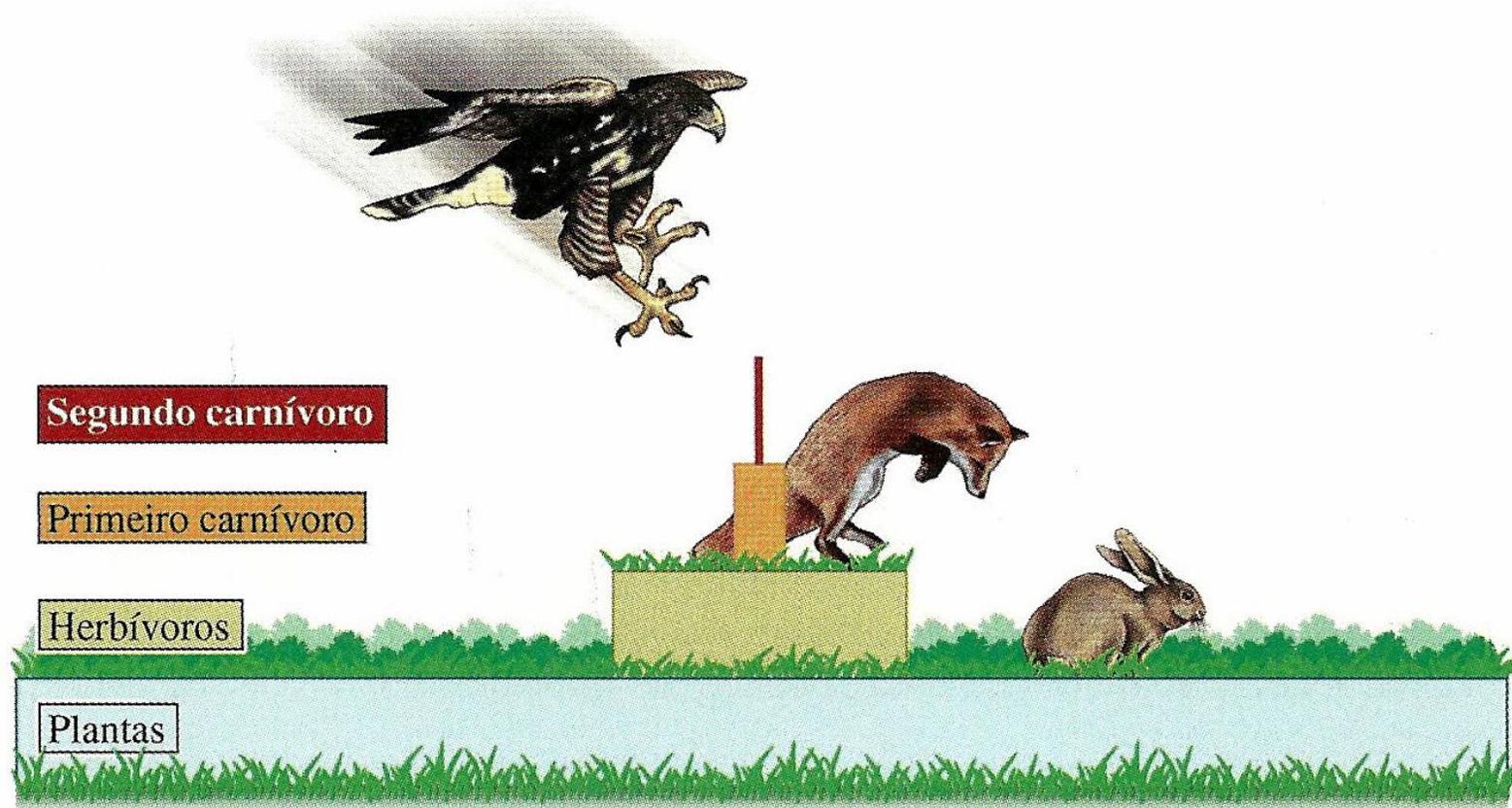


Fluxos de matéria através dos
ecossistemas:
significado dos ciclos de matéria
e nutrientes em ecologia

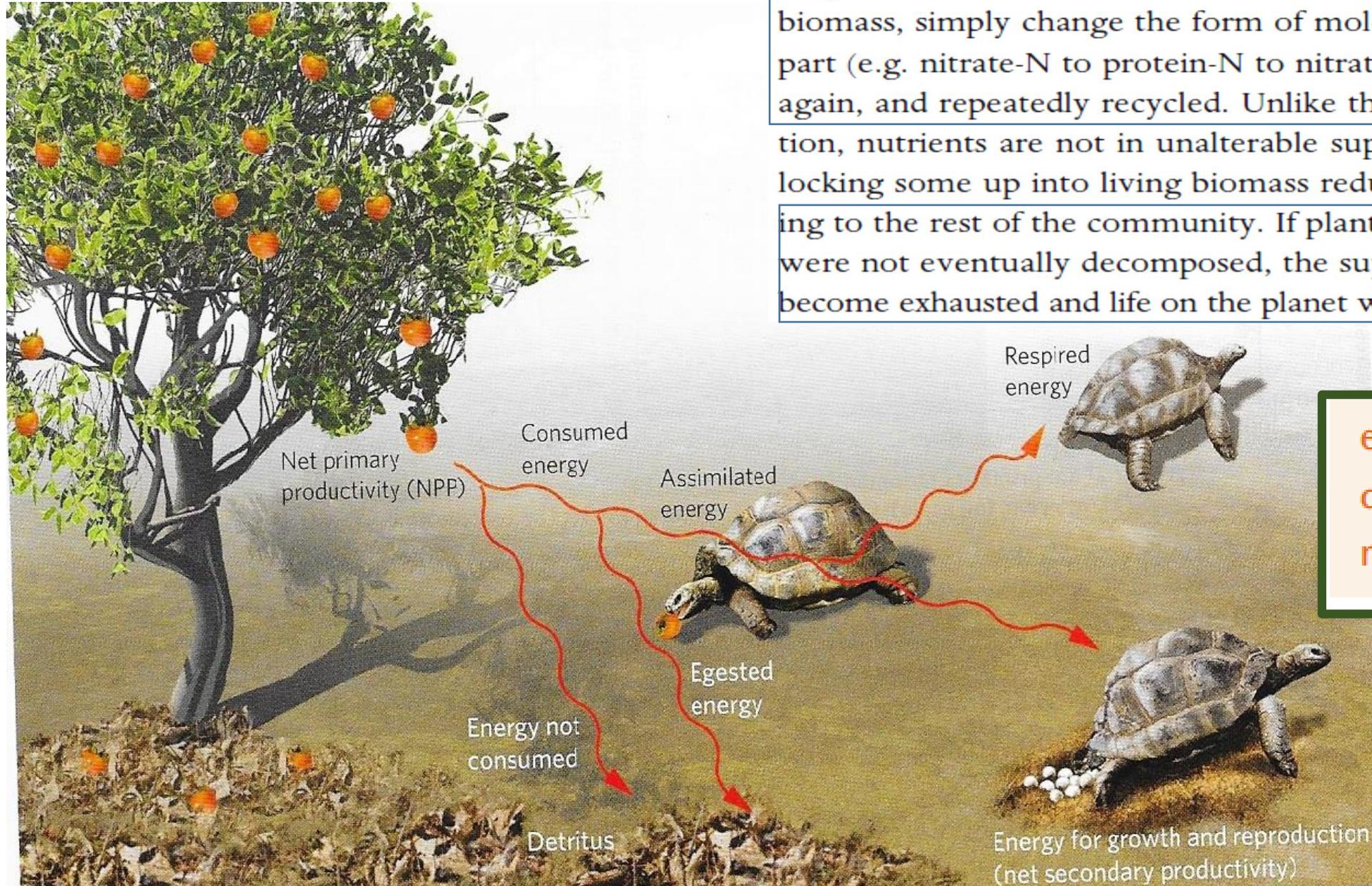
Pirâmide “clássica” de energia de Lindeman:

A largura de cada barra representa o quantidade de energia num dado nível trófico do ecossistema. Energia é perdida a cada transferência.



As transformações de energia e a circulação de matéria estão intimamente ligadas.

By its very nature, then, each joule of energy can be *used* only once, whereas chemical nutrients, the building blocks of biomass, simply change the form of molecule of which they are part (e.g. nitrate-N to protein-N to nitrate-N). They can be used again, and repeatedly recycled. Unlike the energy of solar radiation, nutrients are not in unalterable supply, and the process of locking some up into living biomass reduces the supply remaining to the rest of the community. If plants, and their consumers, were not eventually decomposed, the supply of nutrients would become exhausted and life on the planet would cease. The activity



energy cannot be
cycled and reused;
matter can . . .

A produtividade dos ecossistemas depende da disponibilidade de luz (energia), de água e de nutrientes

O fluxo de energia faz funcionar o **ciclo dos materiais** (especialmente **nutrientes**) nos ecossistemas

Nas plantas, 95% da biomassa produzida (PPL) resulta diretamente da fotossíntese e **5% são nutrientes minerais**

O abastecimento das plantas em minerais depende sobretudo da **circulação** ou **reciclagem** dos elementos que compõem a biomassa.

Meteorização: fornece nutrientes aos ecossistemas. É um processo lento. Nutrientes, com origens várias, são transportados para fora do solo e da zona onde são produzidos, normalmente pela água.

