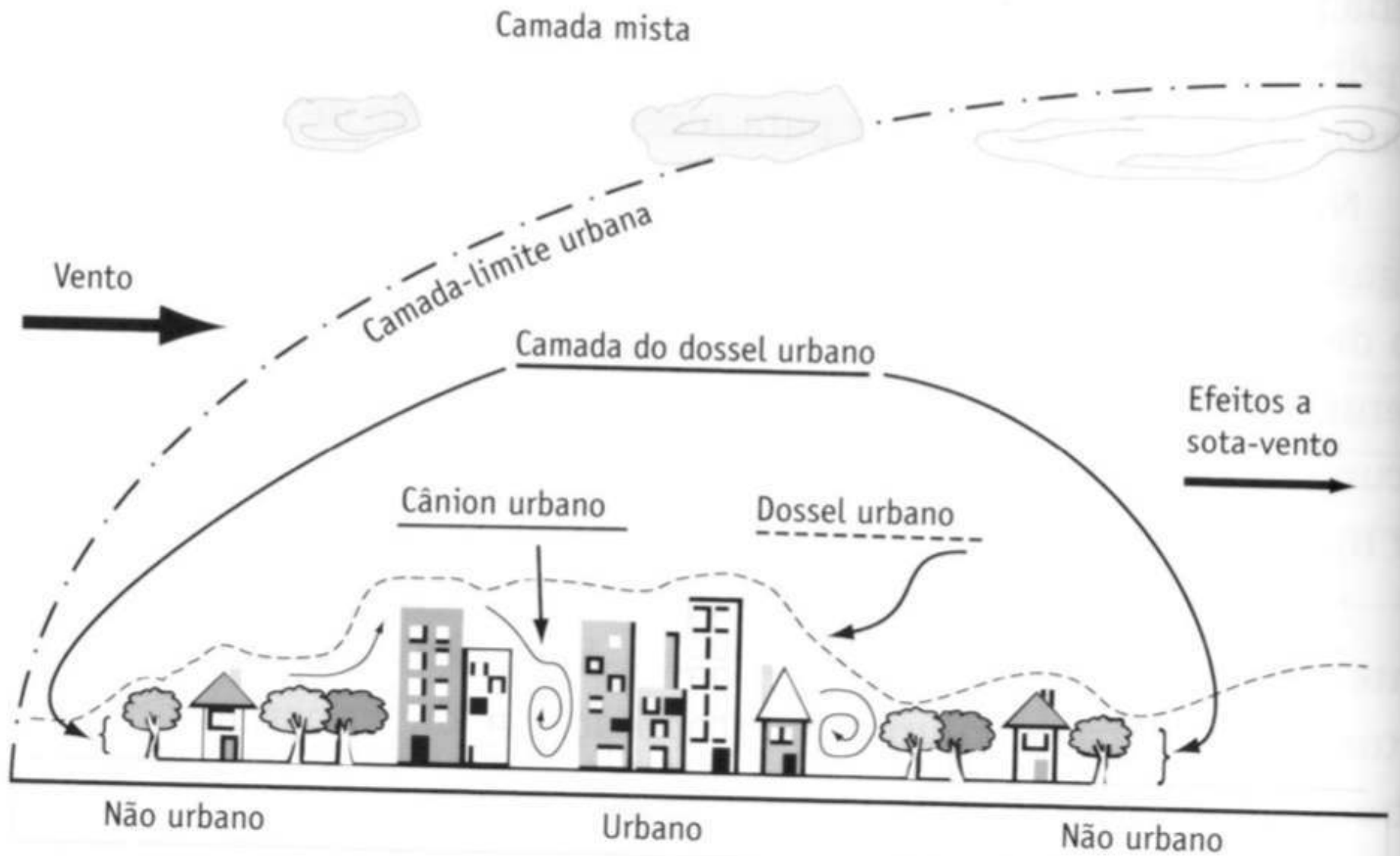
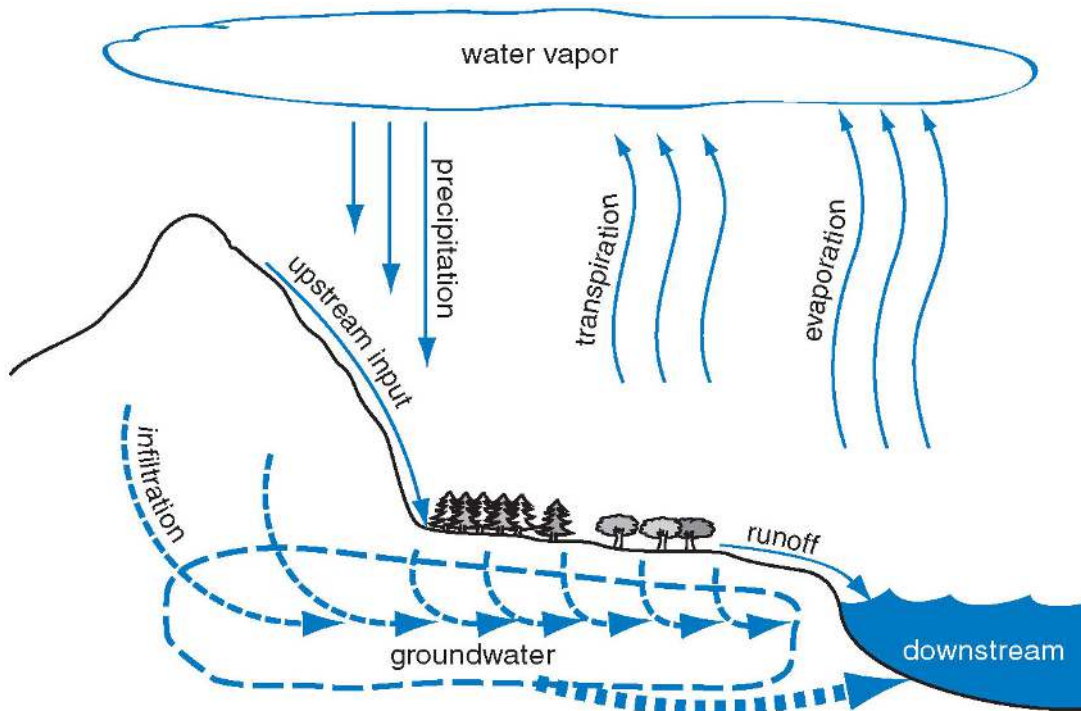


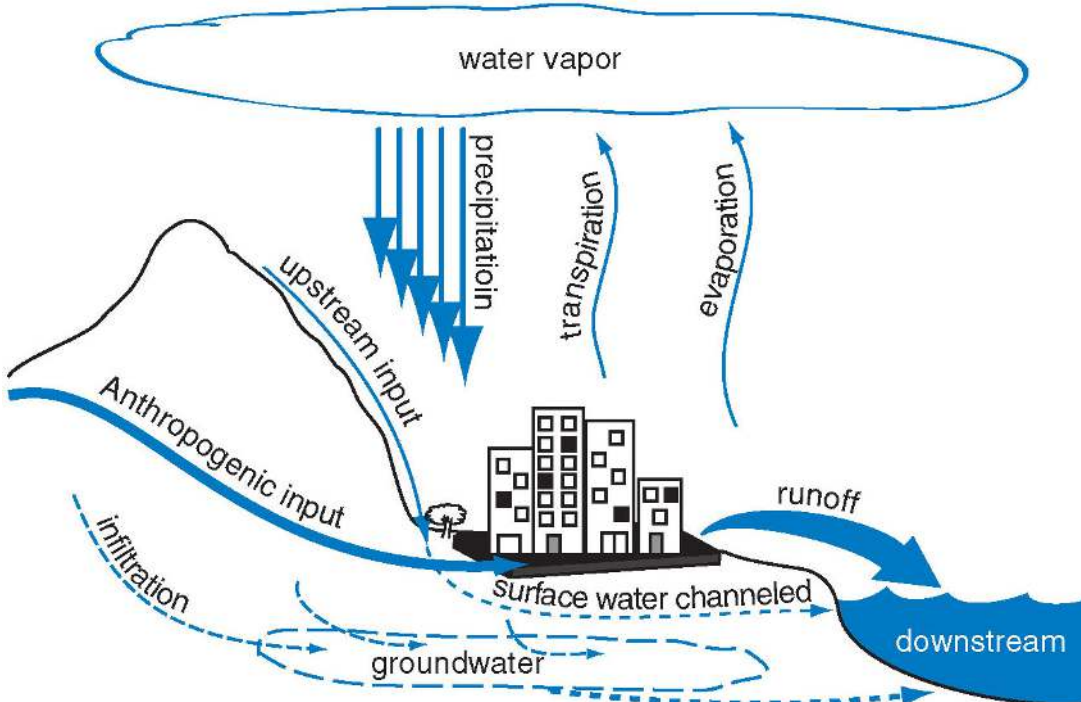
Fig. 3.4 A acidentada superfície urbana

Ciclo não urbano da água

- Onde a água é necessária
 - Plantas precisam de água para fotossíntese
 - Sustentam cadeia trófica
 - Reações bioquímicas de todos os seres vivos (solvente)
- Fontes
 - Aquíferos subterrâneos, corpos d'água, gelo, vapor de água na atmosfera (nuvens)



Ciclo não urbano da água



Ciclo urbano da água

$$P + I_a + I_u = E + T + R + G + W + \Delta S$$

Quadro 3.1 Elementos do balanço da água e os efeitos da urbanização

Entrada ou saída	Símbolo	Efeitos da urbanização
Entradas		
Precipitação	P	Pode aumentar ou diminuir.
Entrada antropogênica	I_a	Geralmente grande.
Entrada a montante	I_u	Geralmente reduzida.
Saídas		
Evaporação	E	Reduzida em virtude do escoamento rápido.
Transpiração	T	Reduzida por causa da pouca vegetação.
Escoamento a jusante	R	Aumentado pelas superfícies impermeáveis.
Recarga da água subterrânea	G	Reduzida por conta da menor infiltração.
Descarga de águas residuais	W	Pode se igualar à precipitação ou excedê-la.

Ciclo urbano da água

- Ilha de calor aumenta a precipitação dentro e no entorno do ambiente urbano
- Substituição da vegetação por superfície impermeável => ↑ escoamento, fluxo e evasão da água
- Canalização de cursos d'água=> ↓ infiltração, acúmulo de água => ↓ evapotranspiração

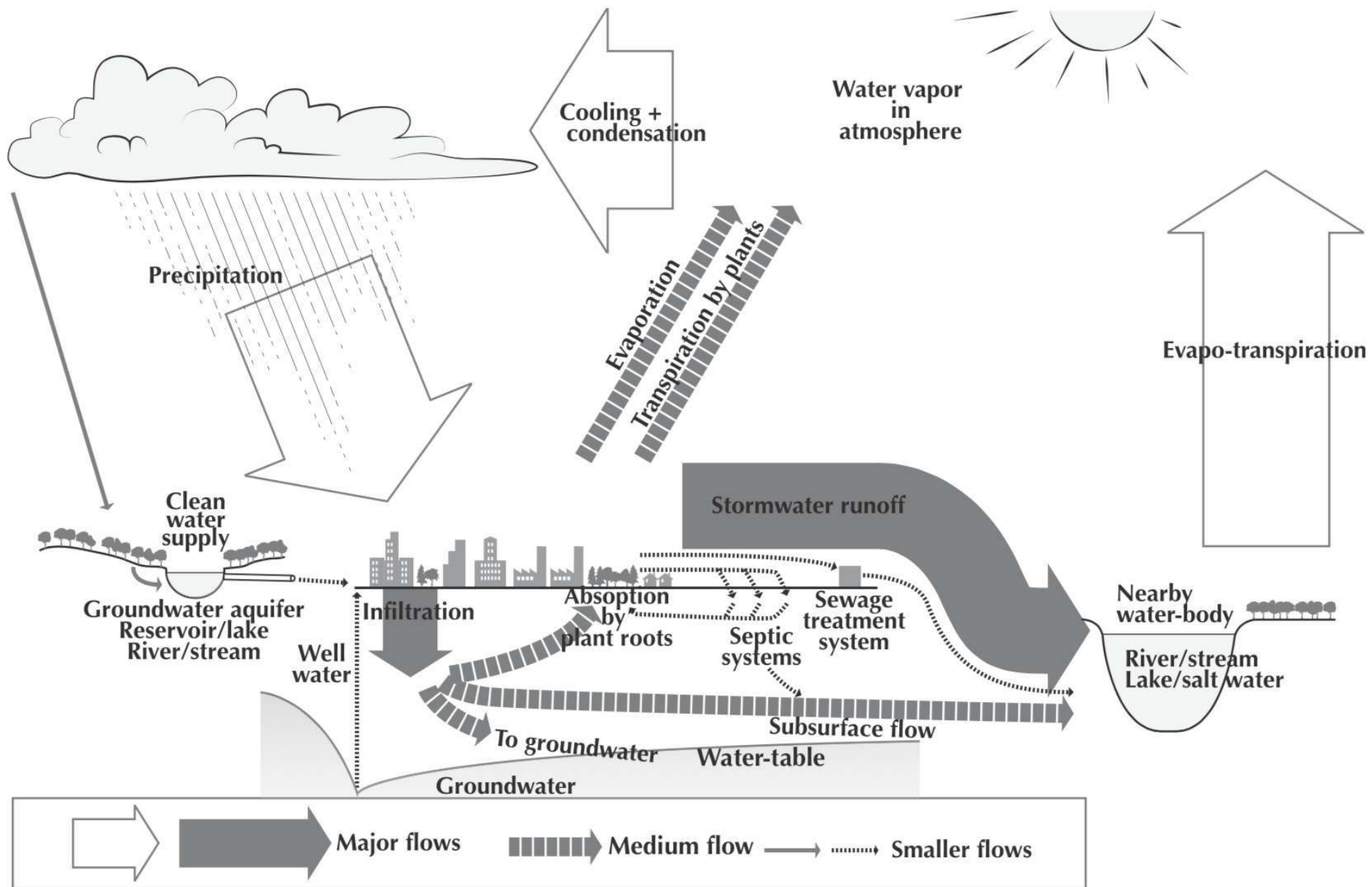


Figure 6.1 Urban water or hydrologic cycle. Precipitation on an

Ciclo urbano da água

- Superfícies impermeáveis podem acumular poluentes, que depois são lixiviados para corpos d'água
- Com o aumento do fluxo da água e a baixa retenção de superfícies construídas, aumenta a chance de inundação

“Piscinões”



Ciclo urbano da água

- Uso do lençol freático pode causar subsidência da terra (rebaixamento do nível)
- Drenagem de áreas úmidas
 - Perda da interface solo/água
- Desvio de água de áreas agrícolas próximas
 - Importação de alimentos de mais longe



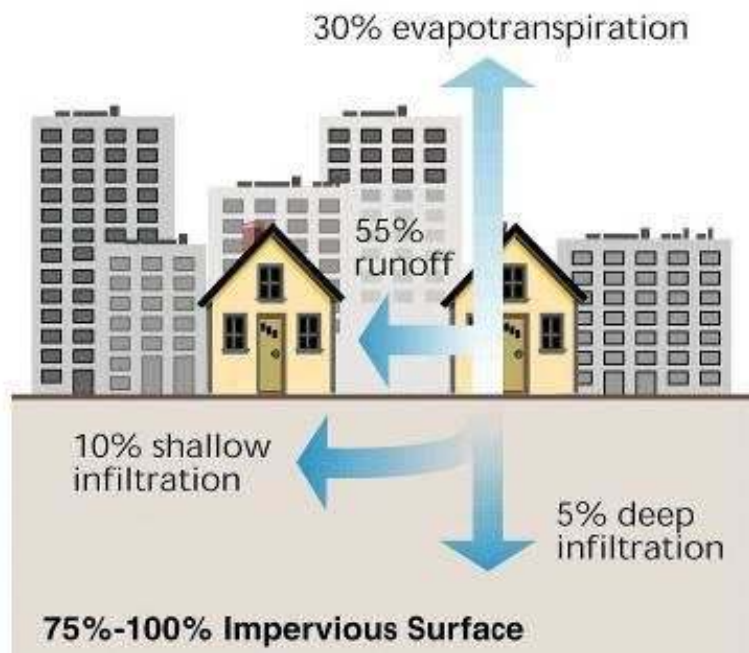
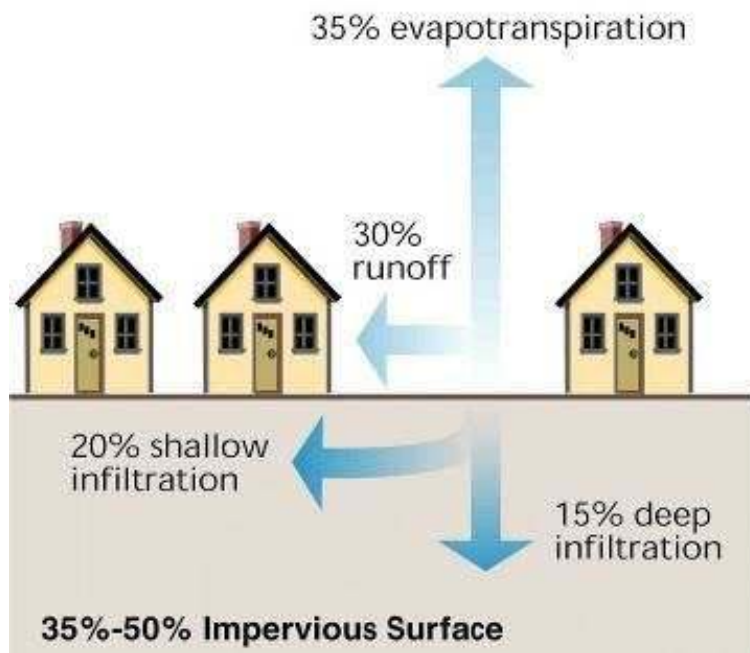
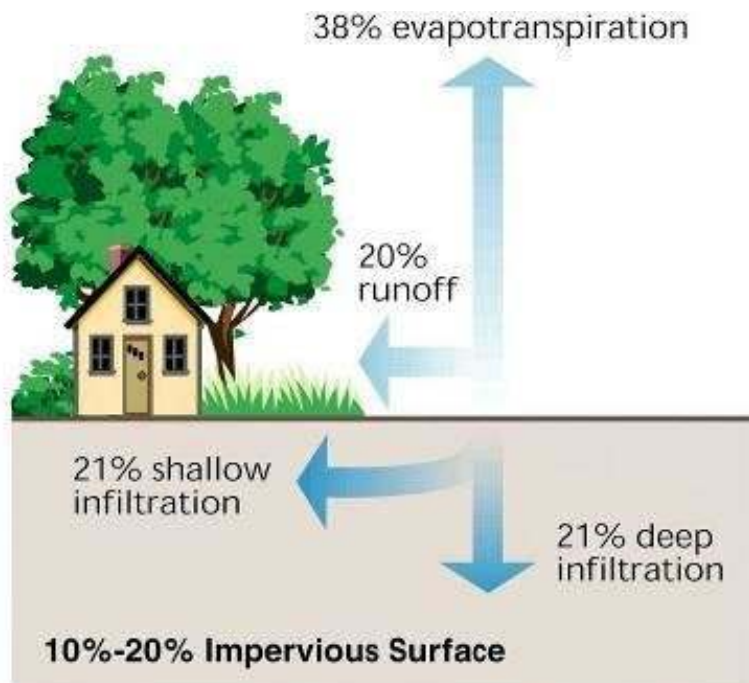
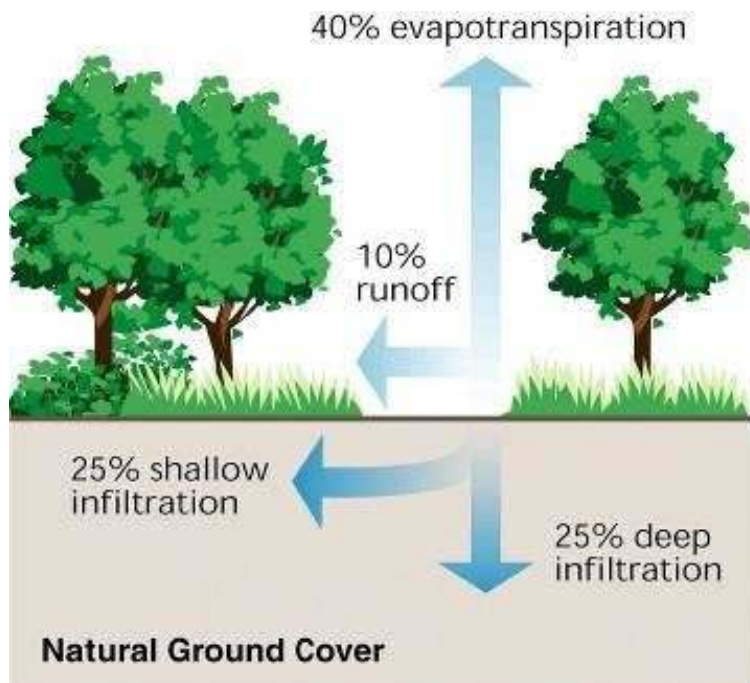
Esta Foto de Autor Desconhecido está licenciado em [CC BY-SA](#)

Aumento fluxo
água

Esta Foto de Autor Desconhecido está licenciado em [CC BY-SA](#)

Diminuição da absorção da
água pelo solo e não
disponibilização para plantas
Aumento da temperatura





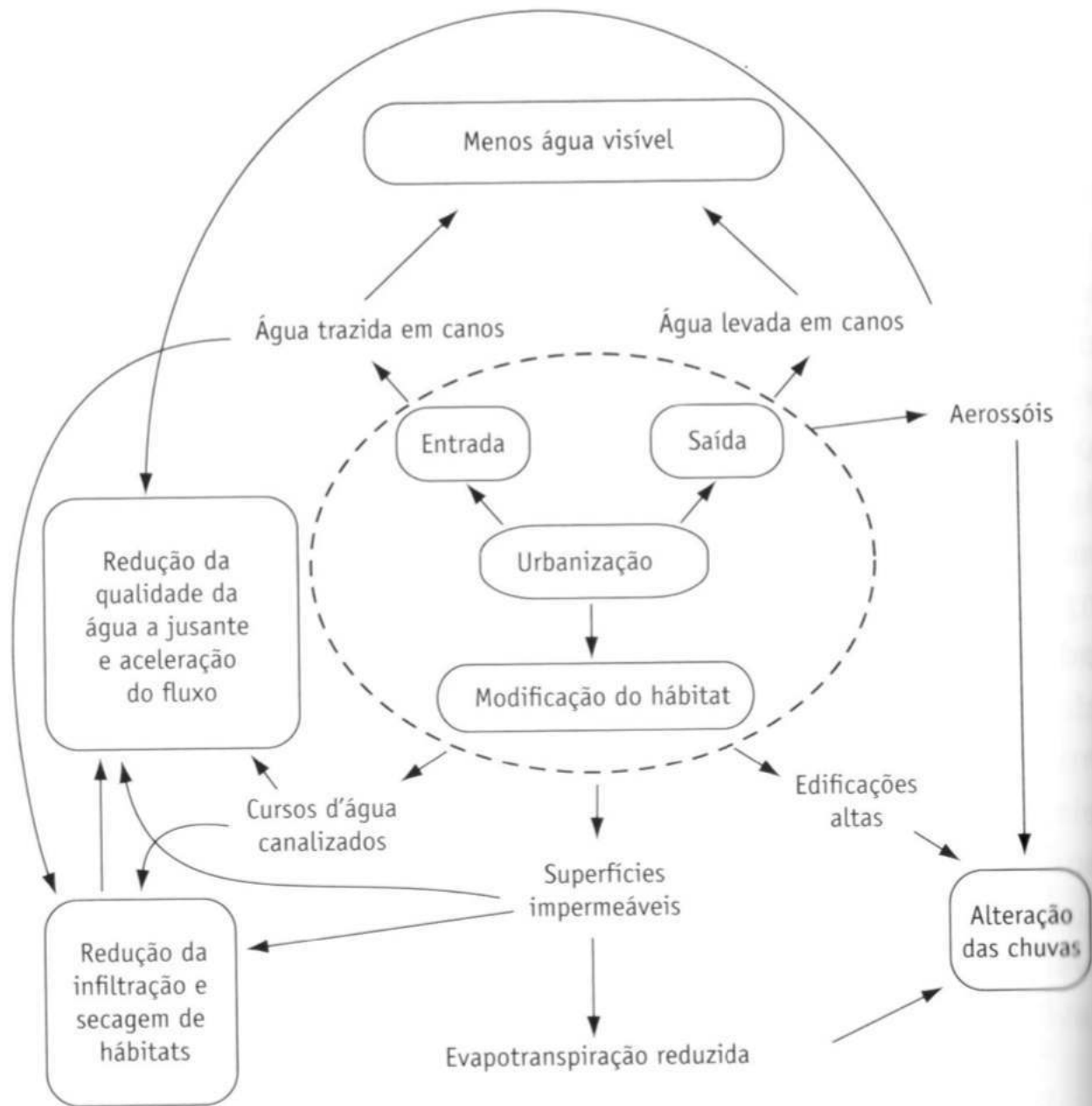


Fig. 3.21 A série de causa e efeito que vai da modificação do hábitat urbano e de suas entradas e saídas até mudanças do ciclo urbano da água

Ciclo urbano da água

- Áreas verdes são essenciais na regulação do ciclo da água em ambientes urbanos

The water footprint of a country is defined as the volume of water needed for the production of goods and services consumed by the inhabitants of the country.