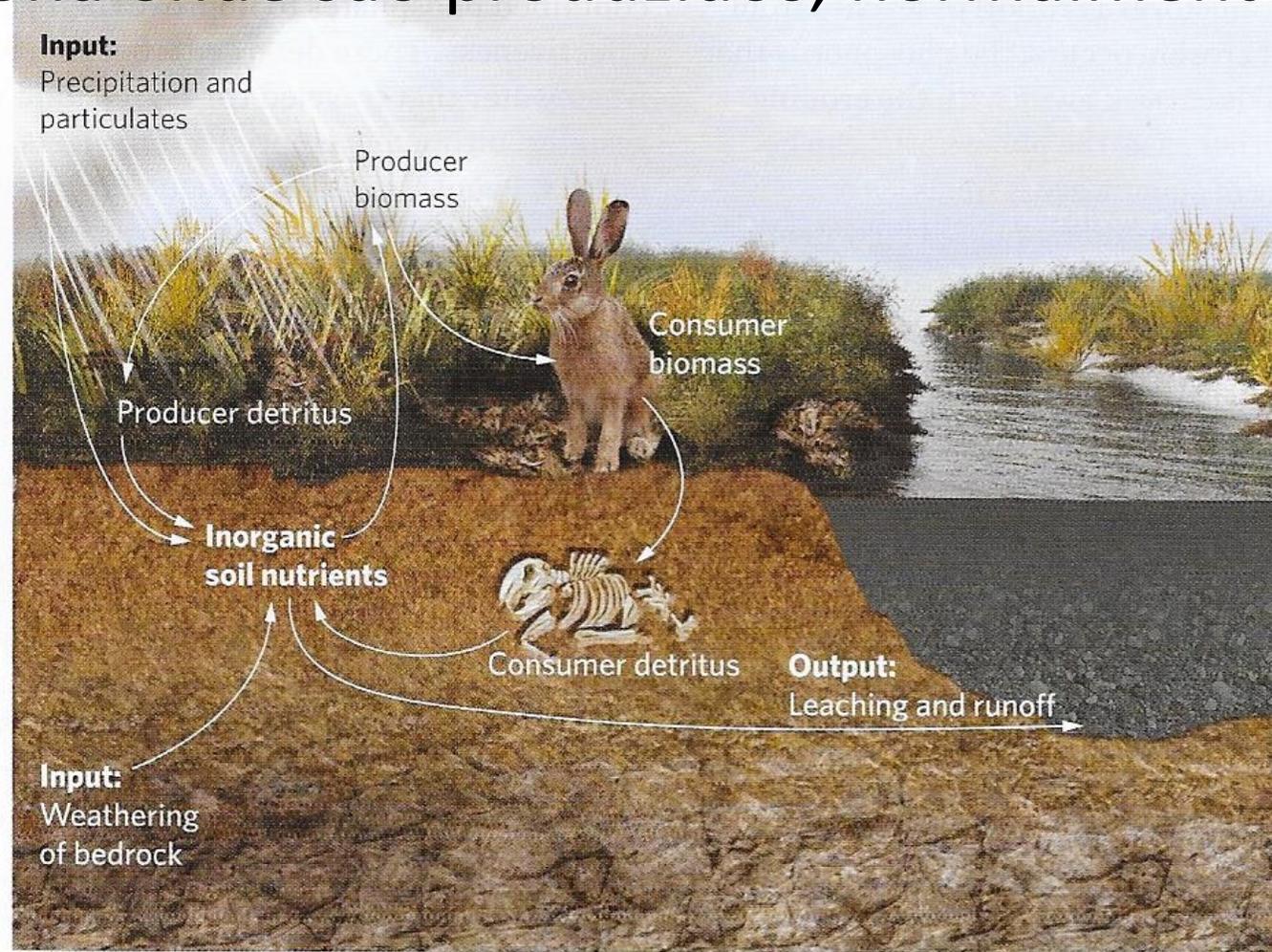
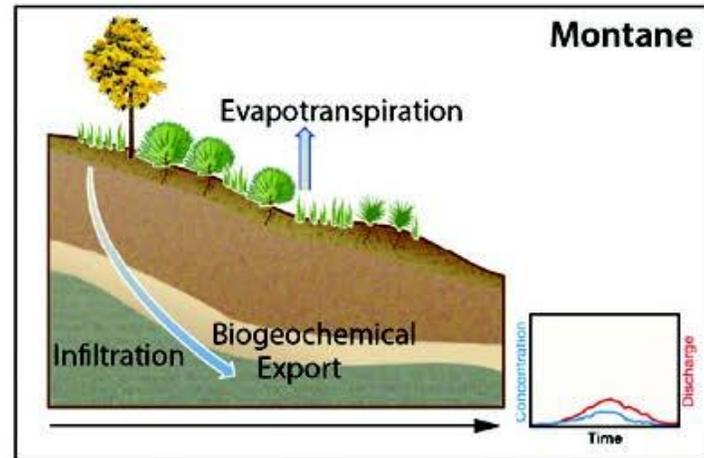
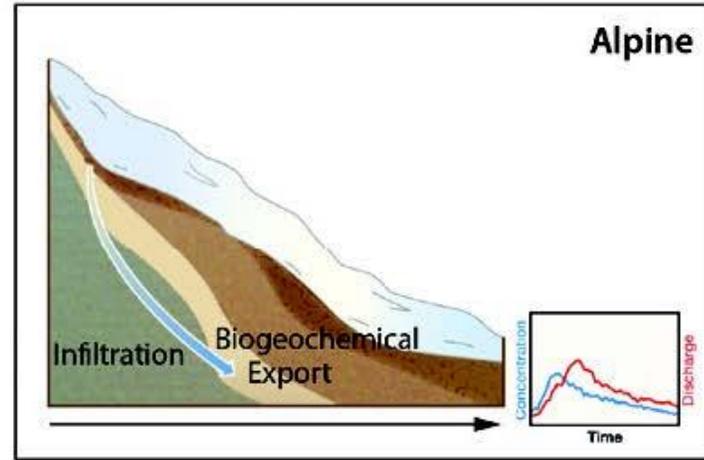
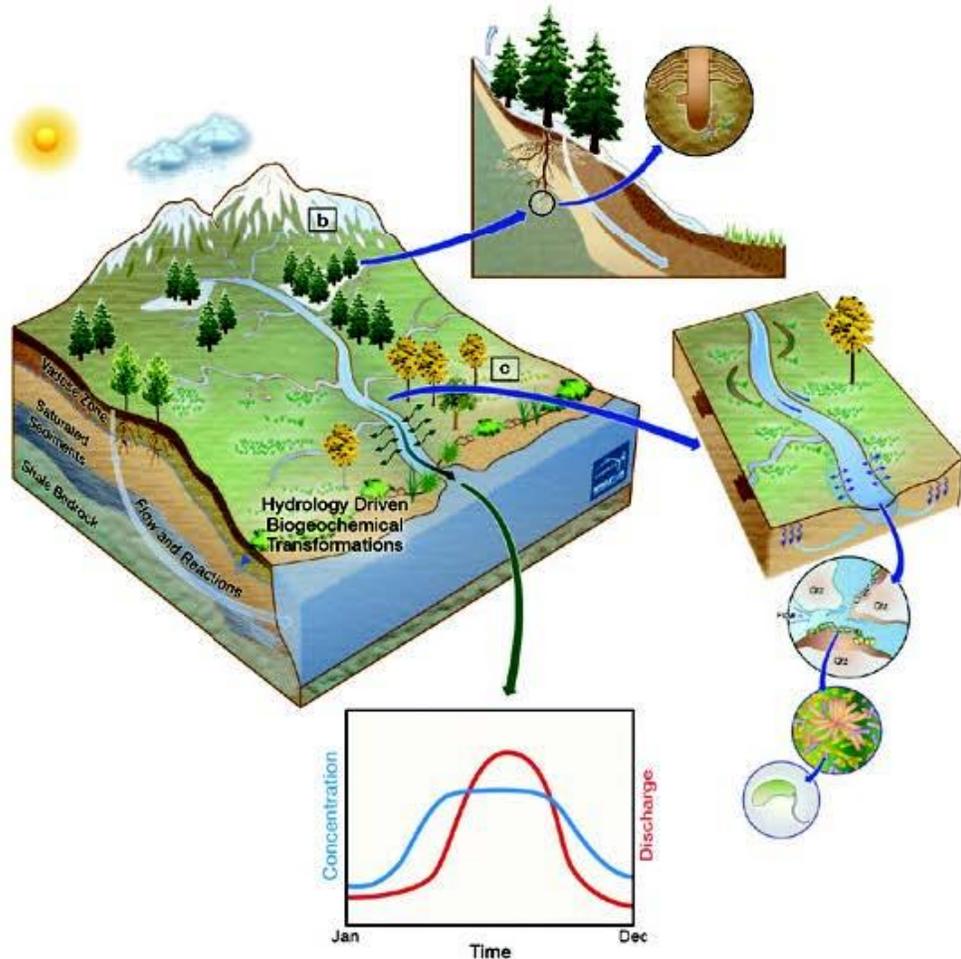


Figure 21.10 Quantifying nutrient weathering. Soil nutrients cycle through producers, consumers, and detritus. This cycle also has inputs from precipitation and weathering, and outputs of groundwater and surface water runoff.