amount of freshwater available

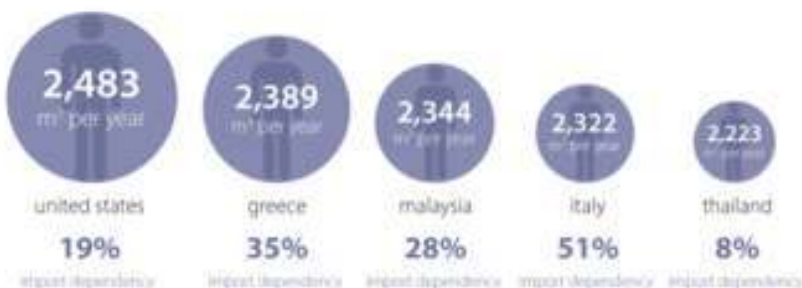


countries most dependent on water imports



70%
of existing freshwater is withdrawn for irrigation in agriculture

the highest water footprints per capita



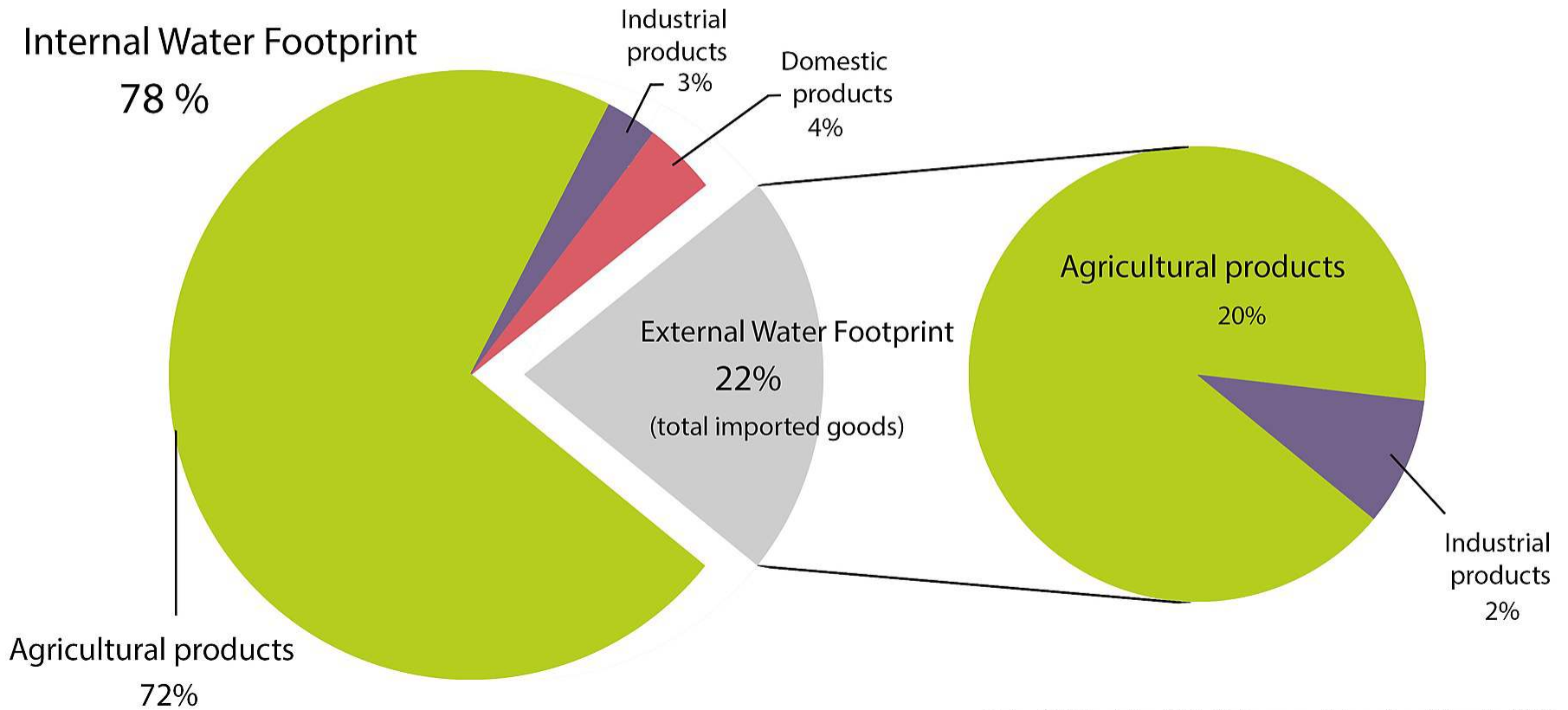
highest renewable water resources



water footprint of different foods



Global Water Footprint by sector



Data: A.Y. Hoekstra, M.M. Mekonnen, University of Twente, 2011

Ciclo do Nitrogênio em ambientes urbanos

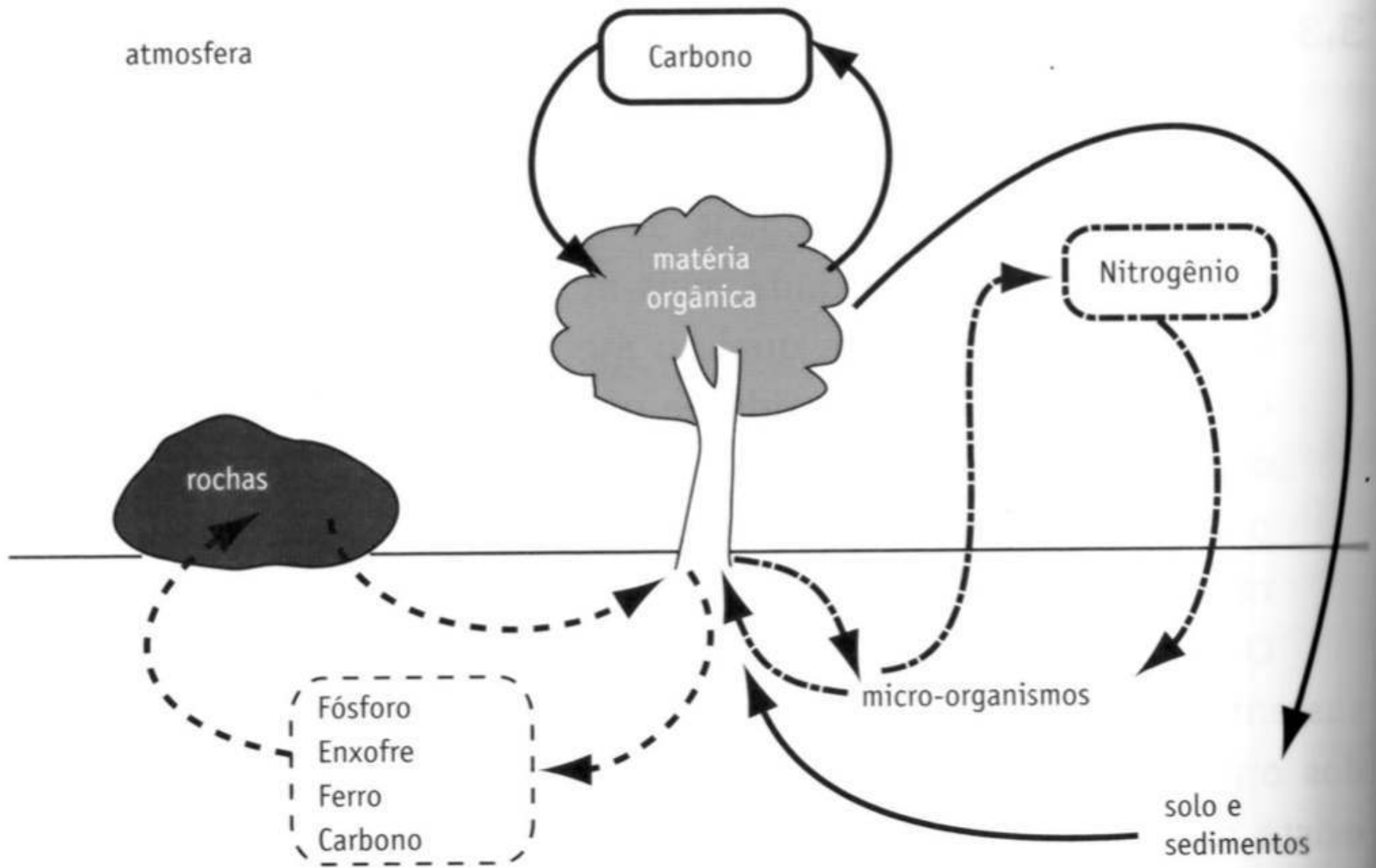
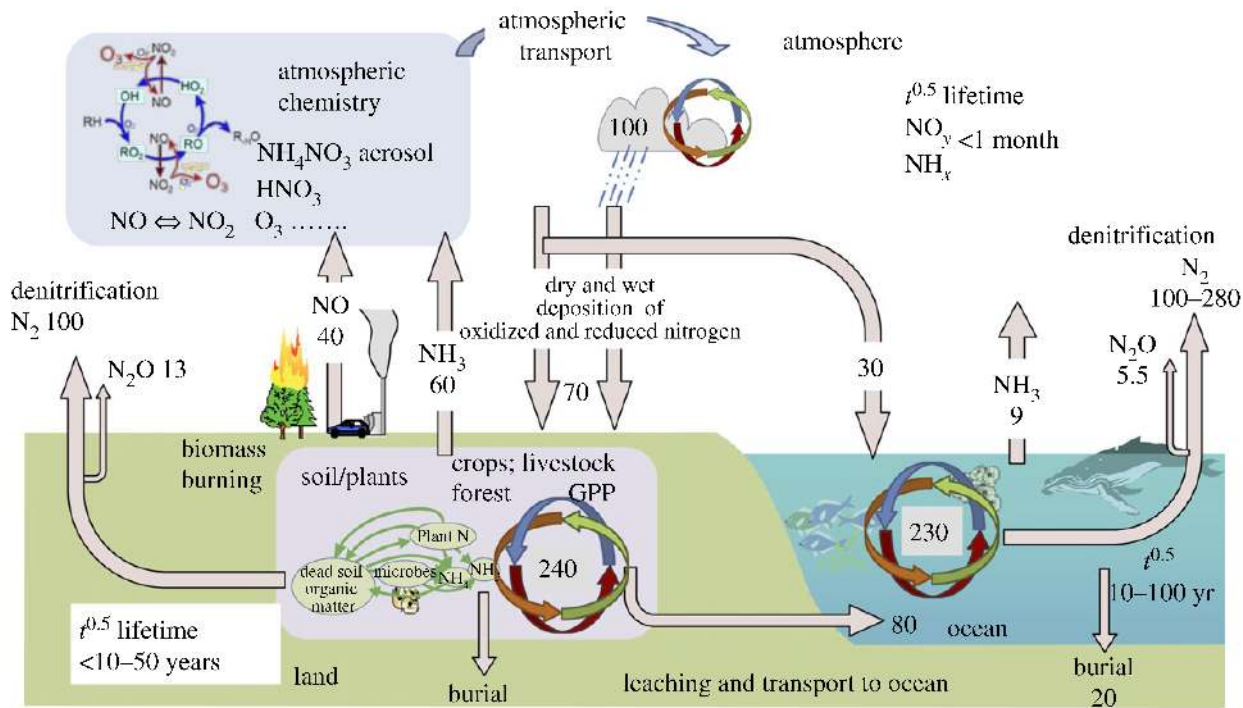


Fig. 3.22 Ciclos e reservatórios de cinco nutrientes com importância biológica

Ciclo do nitrogênio

- Para que é usado: aminoácidos e ácidos nucléicos
- É abundante no ar, mas a maioria não está disponível biologicamente
 - Nutriente essencial para produtores primários (NPK)
- Limitante em ecossistemas terrestres
 - Ambientes aquáticos são limitados por fósforo
- Necessita de bactérias para fixação



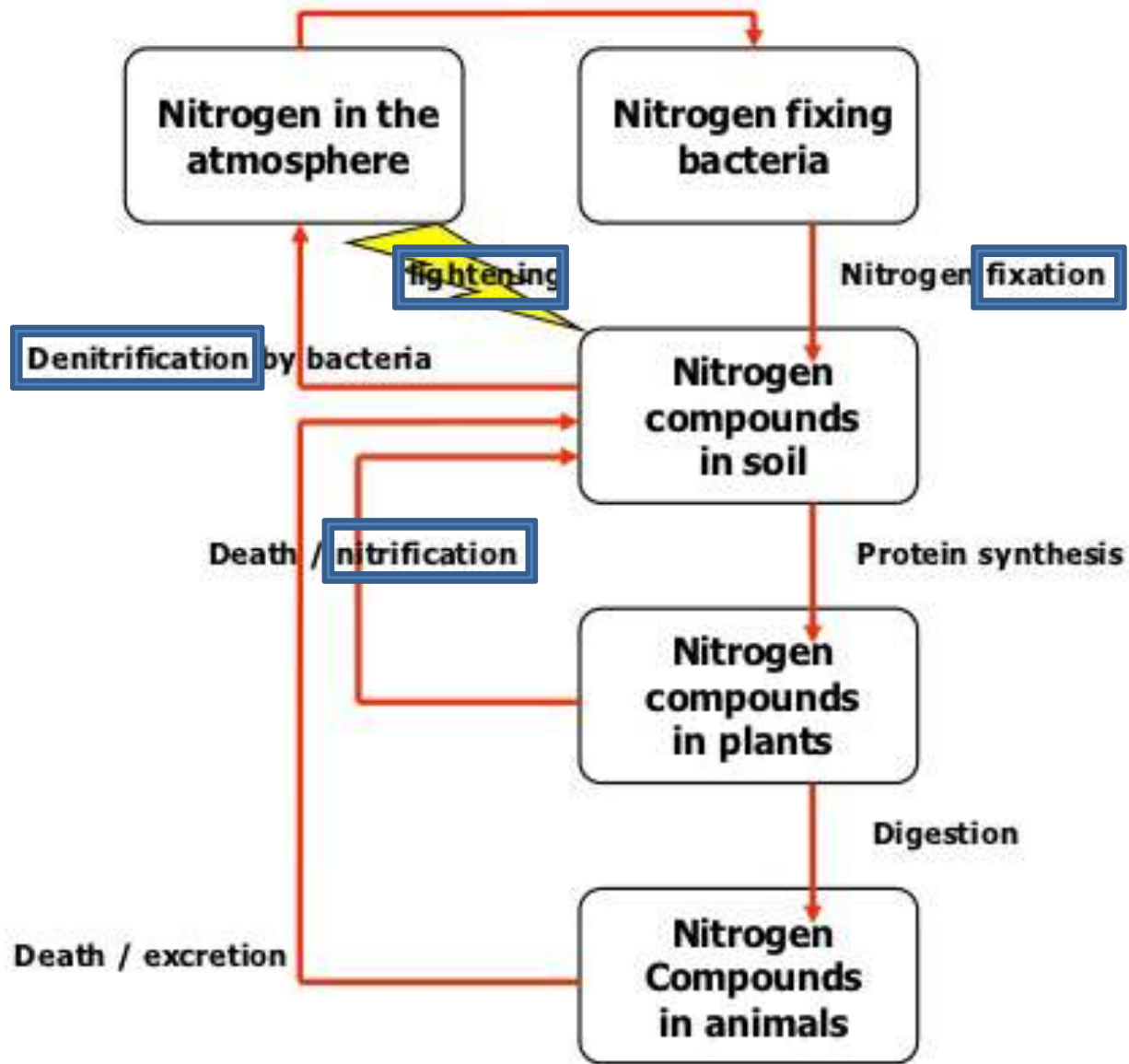
Tendência de aumento da disponibilidade de N na atmosfera no Séc. XXI

Principal reservatório



Atmosfera

Figure 2. The processing and fluxes of reactive nitrogen in terrestrial and marine systems and in the atmosphere (Tg N yr⁻¹), showing the dominant forms of the N_r in the exchanges and the magnitude of the boundary fluxes, and approximate lifetimes, integrated over global scales.



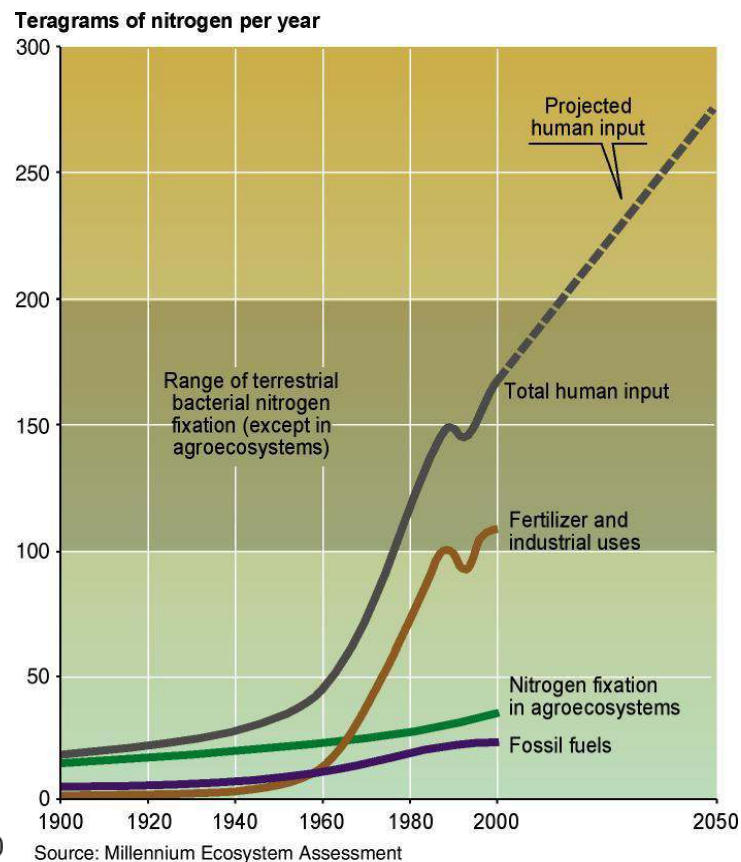
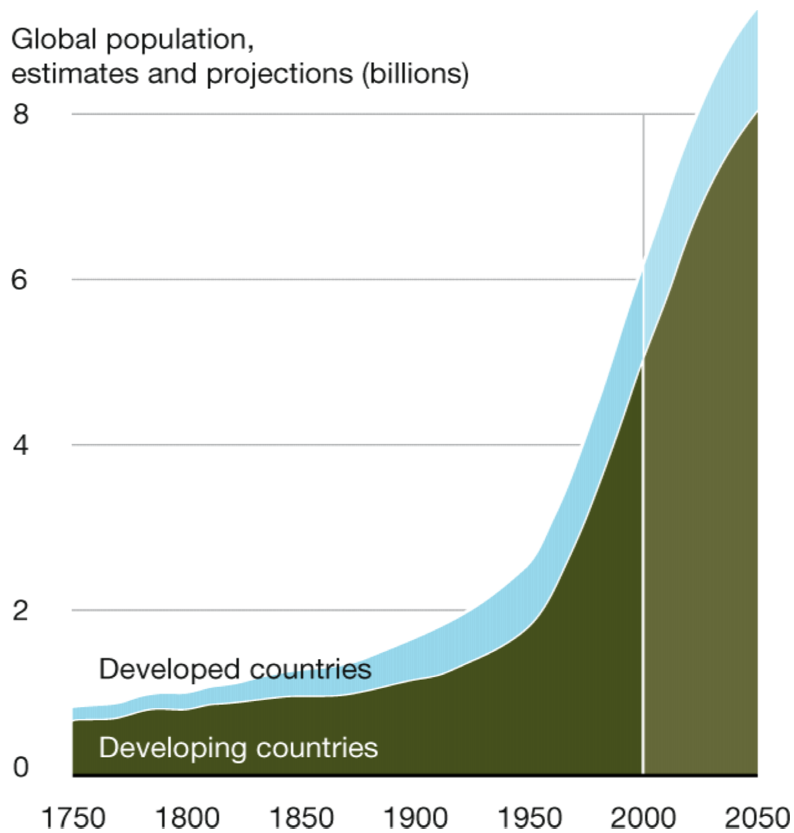
Denitrificação

É a conversão de nitrato (NO_3^-) no gás óxido nítrico (NO) e, posteriormente em N_2 :

- Ocorre em solos anaeróbicos, sedimentos anóxicos, e fundo de ambientes aquáticos.
- Feita por bactérias heterotróficas, como *Pseudomonas denitrificans*.
- É fundamental para a decomposição de matéria orgânica em solos e sedimentos sem O_2 .

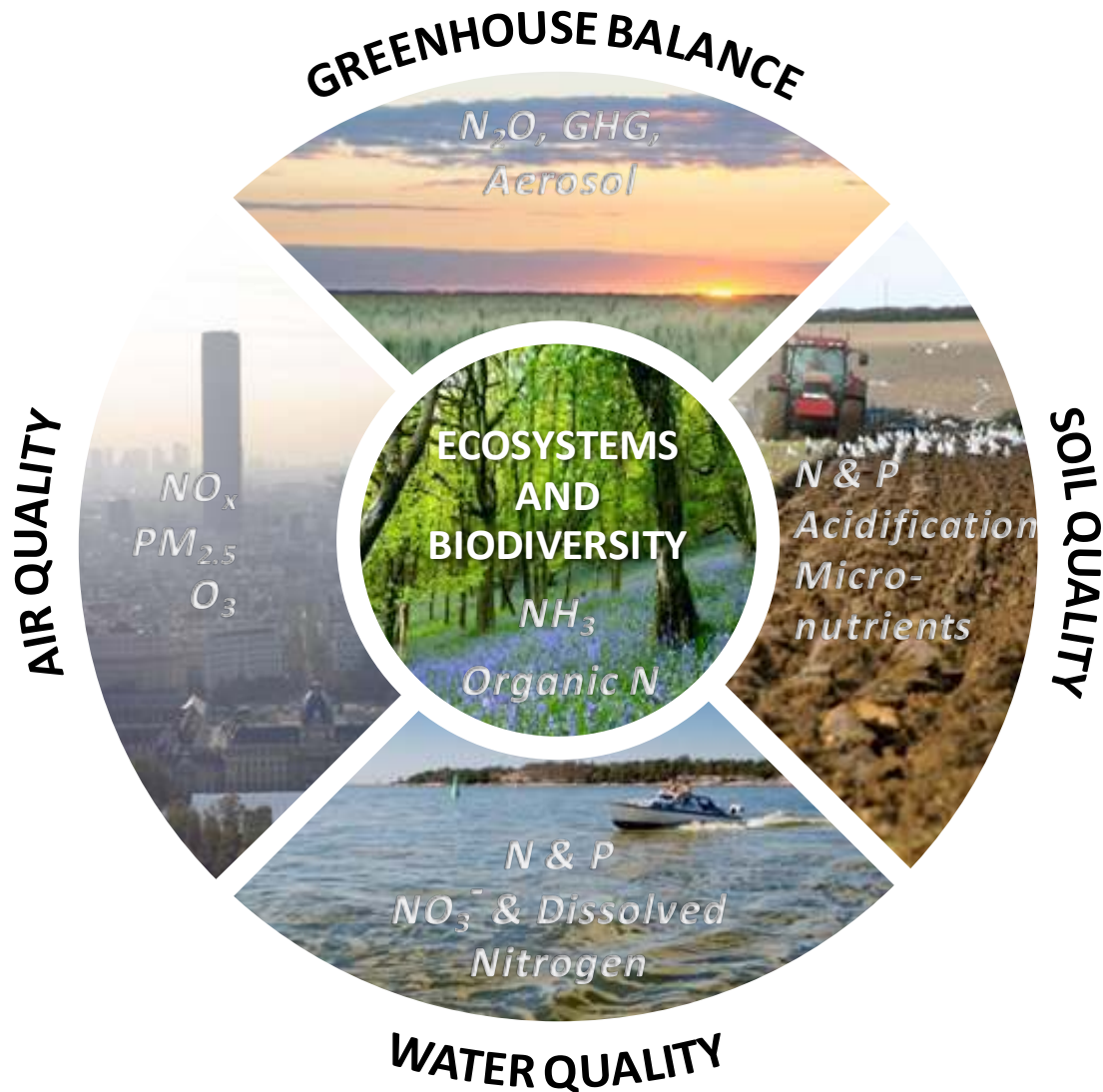
Grande desafio do Séc. XXI:

Como alimentar uma população projetada de 9 bilhões de pessoas em 2050 sem alterar ciclos biogeoquímicos?



UNEP, 2009

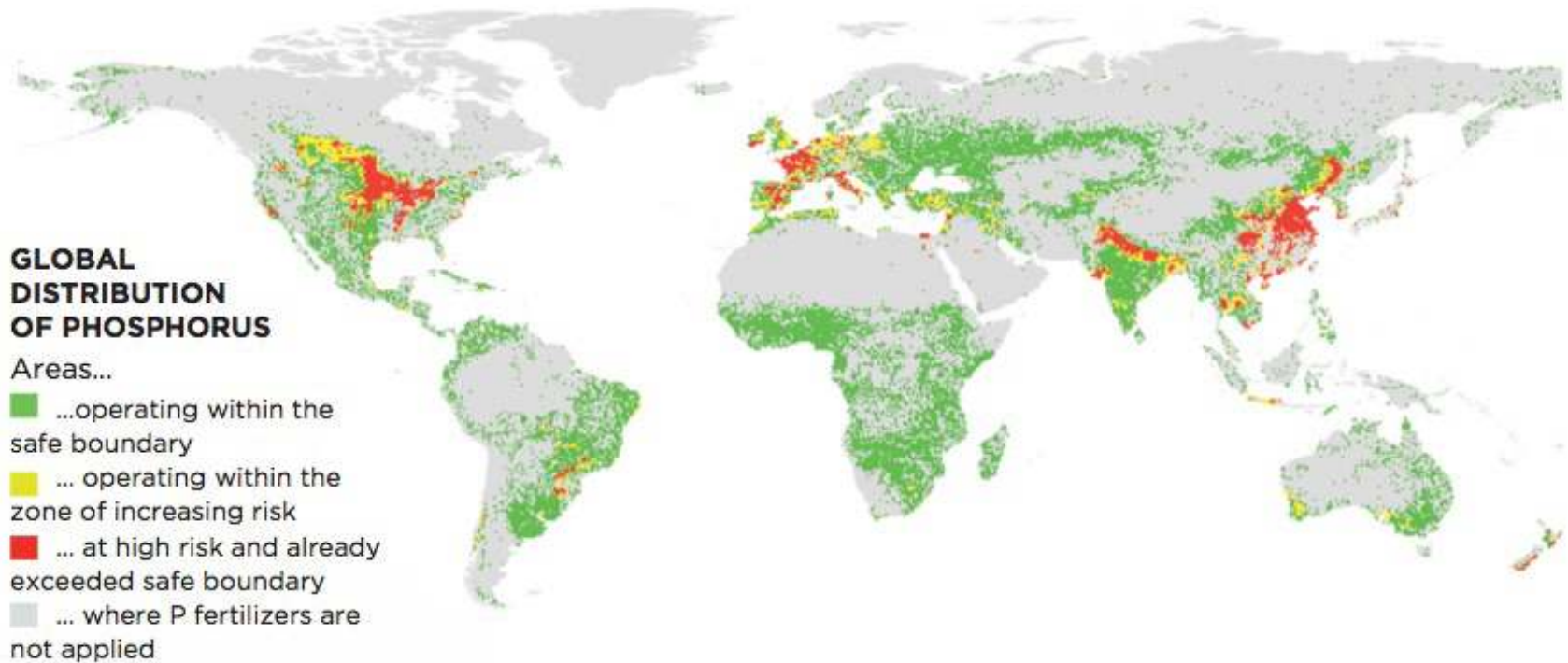
As cinco ameaças do excesso de Nitrogênio



Ciclo urbano do N

- Humanos imitam a ação de bactérias e aumentam a fixação de N com calor e combustão
- Fertilizantes
 - Usam 2% da energia anual do mundo
 - 5% do gás natural do mundo

Crise global e esgotamento do ciclo do Fósforo

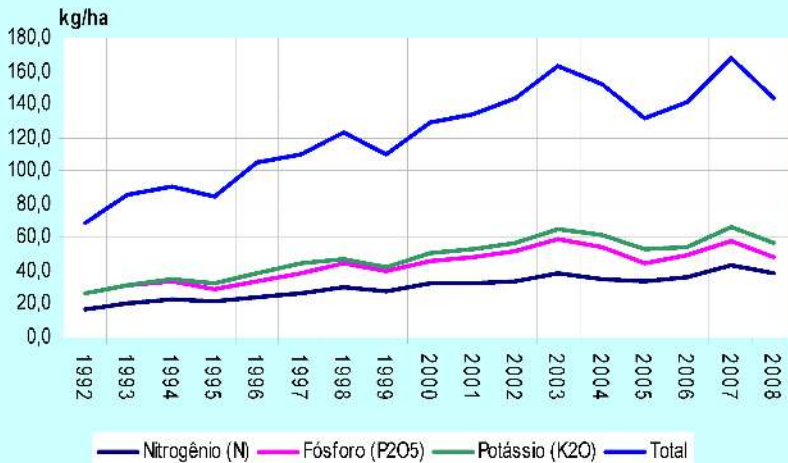


18/06/2012 10h23 - Atualizado em 18/06/2012 10h23

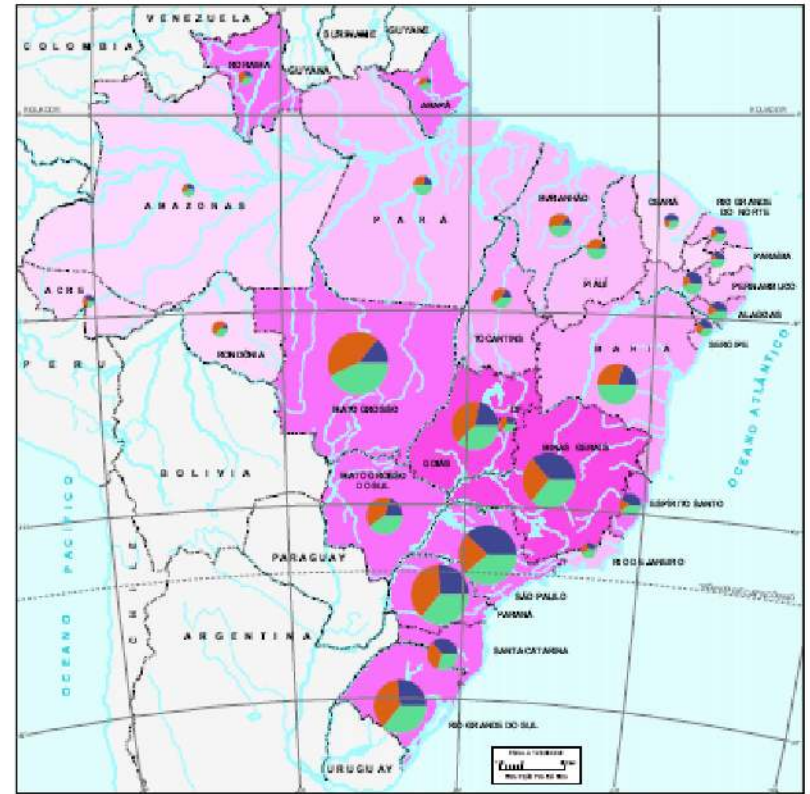
Uso de fertilizante no Brasil mais que dobra em 8 anos, diz IBGE

Pais liderou consumo de agrotóxico no mundo em 2008. Estudo alerta para ameaças à saúde da população e ao meio ambiente.

Gráfico 8 - Quantidade comercializada de fertilizantes por área plantada - Brasil - 1992 - 2008



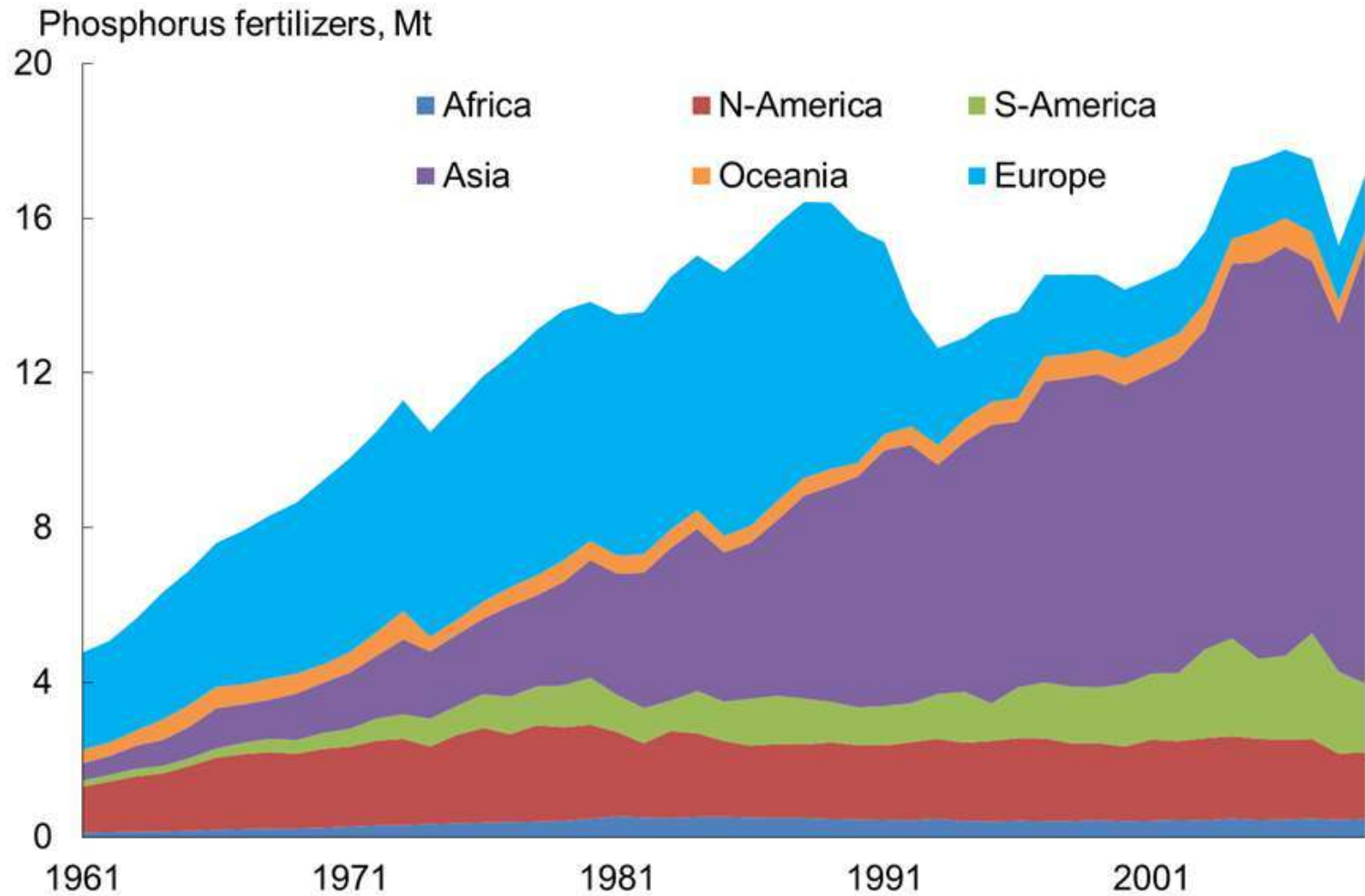
Mapa 2 - Venda de fertilizantes - 2008



Venda por unidade de área cultivada (kg/ha)	Nutrientes	Volume de vendas
67 a 308	<ul style="list-style-type: none"> Nitrogênio Fósforo Potássio 	<ul style="list-style-type: none"> 1.507.074 806.773 1.436
33,1 a 725		
72,6 a 121,9		
132,0 a 81,7		
181,8 a 262,0		

Fonte: Anuário estatístico do Brasil (Anuário Estatístico do Brasil - Anuário Estatístico do Brasil) - 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 04/06/2009.