Bacias de drenagem são áreas de colecta e escoamento de água, convergindo para o oceano, em última instância



Concentração de nutrientes resulta de um balanço entre a absorção-retenção no material vegetal, a infiltração e o escoamento

Decomposição: fornece nutrientes aos ecossistemas. É um processo rápido de libertação de nutrientes, que também pode ser mediado pela água

Necrófagos comemos cadáveres e detritívoros, partem e ingerem a matéria

Decomposição é o processo de quebra da matéria orgânica em pequenas partículas e compostos orgânicos simples

BACTÉRIAS E FUNGOS

Numa primeira fase a lixiviação arrasta os compostos mais simples e solúveis

O resto é mais complexo e leva mais tempo a quebrar e.g. linhinas

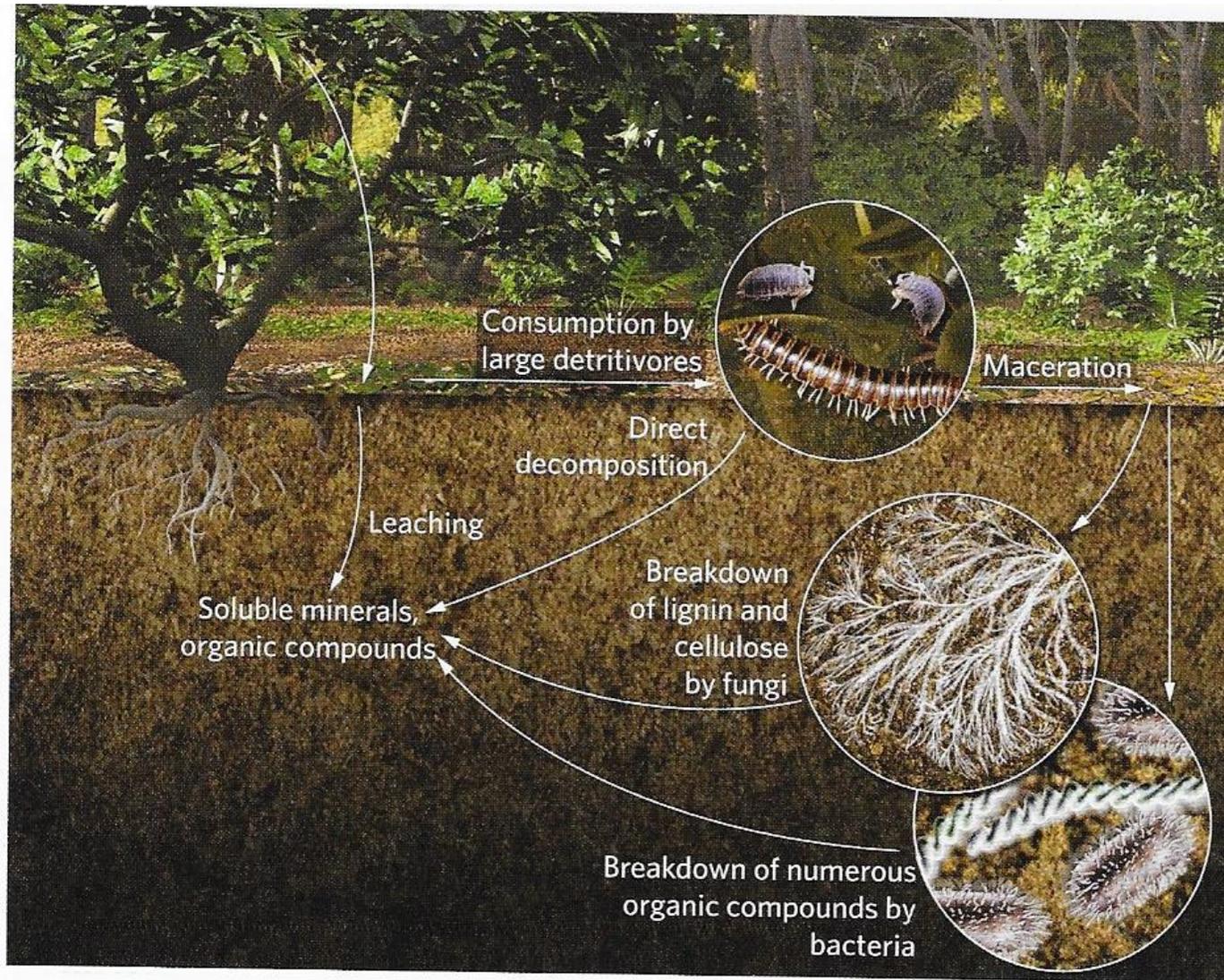
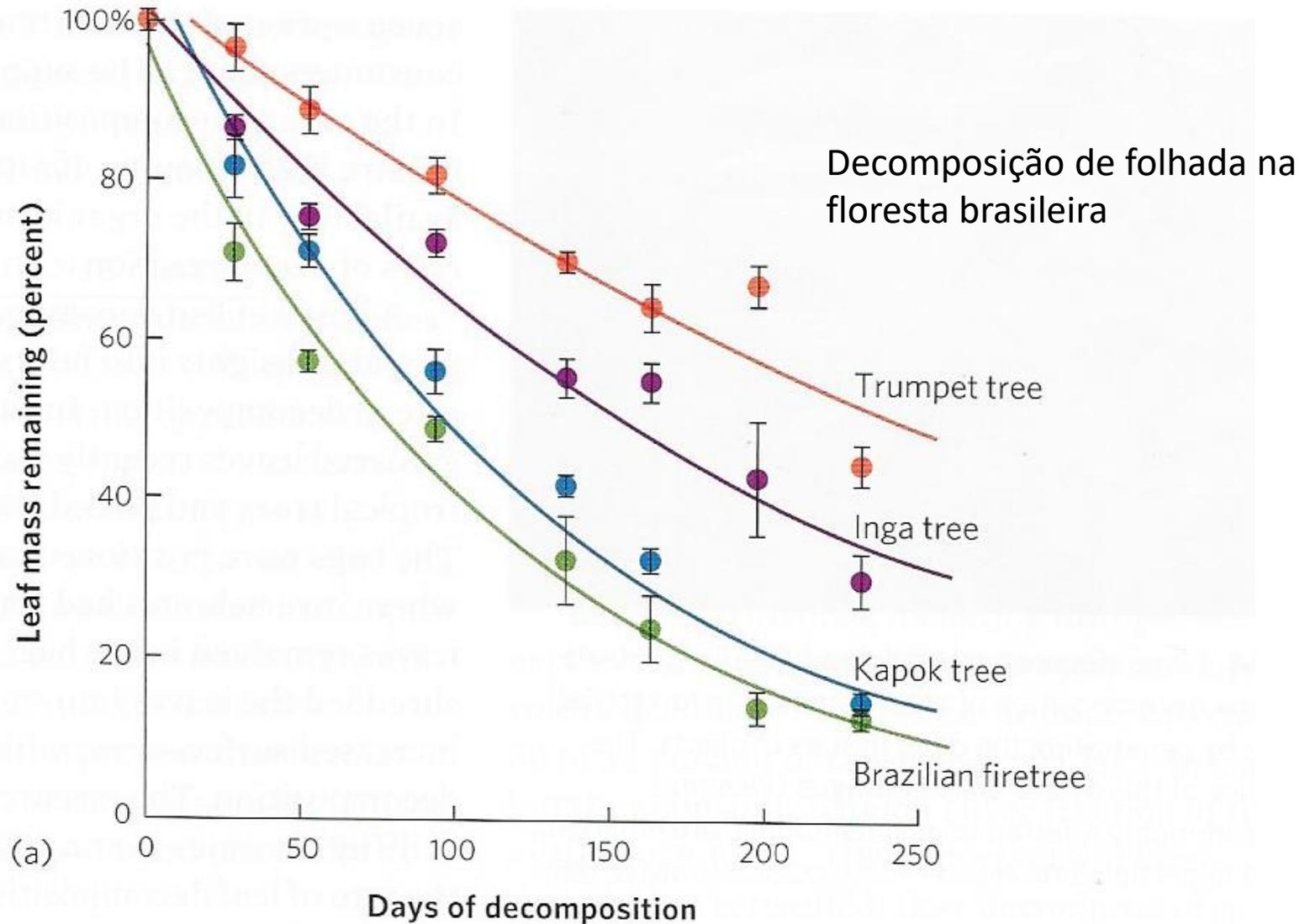