Consumo global de fertilizantes (P) 1961-2010



FAOSTAT data 2010

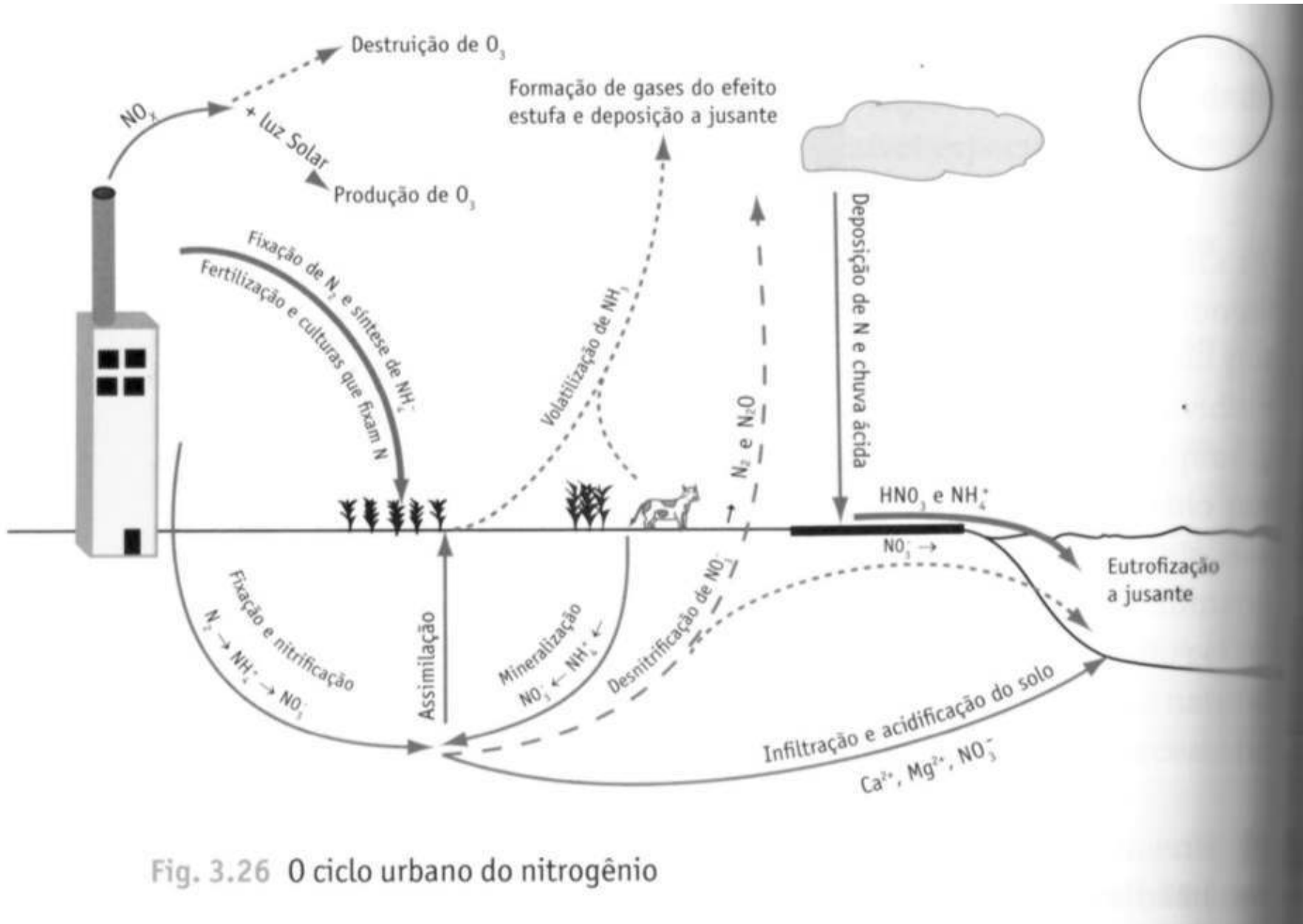


Fig. 3.26 O ciclo urbano do nitrogênio

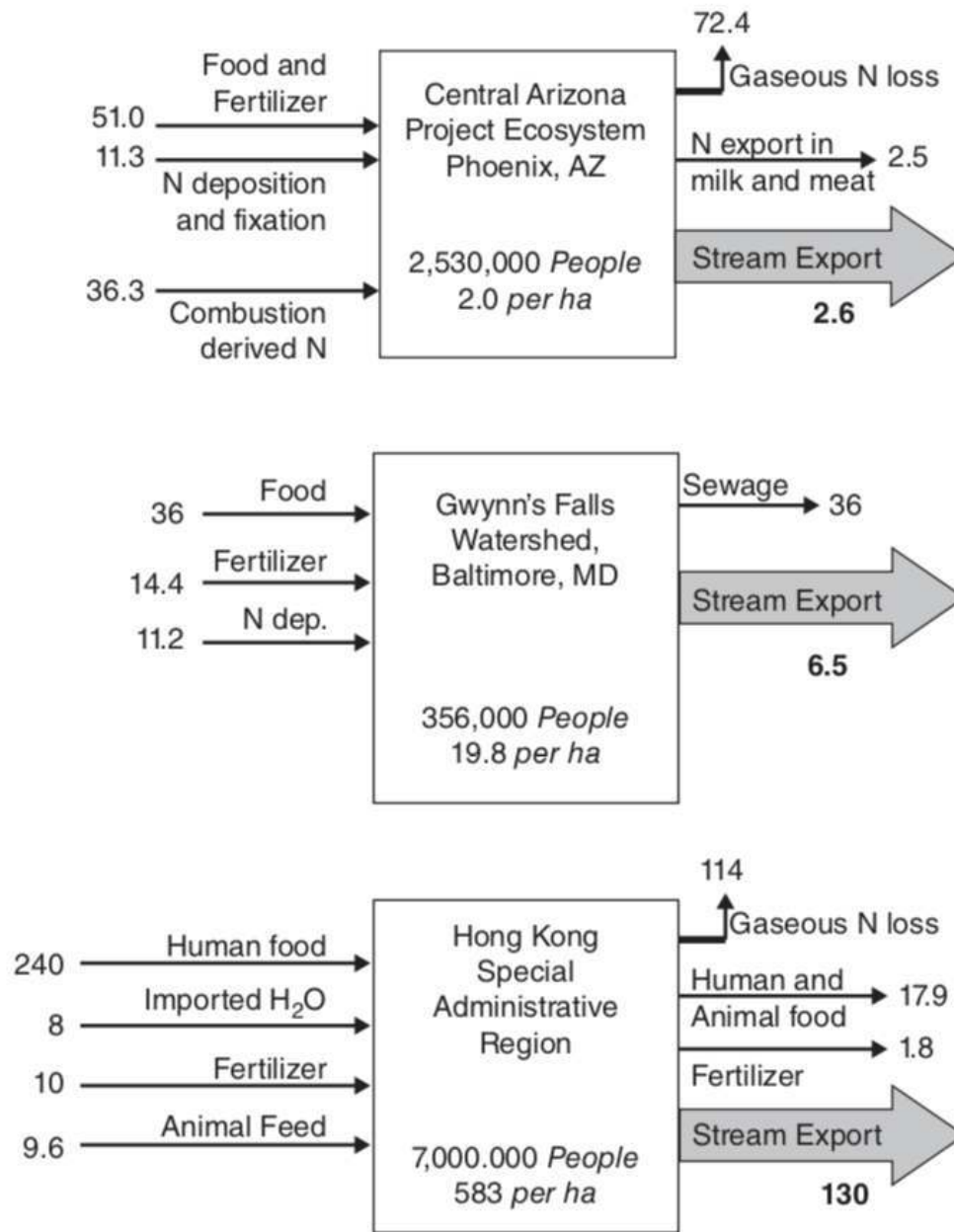


Figure 5.7 The nitrogen mass balance of three cities, showing inputs and outputs of nitrogen: Phoenix, Arizona, USA; Gwynn's Falls Watershed, Baltimore, USA; and the Hong Kong Special Administration Area. Bernhardt et al. 2008, figure 2. Reproduced with permission of John Wiley & Sons.

Ciclo urbano do N

- Aumento das entradas
 - Alimentos
 - Dejetos de animais
 - Fertilizantes
- Aumento de saídas
 - Resíduos humanos
 - Exportação de nitratos na água e ar
- Redução da reciclagem
 - Excedente fica na própria cidade

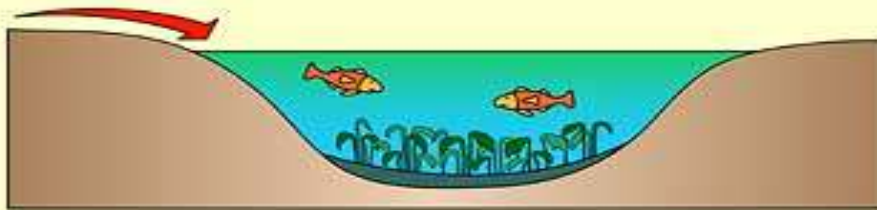
Ciclo urbano do N

- Alterações do ciclo da água podem reduzir a desnitrificação
 - Só ocorre na ausência de O_2
 - Baixa infiltração de solos faz com que a camada de solo seja baixa, com mais O_2
 - Drenagem de áreas úmidas reduz capacidade de armazenar N ou de desnitrificação
- Gramados podem agir como poço/sumidouro para N

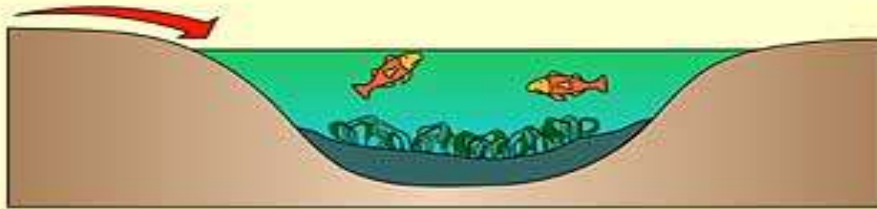
Eutrofização

- Processo natural de enriquecimento de nutrientes (produtividade) de corpos d'água ao longo do tempo (sucessão)
- Ações humanas **aceleram** esse processo bruscamente
- Fertilizantes são lixiviados dos campos de cultivo pela chuva
- Água fica então rapidamente enriquecida de nutrientes

Fertiliser run-off



1. Algae grow fast, using up lots of oxygen and blocking sunlight



2. Aquatic plants begin to die

3. Dead matter provides food for microbes ...

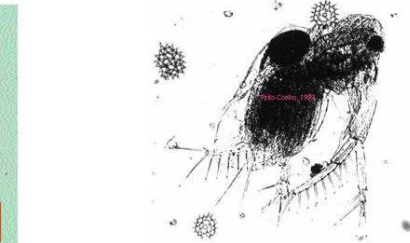
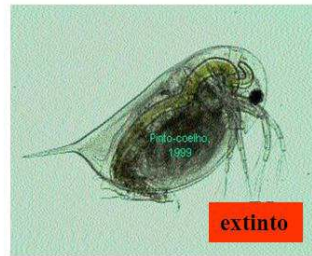
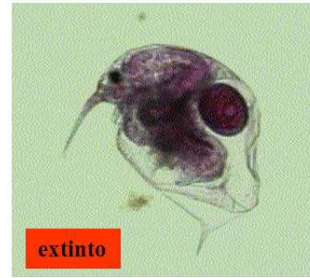
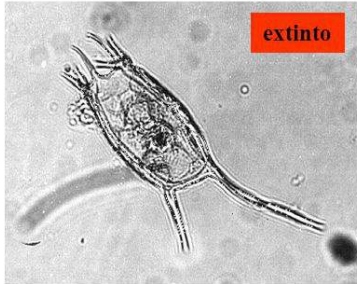


4. ... increasing the competition for oxygen

5. Water becomes deoxygenated - fish die

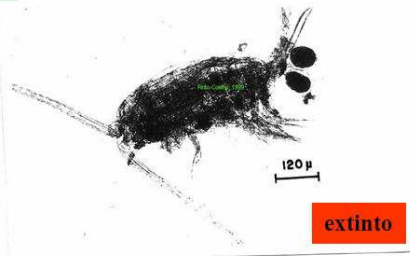
Esgoto e resíduos da agricultura são decompostos por bactérias, adicionando Nitrogênio e fósforo à água

Zooplâncton da Pampulha:



O zooplâncton vem sofrendo com a degradação da represa da Pampulha. Muitas espécies não resistiram ao incremento da eutrofização e desapareceram do sistema (Fig. 30).

Fig. 30 - Exemplos de espécies que compõem o zooplâncton do Reservatório da Pampulha. Algumas espécies ilustradas foram extintas em decorrência do avanço da eutrofização. Fotos: RMPC.



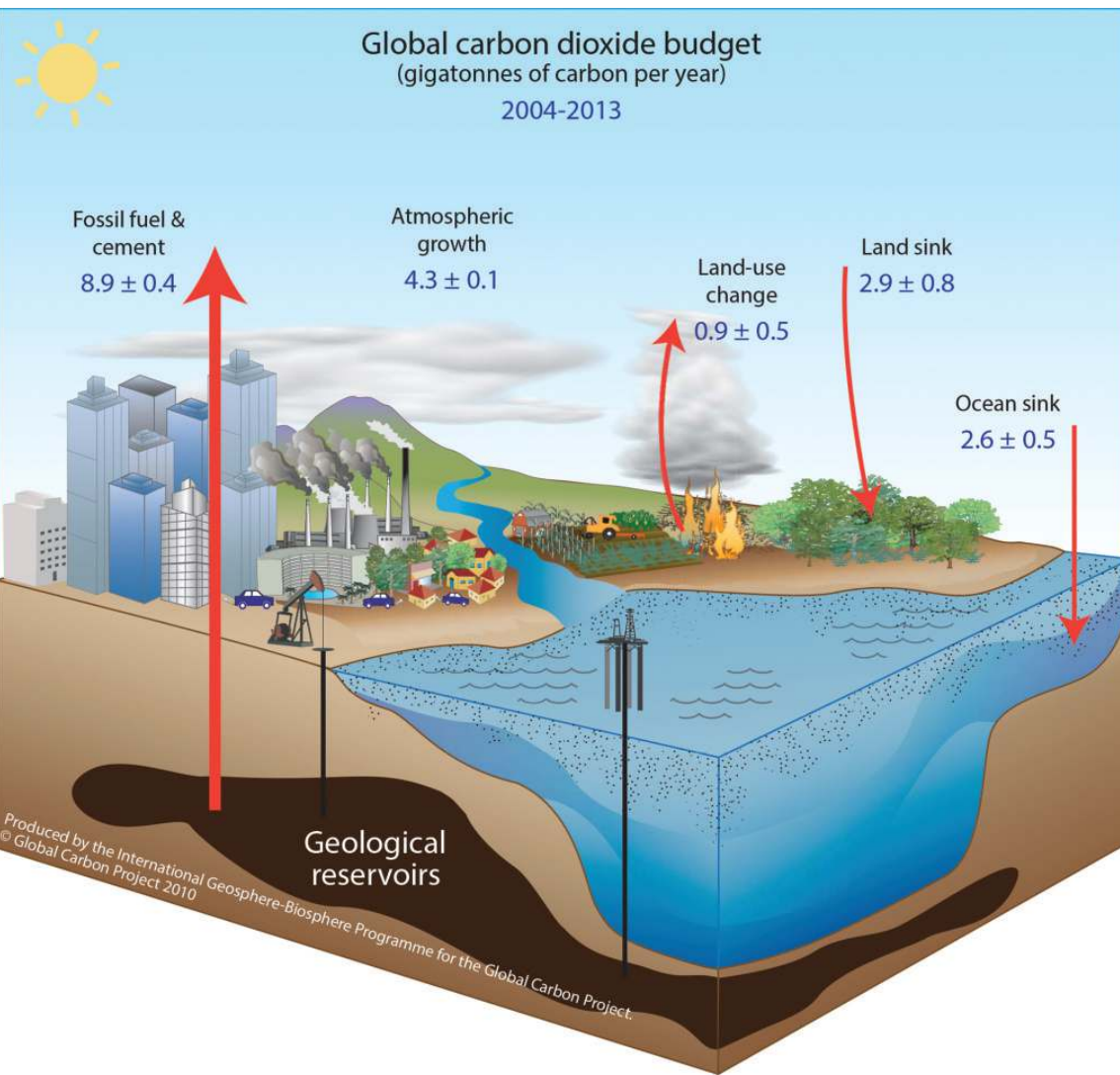
Eutrofização

- *Bloom* de algas recorrente
- Alteração da composição de spp do zooplâncton
- Tamanho do corpo das spp
- Alteração de cadeia trófica com aumento da abund spp de topo de cadeia, superpopulação de aves

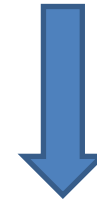
Ciclo do Carbono em ambientes urbanos

Porque precisamos de Carbono?

- Fotossíntese (transformação de energia solar em química)
- Componente de biomoléculas

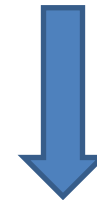


Principais reservatórios



Combustíveis Fósseis, rochas sedimentares, atmosfera

Principal fluxo



Atmosfera – Plantas
(Fotossíntese/Respiração)

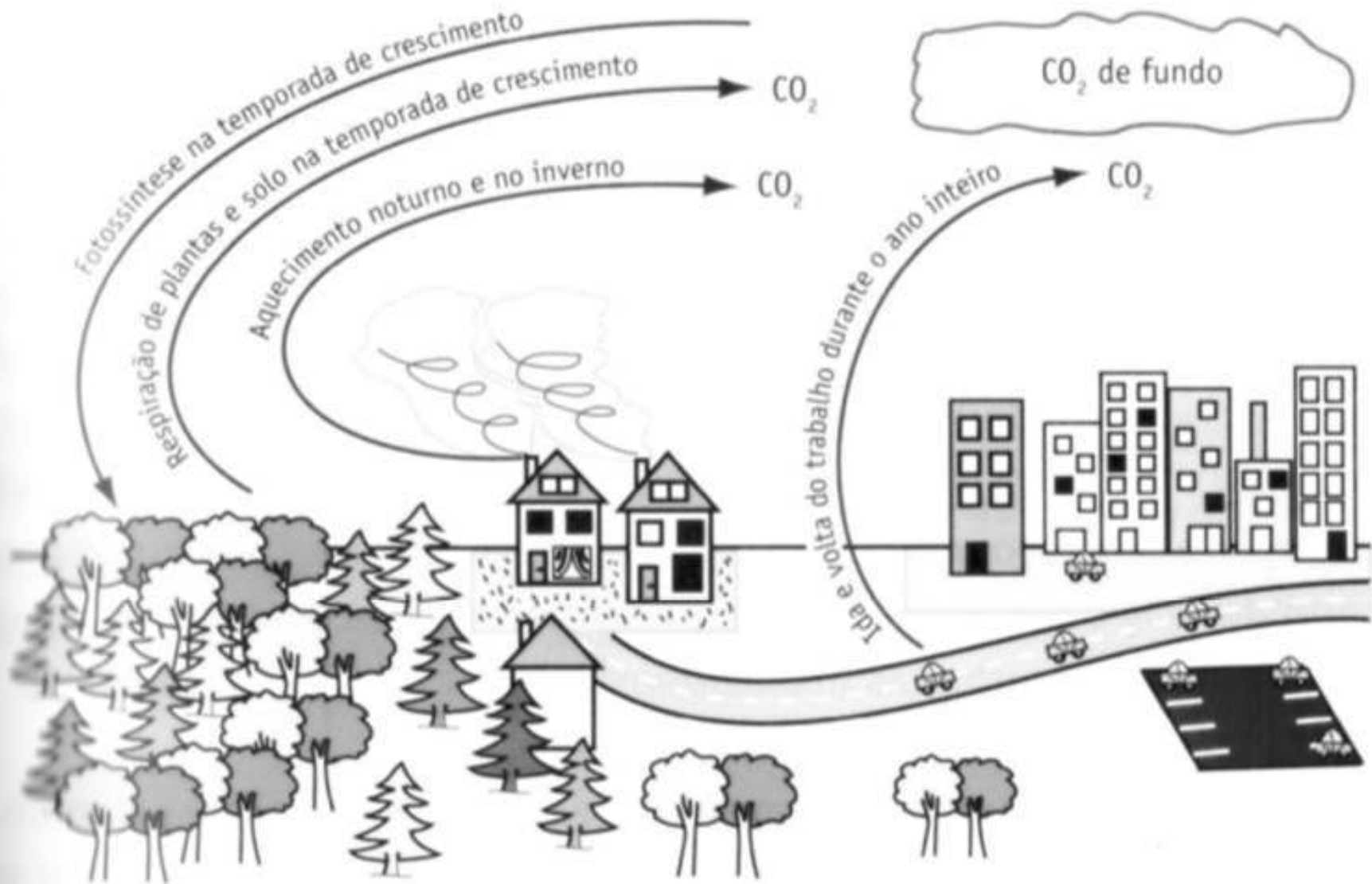
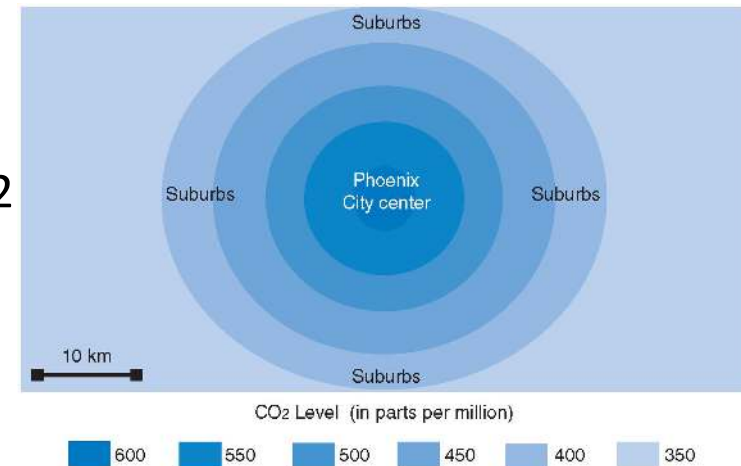


Fig. 3.33 O ciclo do carbono em áreas urbanas

Ciclo urbano do Carbono

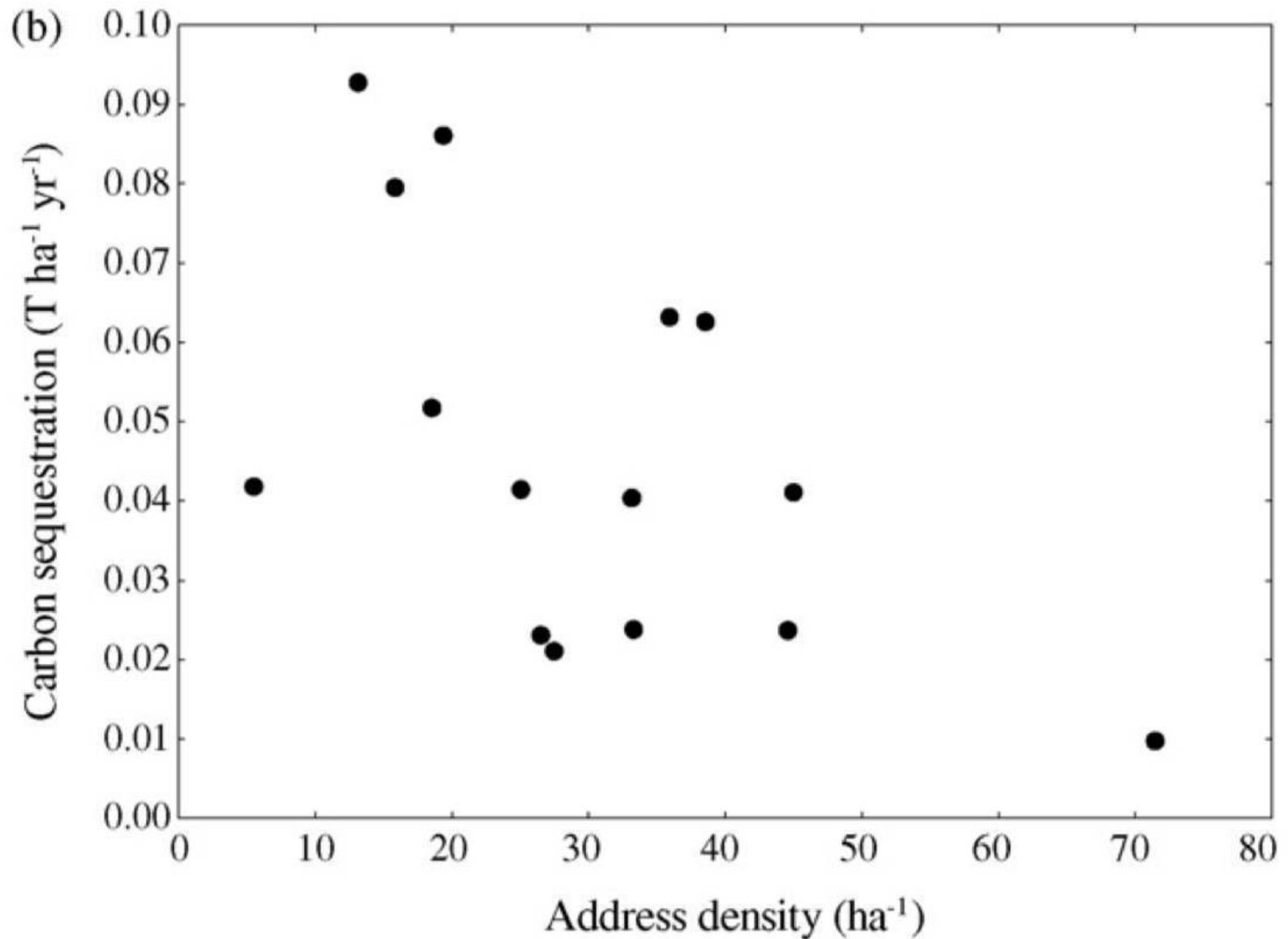
- Queima de combustíveis fósseis
 - Áreas urbanas têm 50% mais CO₂ do que áreas circundantes
 - Nível maior à noite e pela manhã
 - Baixa densidade de moradias espalham CO₂ por uma área maior
 - CO => veículos (90%)
 - Plantas se beneficiam do CO₂ parte do excesso
 - Solo contaminado



Ciclo urbano do Carbono

- Placas de grama podem armazenar até 1 ton/ha até 30 anos depois do plantio

Amostra de cidades no UK

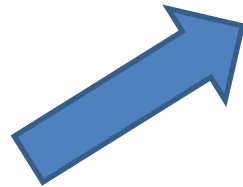


O que é o efeito estufa?

- Os gases (dióxidos de C e S) permitem a entrada de energia solar, que junto com o vapor d'água (nuvens) impedem a saída do calor

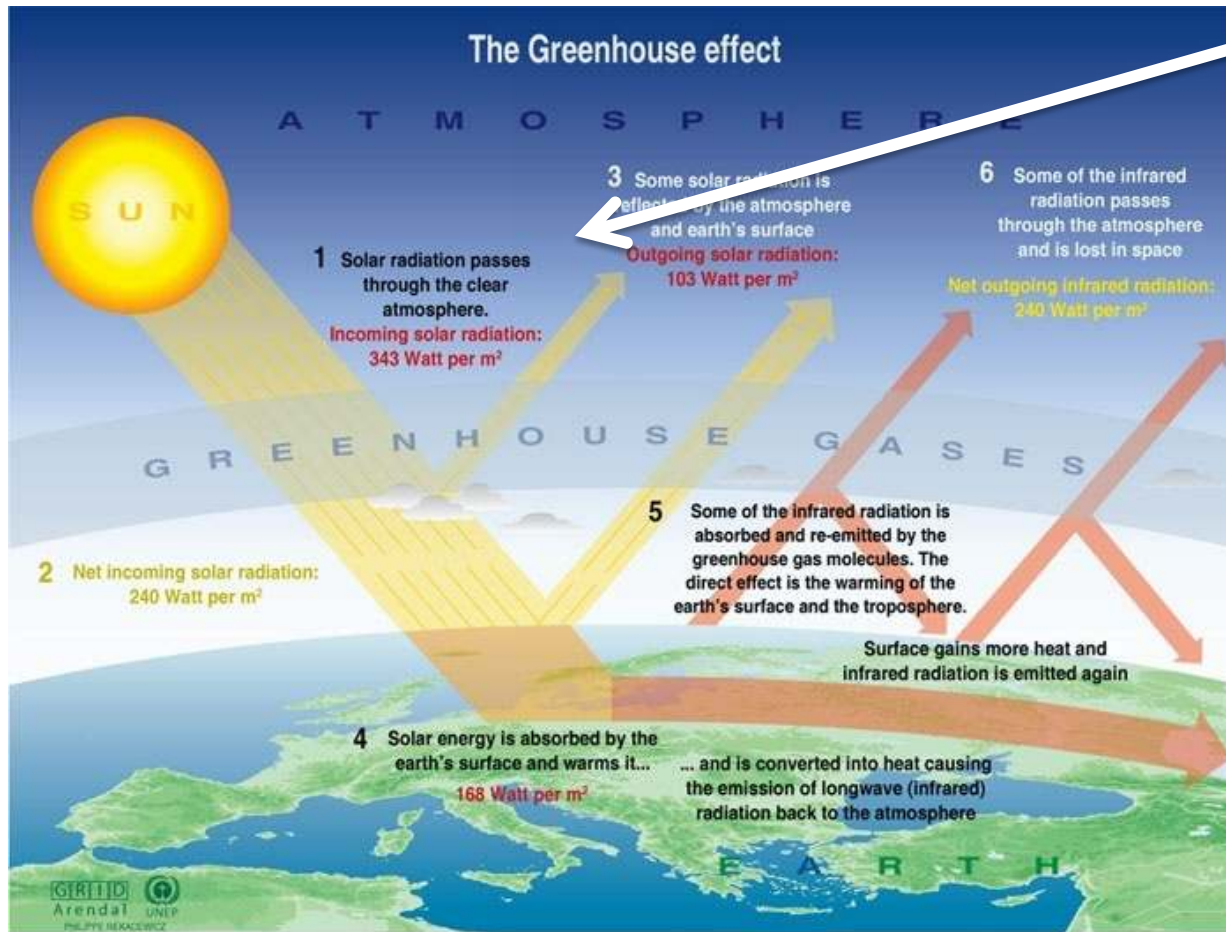


Efeito estufa



Quanto maior a concentração dos gases, mais calor é aprisionado

Efeito estufa



Gases de efeito estufa não absorvem comprimento de luz visíveis (só UVR)

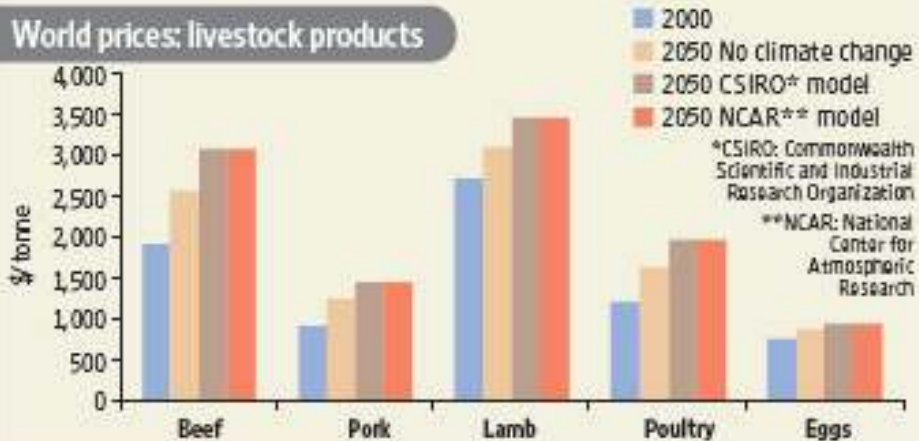
Sources: Okanagan university college in Canada, Department of geography, University of Oxford, school of geography; United States Environmental Protection Agency (EPA), Washington; Climate change 1995, The science of climate change, contribution of working group 1 to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change, UNEP and WMO, Cambridge university press, 1996.

Aquecimento global e produtividade agrícola

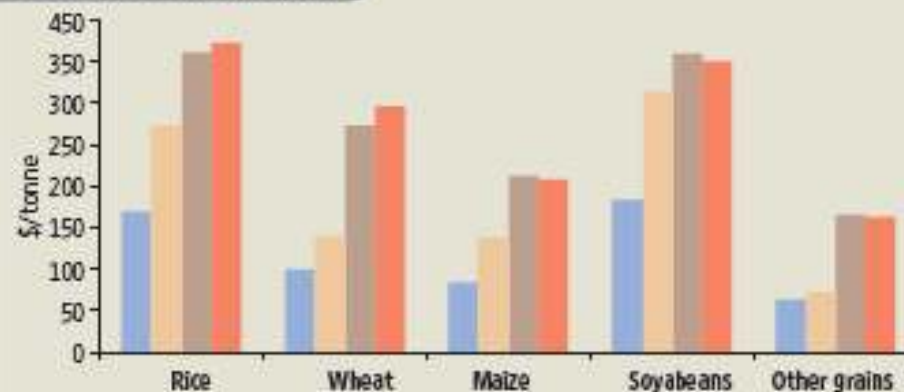
PRICE FACTOR

Prices for the most critical commodities would increase between 2000 and 2050, says the Ifpri report. Climate change will worsen the situation.

World prices: livestock products



World prices: major grains



Source: Climate Change: Impact on Agriculture and Costs of Adaptation

Impacto na indústria agropecuária

Preços de alimentos podem subir devido ao aquecimento e diminuição da produtividade

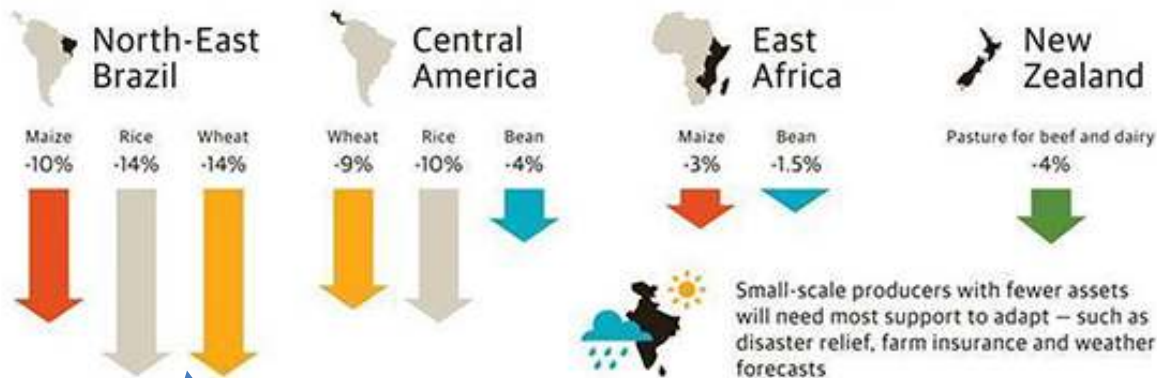
Compromete segurança alimentar mundial

The future of food and farming: 2030s

In the 2030s, climate change will affect food and farming more strongly, particularly small-scale producers in poor countries



Crop and pasture yields are likely to decline in many places



Como mudanças globais podem afetar a economia?

Consequências macroeconômicas

Brasil => Exportador de *commodities* (~ 51% das exportações anuais entre 2007-10), principalmente soja e derivados, café, milho e carne bovina

SUSTENTABILIDADE

Mortalidade de árvores na Amazônia diminui 'sequestro de carbono'

19 MAR 2015 22h18 atualizado às 22h19

As árvores que mais retiram CO₂ da natureza (Shimamoto et al. 2014)

Figueira (*Ficus spp*)



Jequitibá (*Cariniana spp*)



Jatobá (*Hymenaea courbaril*)



Desmatamento pode ter um efeito muito maior pois retira do ambiente árvores que têm grande capacidade de sequestro de carbono

Árvores de floresta madura (Clímax) e com madeira densa (alto valor comercial)

Boom-and-Bust Development Patterns Across the Amazon Deforestation Frontier

Ana S. L. Rodrigues,^{1,2,3*} Robert M. Ewers,⁴ Luke Parry,⁵ Carlos Souza Jr.,⁶ Adalberto Veríssimo,⁶ Andrew Balmford¹