Figure 21.13 Decomposition of organic matter. Organic matter decomposes through the leaching action of water, consumption by invertebrates, mineralization by fungi, and mineralization by bacteria.

A disponibilidade de nutrientes está associada ao ciclo do carbono e, naturalmente, ao processo de decomposição dos resíduos orgânicos



A taxa de desaparecimento dos resíduos orgânicos segue em geral um padrão de declínio exponencial (exponential decay trend)

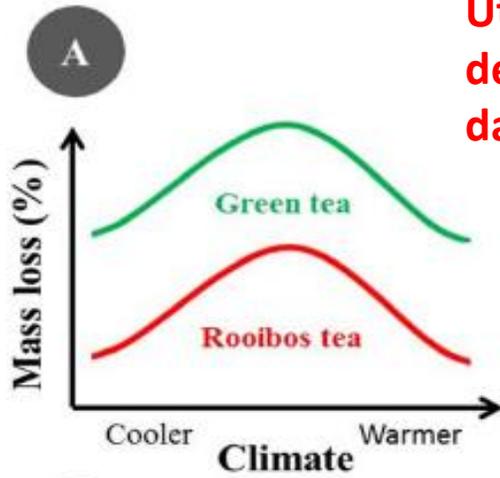


- ❑ 90% da matéria orgânica gerada nos ecossistemas não é consumida diretamente **mas sim decomposta** via detritívoros e micróbios
- ❑ A biomassa vegetal morta junto com a matéria animal morta, e excreções, acumula-se no solo onde ocorre lixiviação de nutrientes (ciclo da água!)
- ❑ Porque a maior parte do que acontece é bioquímico, a recirculação de nutrientes é influenciada pela temperatura, pH e humidade
- ❑ A taxa de decomposição é também influenciada pelo teor em N e C, uma vez que os decompositores podem necessitar de elevados teores de N para processarem a matéria

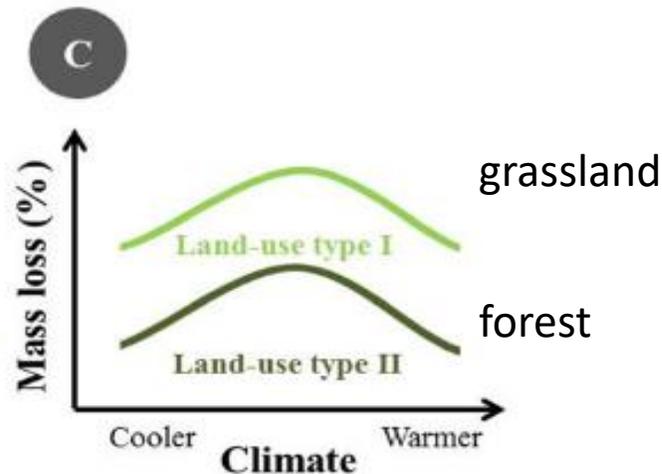
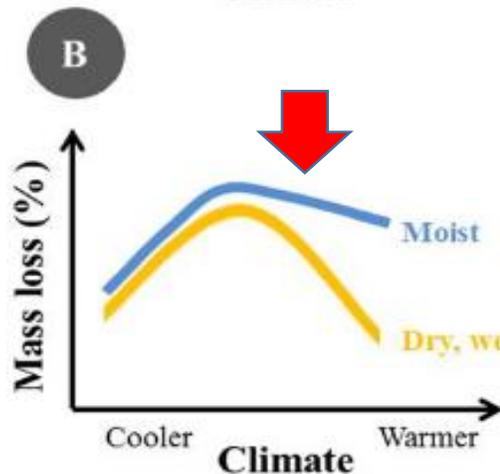
Tea Bag Index: a novel approach to collect uniform decomposition data across ecosystems

Joost A. Keuskamp^{1*†}, Bas J. J. Dingemans^{1†}, Taru Lehtinen^{2,3}, Judith M. Sarneel^{4,5} and Mariet M. Hefting¹

Utilização de sacos de chá para determinar a taxa de decomposição: influência do material, do clima, da pluviosidade e do tipo de coberto