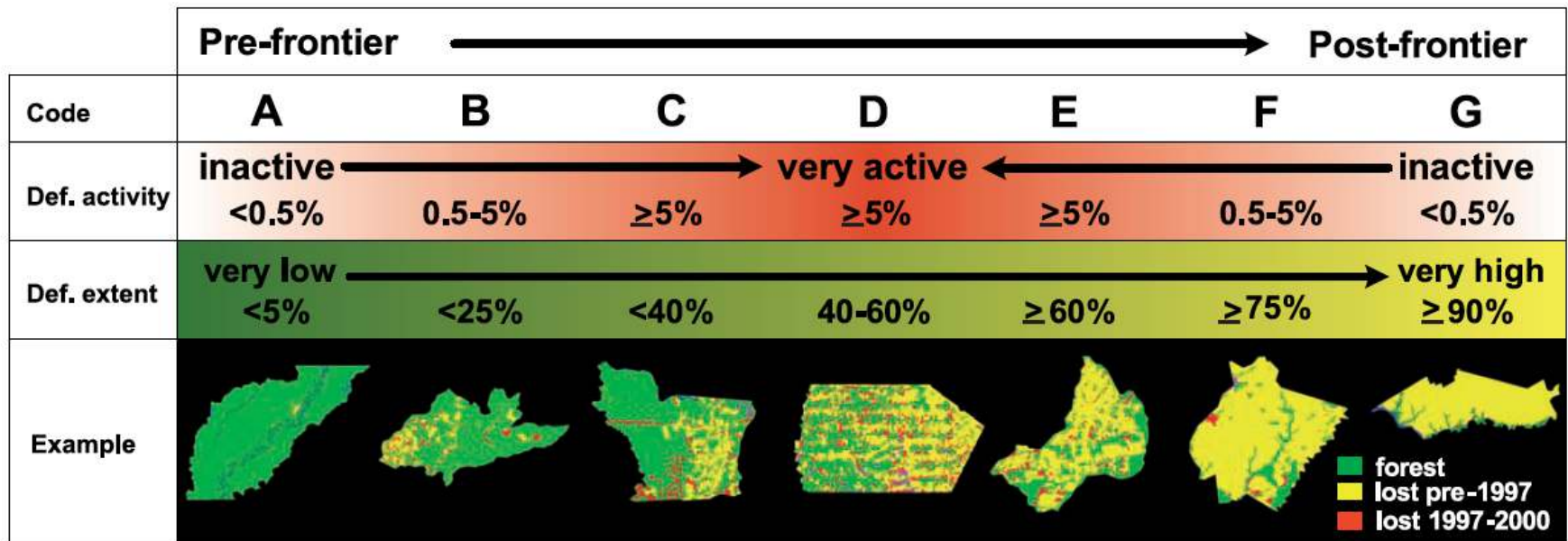
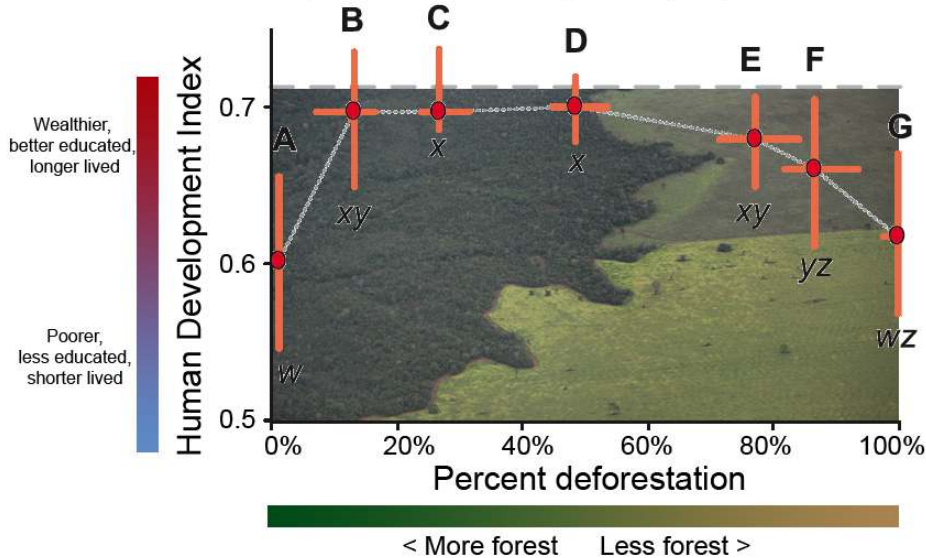


Fig. 1. Definition of frontier classes A to G according to recent deforestation activity (percentage of municipality area deforested between 1997 and 2000) and deforestation extent (percentage of the original forest that had been lost by 2000). A representative municipality is mapped as an example of each class (spatial scale variable) (5, 13).

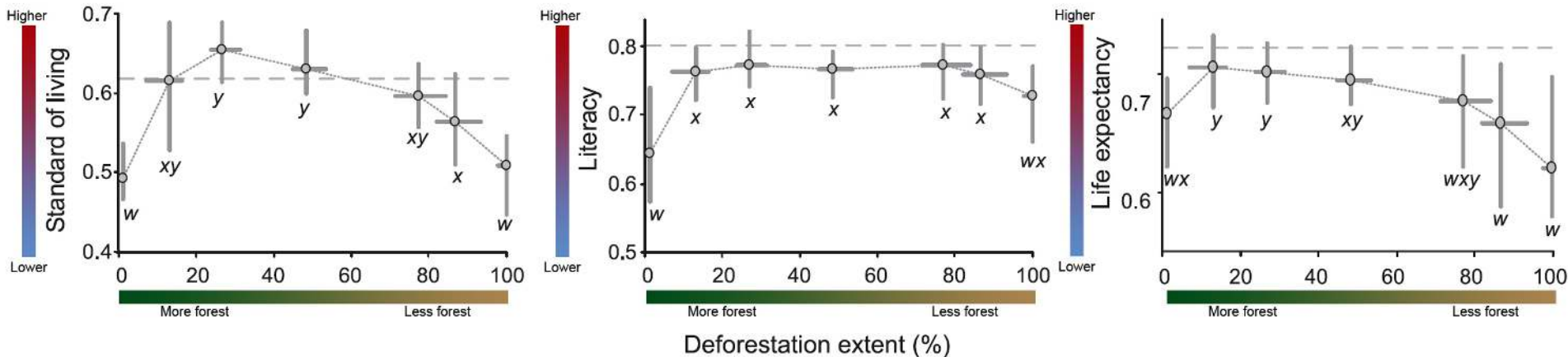
Deforestation and the Human Development Index in the Brazilian Amazon
 chart by mongabay.com based on Rodrigues et al (2009)



Padrão de melhoria inicial de condições de vida e indicadores socioeconômicos, mas piora em seguida para patamares de antes do desmatamento

Prática não é sustentável sob o ponto de vista ambiental e socioeconômico!!

Variation in standard of living, literacy, and life expectancy along a deforestation gradient
 Chart adapted from Rodrigues et al (2009) by mongabay.com



Welfare Outcomes and the Advance of the Deforestation Frontier in the Brazilian Amazon

DANIELLE CELENTANO

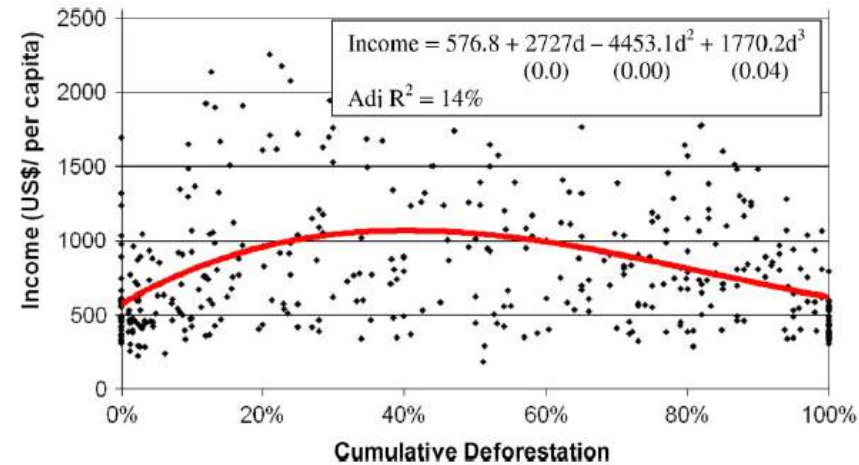
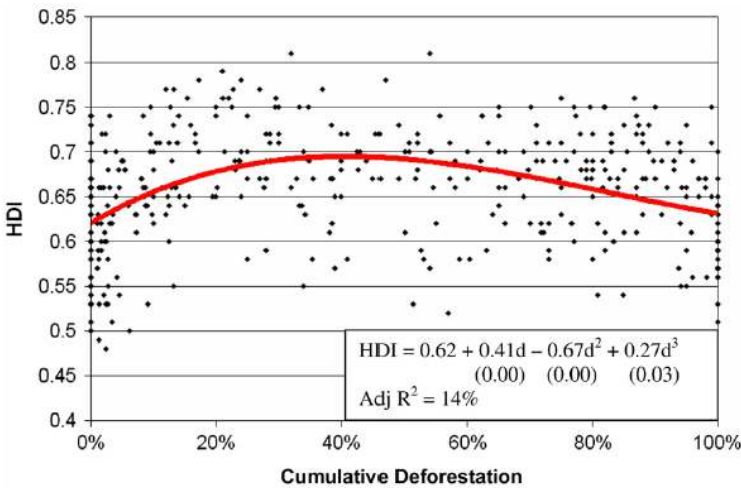
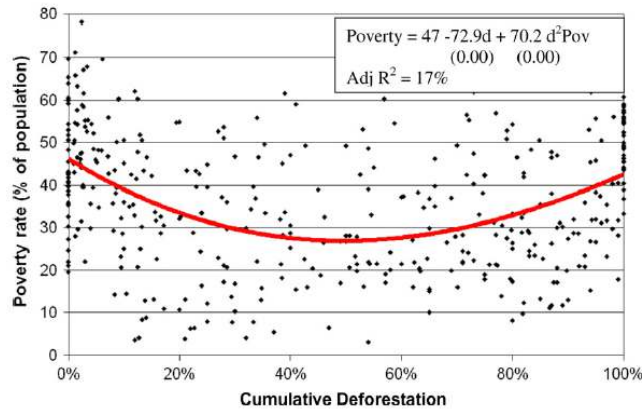
IMAZON (Amazon Institute of People and the Environment), Belém, Brazil

ERIN SILLS

*North Carolina State University (NCSU), Raleigh, USA
 IMAZON, Belém - PA, Brazil*

MARCIO SALES and ADALBERTO VERÍSSIMO*
IMAZON, Belém - PA, Brazil

Mesmos padrões confirmados por estudos subsequentes





CrossMark

sevier.com/locate/worlddev

<http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.10.040>

Busting the Boom–Bust Pattern of Development in the Brazilian Amazon

JILL CAVIGLIA-HARRIS^a, ERIN SILLS^b, ANDREW BELL^c, DANIEL HARRIS^a,
KATRINA MULLAN^d and DAR ROBERTS^{e,*}

- “Maldição dos recursos naturais”
 - Exploração de recursos naturais => ganhos rápidos em bem-estar social, que se dissipam ao longo do tempo
- “Hipótese do desacoplamento” entre desmatamento e bem-estar econômico
 - Desmatamento e desenvolvimento não são correlacionados ao longo do tempo
- Relação se mantém mesmo considerando melhora geral do país no período e autocorrelação espacial
- Ou seja, desenvolvimento econômico não depende da exploração da floresta

Poluição urbana

Poluição urbana

- Surge da amplificação dos processos ecossistêmicos
 - Entrada de alimentos, fertilizantes e materiais
 - Queima de combustíveis fósseis
 - Saída de resíduos domésticos e industriais
 - Acúmulo e exportação de compostos sobre superfícies impermeáveis
- Poluição de fonte não pontual (difusa)

Quadro 3.3 Poluentes urbanos comuns, suas fontes e seu destino

Nome	Fórmula ou abreviatura	Fonte e destino
Dióxido de carbono	CO ₂	Combustíveis fósseis. Distribuído pelo mundo inteiro.
Monóxido de carbono	CO	Combustíveis fósseis. Atmosfera urbana e a sota-vento.
Compostos orgânicos voláteis	COV	Árvores, combustíveis, solventes, refrigerantes. Amplamente distribuídos na atmosfera.
Metano	CH ₄	Combustíveis, rebanhos, aterros sanitários. Amplamente distribuído na atmosfera.
Amônia	NH ₃	Bactérias, fertilizantes. Reage com a água e forma a chuva ácida.
Amônio	NH ₄ ⁺	Bactéria, fertilizantes, excrementos. Corpos d'água a jusante.
Óxidos nítrico e nitroso	NO, N ₂ O	Combustão, desnitrificação. Atmosfera urbana e a sota-vento.
Nitratos	NO ₃ ⁻ ou NO ₂ ⁻	Nitrificação, chuva. Corpos d'água a jusante.
Ácido nítrico	HNO ₃	Óxidos de nitrogênio. Corpos d'água a jusante.
Ozônio	O ₃	Óxidos de nitrogênio, calor e luz solar. Atmosfera urbana e a sota-vento.
Dióxido de enxofre	SO ₂	Combustíveis fósseis, vulcões. Precursor de particulados e chuva ácida.
Particulados	MP _{2,5} , MP ₁₀	Combustão, perturbações. Atmosfera urbana e a sota-vento.

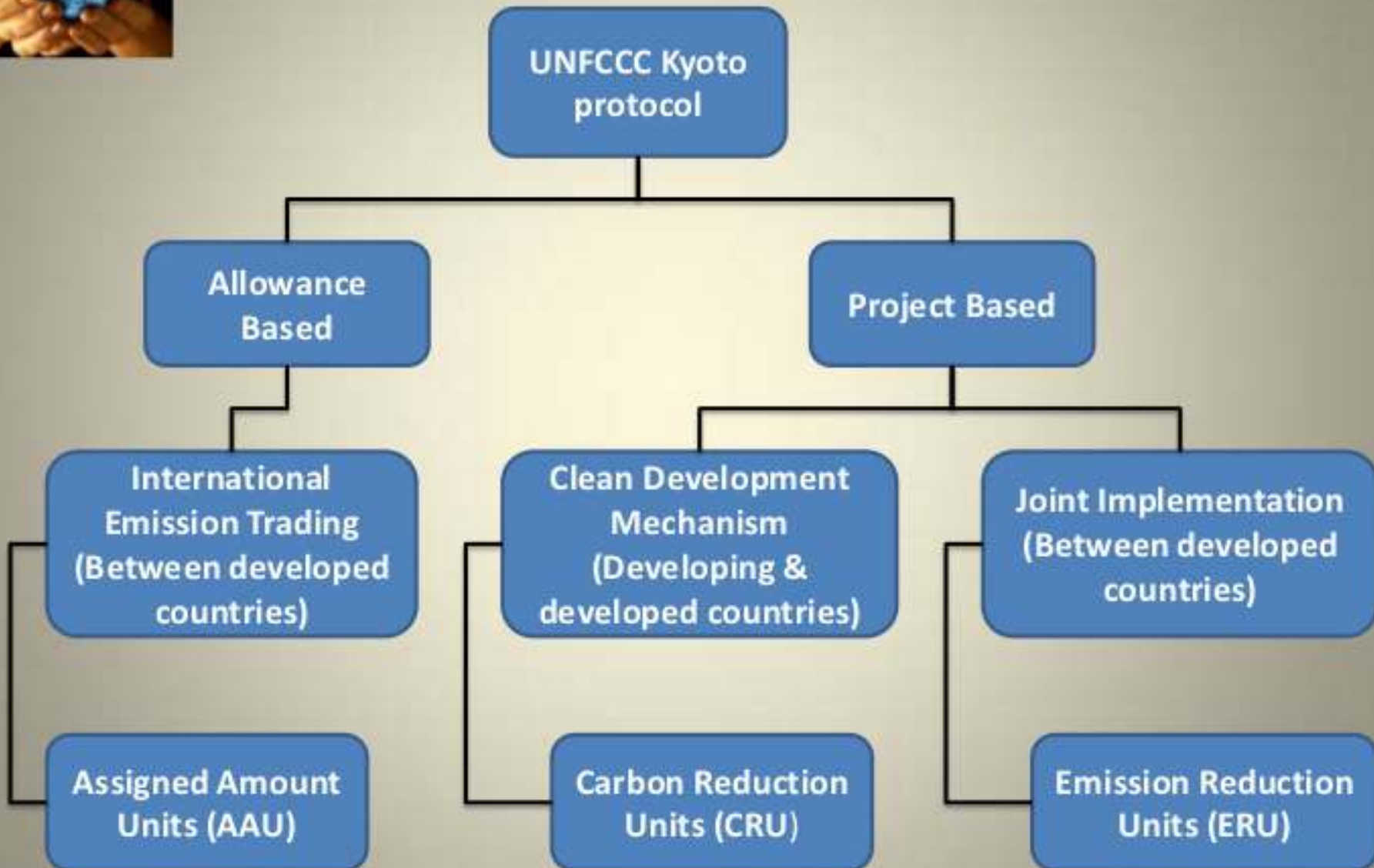
Outros nutrientes

- Enxofre, ferro e fósforo
 - Ambientes urbanos aumentam entrada, mas não há alteração do ciclo