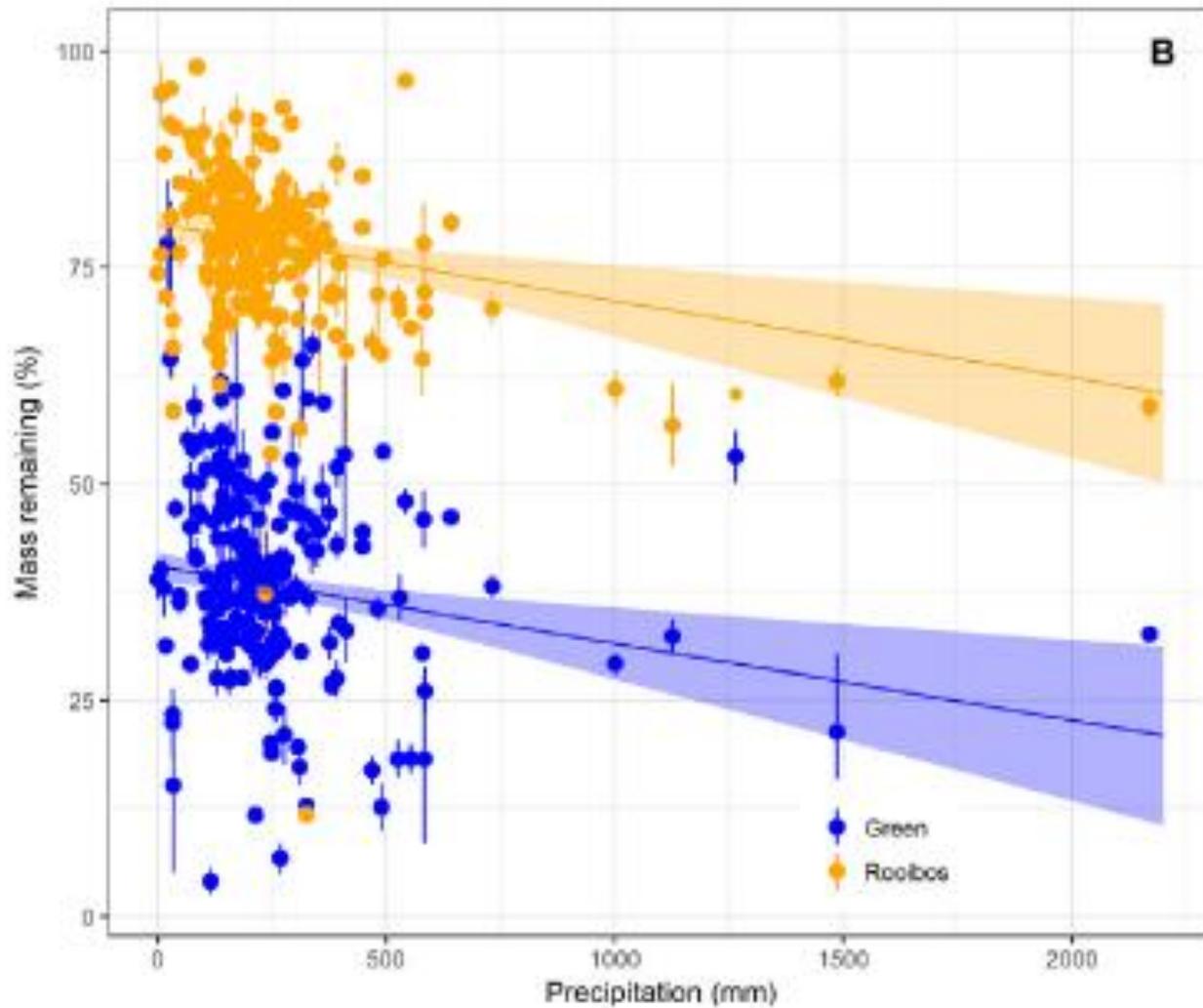


- (a) Green tee will decompose faster than Rooibos tea due to different litter quality
- (b) Initial litter decomposition will be determined by temperature in the cold biomes and precipitation in warm biomes
- (c) Decomposition will differ between different land-use types (e.g. forest versus grassland) due to changes in microclimatic conditions

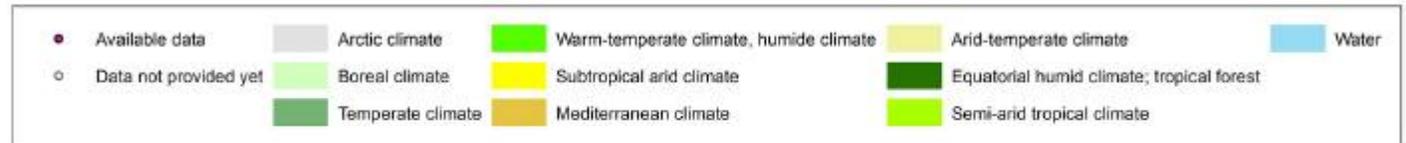
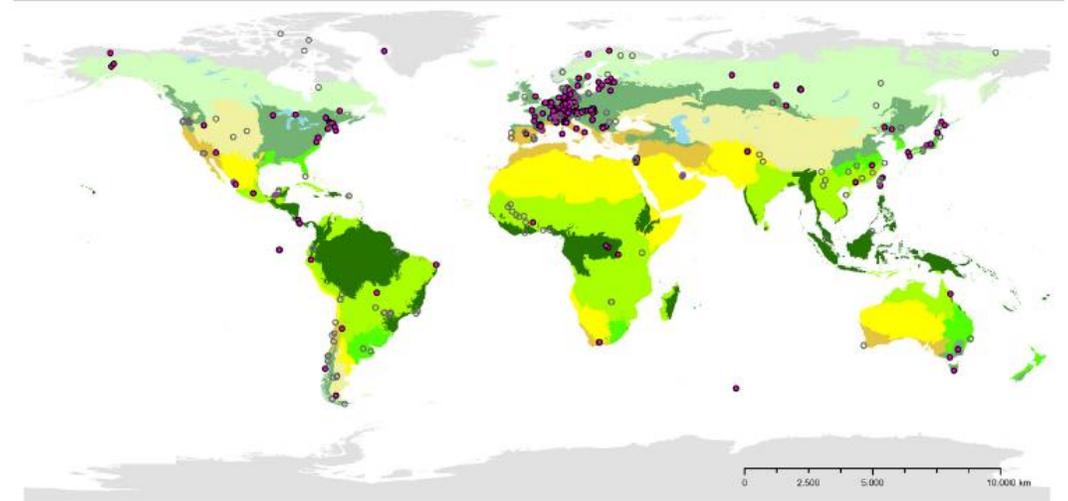


O sequestro ou libertação de carbono no solo pode atenuar ou piorar o aquecimento global



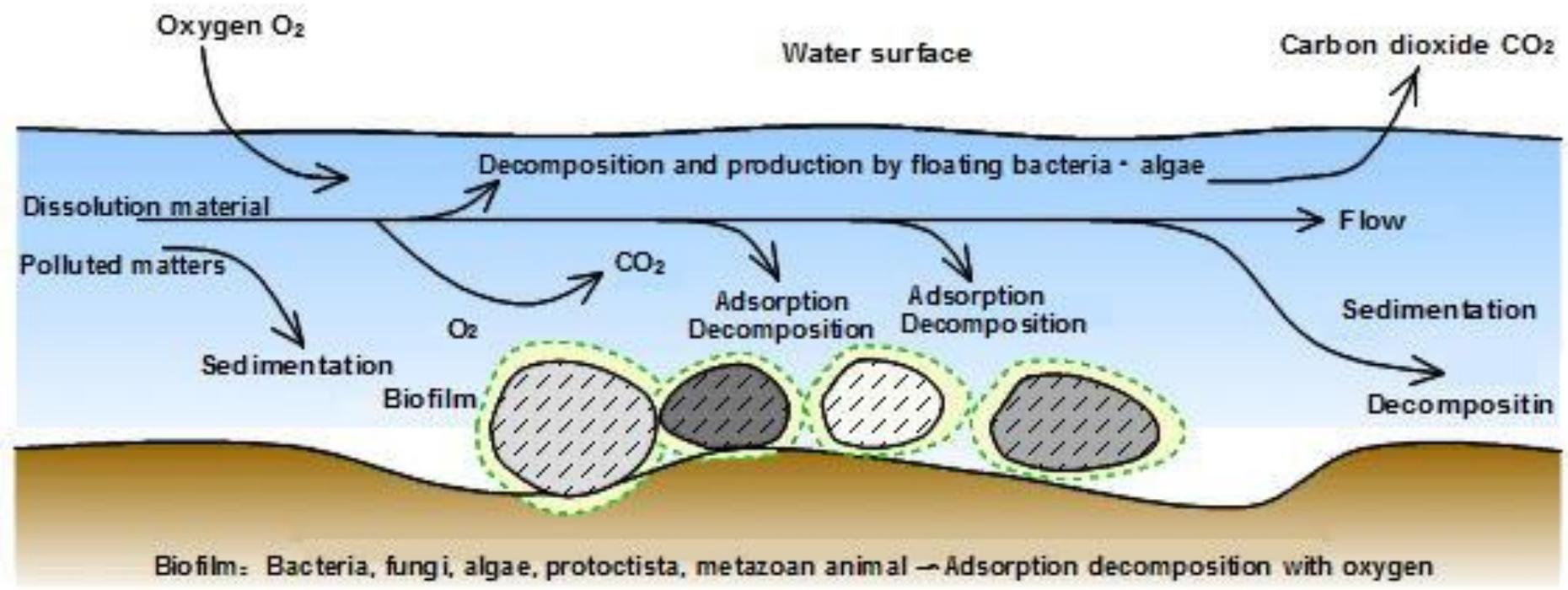


570 locaux experimentaux



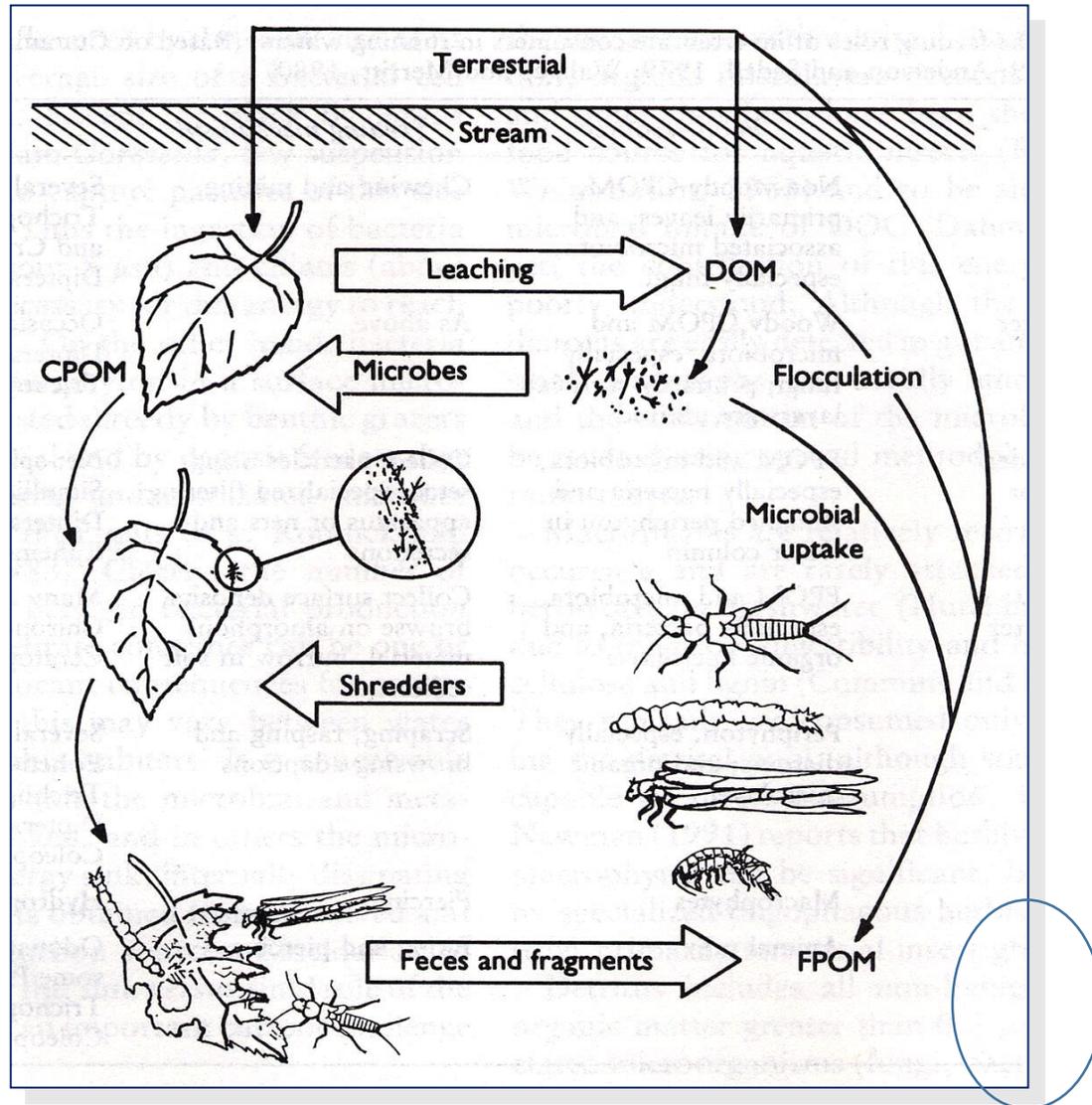
Source: Biome map GLORIA network
 Sites: TeaComposition network
 Layout/Copyright: Djuki/Brendle, 2017