Ações de mitigação



Kyoto Protocol Mechanism



UNFCCC:- United Nations Framework Convention on Climate Change

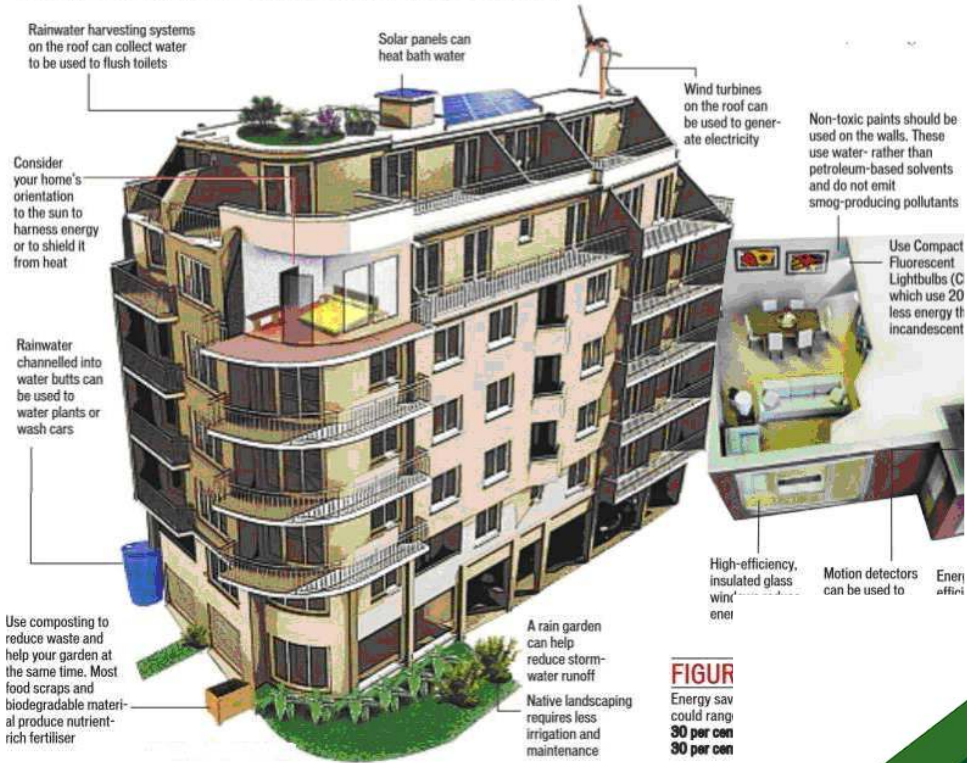
Ações de mitigação

- Reduzir demanda por combustíveis fósseis
 - Transporte público
 - Eficiência da indústria
- Aumento da densidade humana => redução do uso *per capita* de energia

Rodízio de carros em Paris



HOW TO MAKE YOUR BUILDING GREEN



“Green building code”

Uso eficiente de energia, reciclagem de resíduos, painéis solares

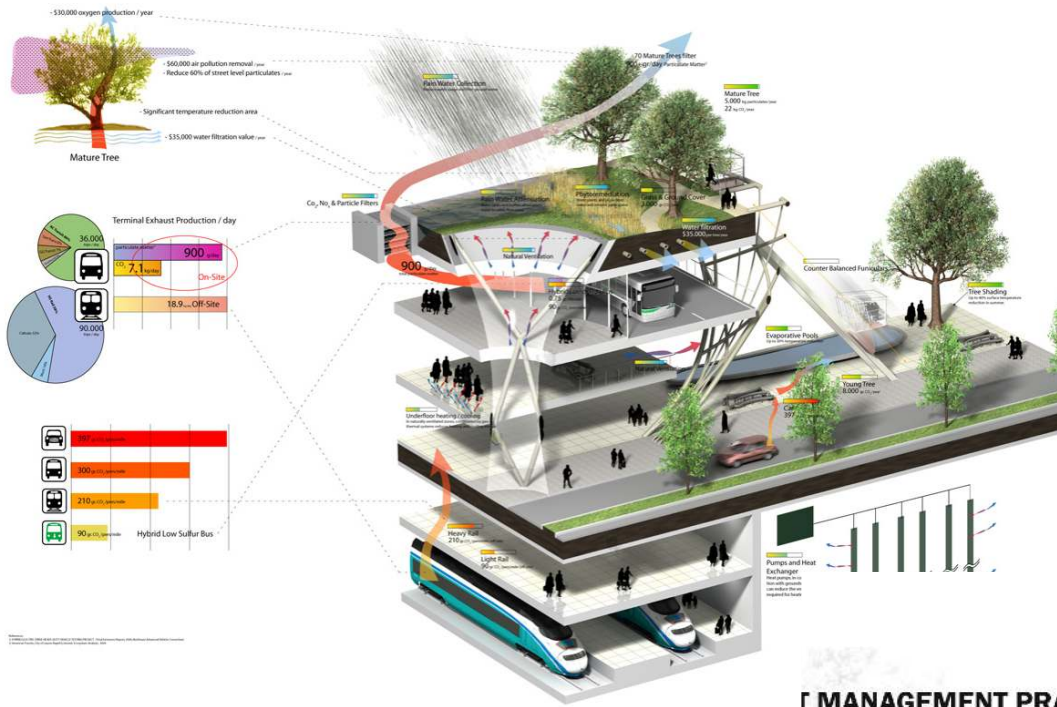
How **green homes** can provide the building blocks towards meeting several **Sustainable Development Goals**

<p>3 GOOD HEALTH AND WELL-BEING</p> <p>Green homes can improve people's health & wellbeing</p>	<p>7 AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY</p> <p>Green homes can use renewable energy becoming cheaper to run</p>	<p>8 DECENT WORK AND ECONOMIC GROWTH</p> <p>Building green homes creates jobs & boosts the economy</p>
<p>9 INDUSTRY INNOVATION AND INFRASTRUCTURE</p> <p>Green home design can spur innovation & contribute to climate resilient infrastructure</p>	<p>11 SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES</p> <p>Green homes are the fabric of sustainable communities & cities</p>	<p>12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION</p> <p>Green homes use 'circular' principles where resources are not wasted</p>
<p>13 CLIMATE ACTION</p> <p>Green homes produce fewer emissions, combatting climate change</p>	<p>15 LIFE ON LAND</p> <p>Green homes can improve biodiversity, save water resources & help to protect forests</p>	<p>17 PARTNERSHIPS FOR THE GOALS</p> <p>Through building green homes we create strong, global partnerships</p>



Ações de mitigação

- Aumentar espaço verde
 - Sequestro de C
 - Evapotranspiração
 - Diminuição da temperatura

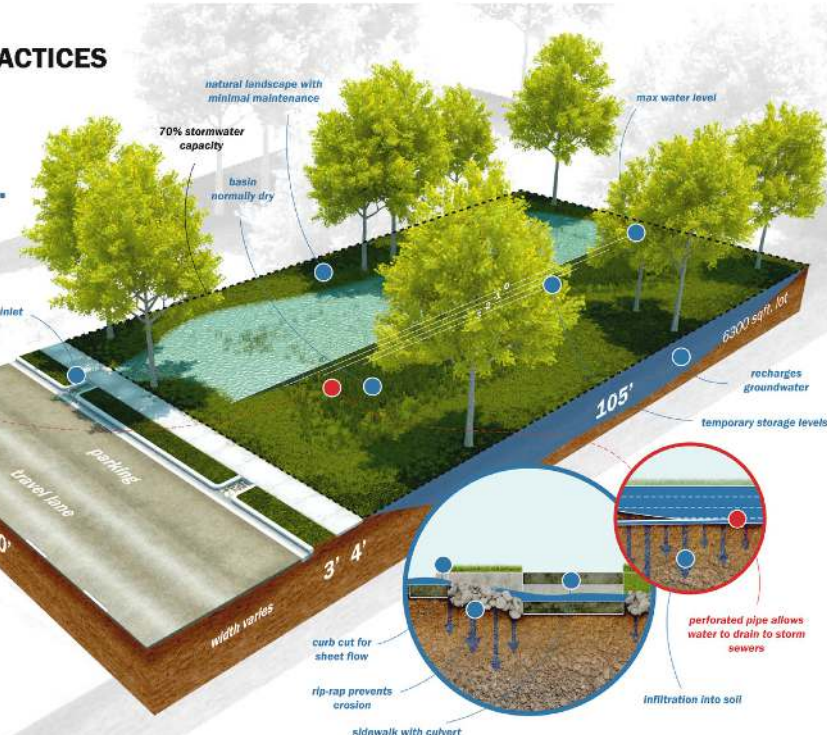
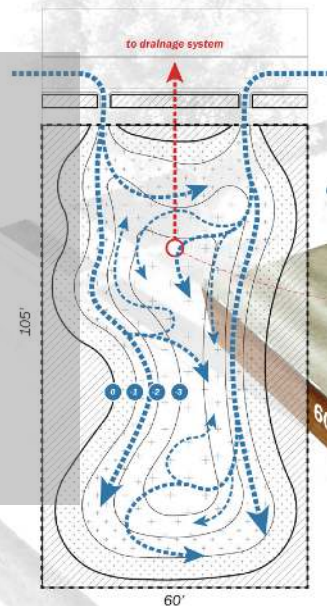


Water-Sensitive Urban Design

MANAGEMENT PRACTICES

WATER LOT - DRY

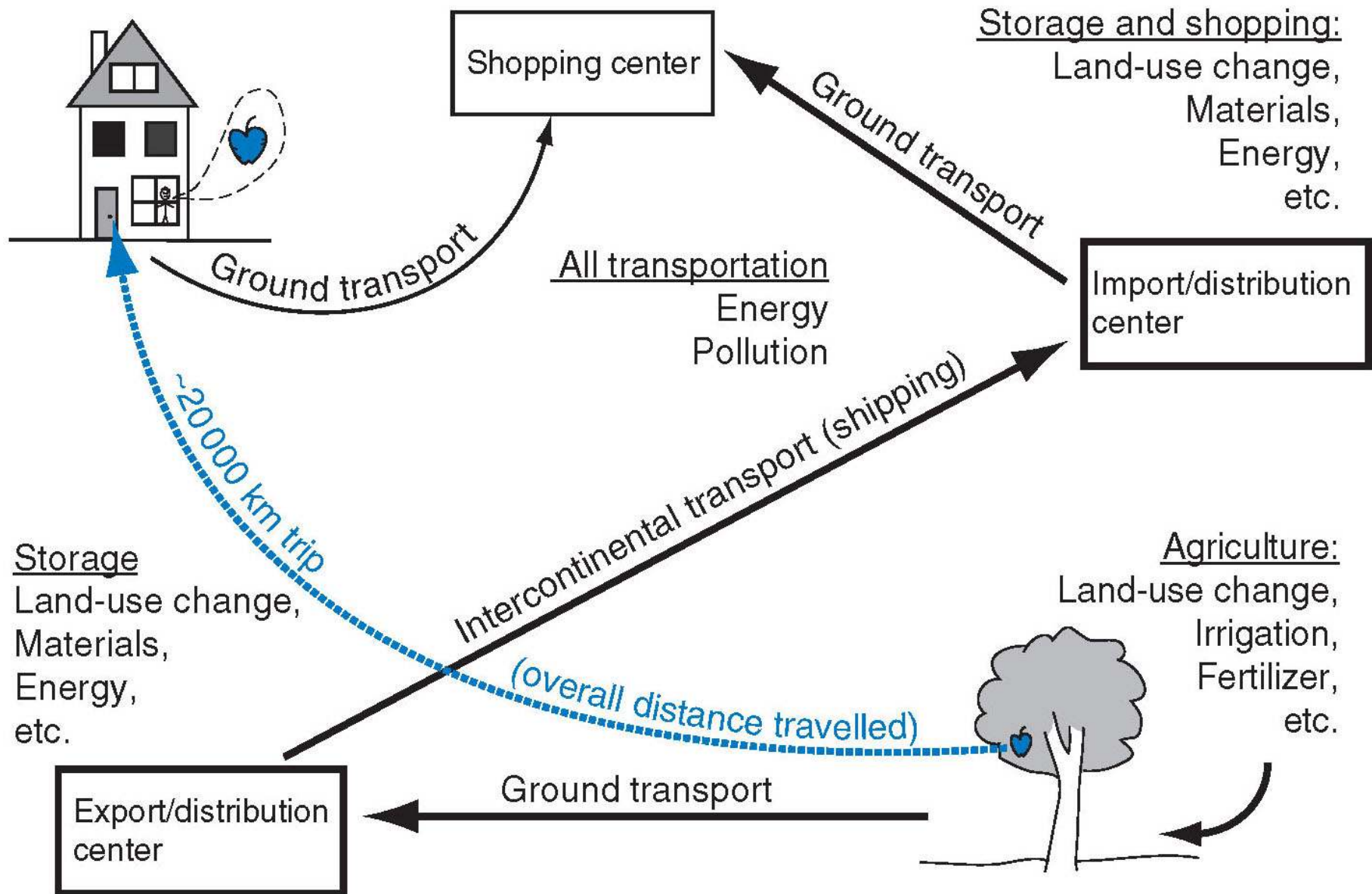
Approx. 6300 sqft.



Esta Foto de Autor Desconhecido está licenciado em [CC BY-SA-NC](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Esta Foto de Autor Desconhecido está licenciado em [CC BY-SA-NC](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Como padrões de consumo
influenciam a poluição



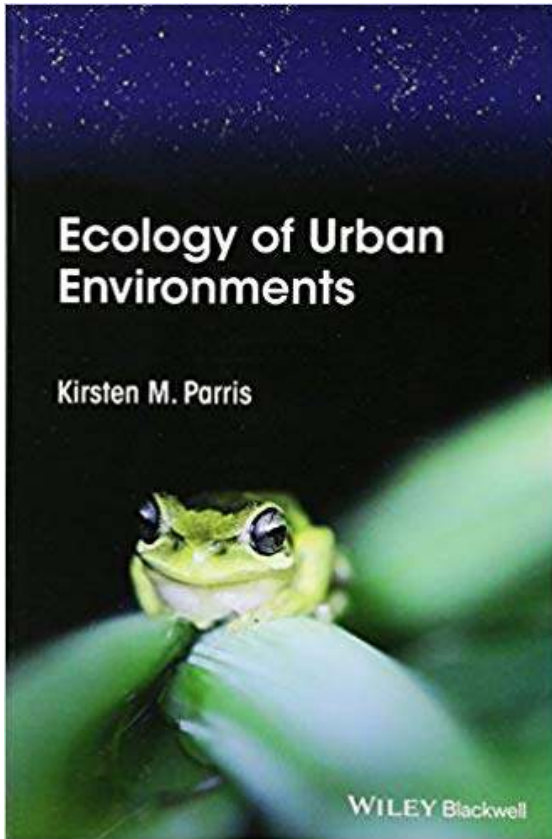


km0

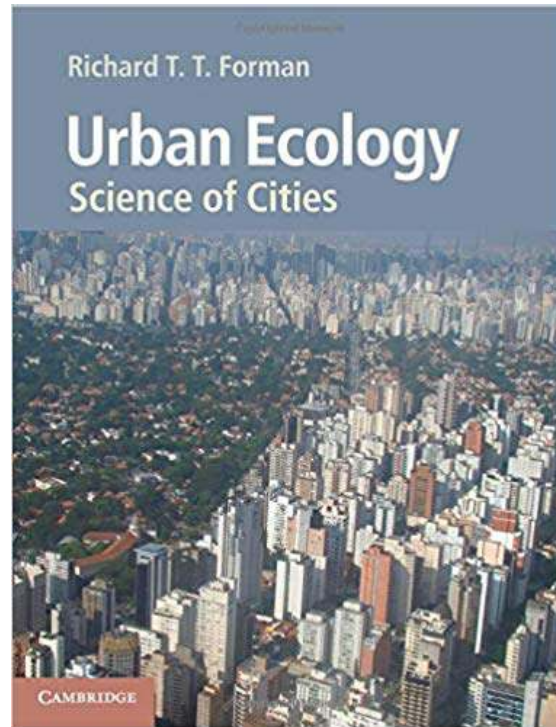
*Preferiamo
prodotti agricoli di
origine regionale*

COLDIRETTI VENETO

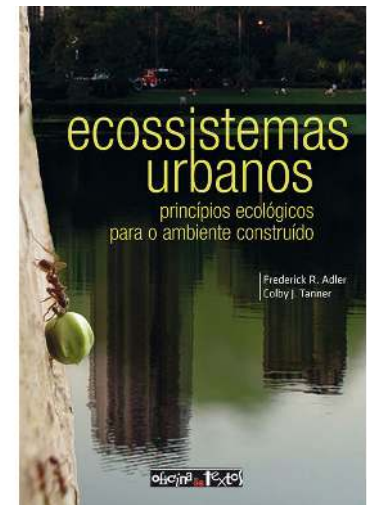
Verona Padova Venezia Treviso Belluno



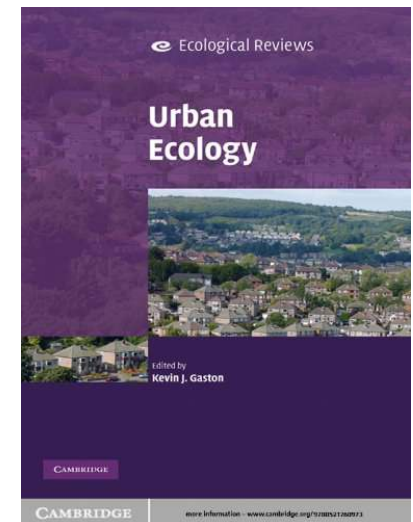
Cap. 5



Cap. 6



Cap. 3



Cap. 3