DECOMPOSIÇÃO EM SISTEMAS FLUVIAIS: O PAPEL DO BIOFILME



Maria Teresa Ferreira

DECOMPOSIÇÃO DA FOLHADA QUE CAI NOS RIOS

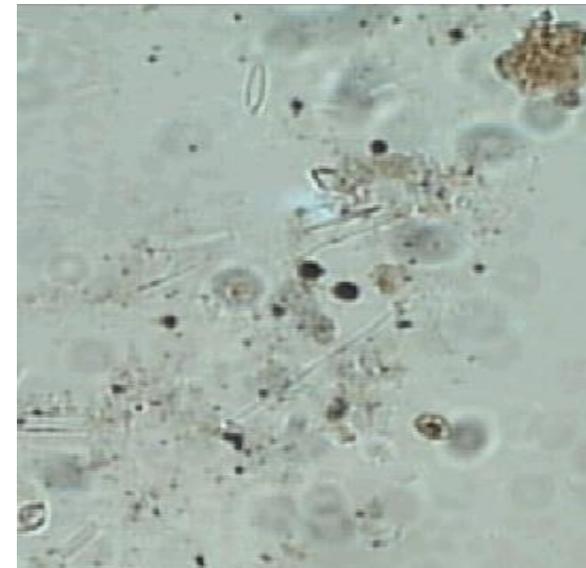


A abrasão física, as bactérias e os invertebrados reduzem a matéria orgânica grosseira CPOM a fina FPOM

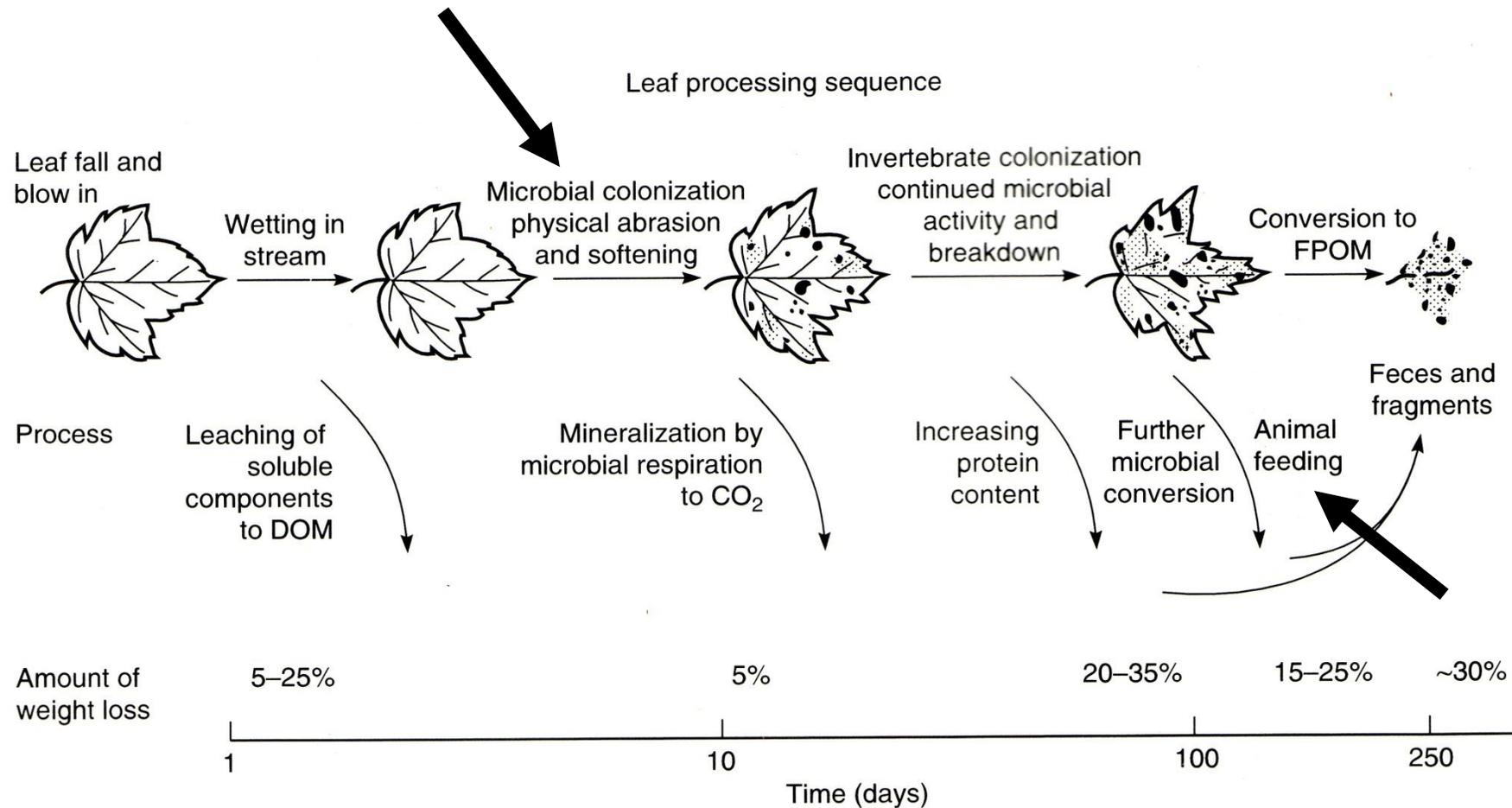
Uma parte deste carbono junta-se aos excretados e restos de material fragmentado fino FPOM

Lexiviação química, respiração microbiana e excreção libertam matéria orgânica dissolvida DOM e CO₂

FPOM é a dimensão mais usada para ser comida pelos invertebrados



ACONDICIONAMENTO MICROBIANO DO MATERIAL ORGÂNICO EM DECOMPOSIÇÃO



Fundos e bactérias entram no material orgânico e amolecem e transformam os tecidos

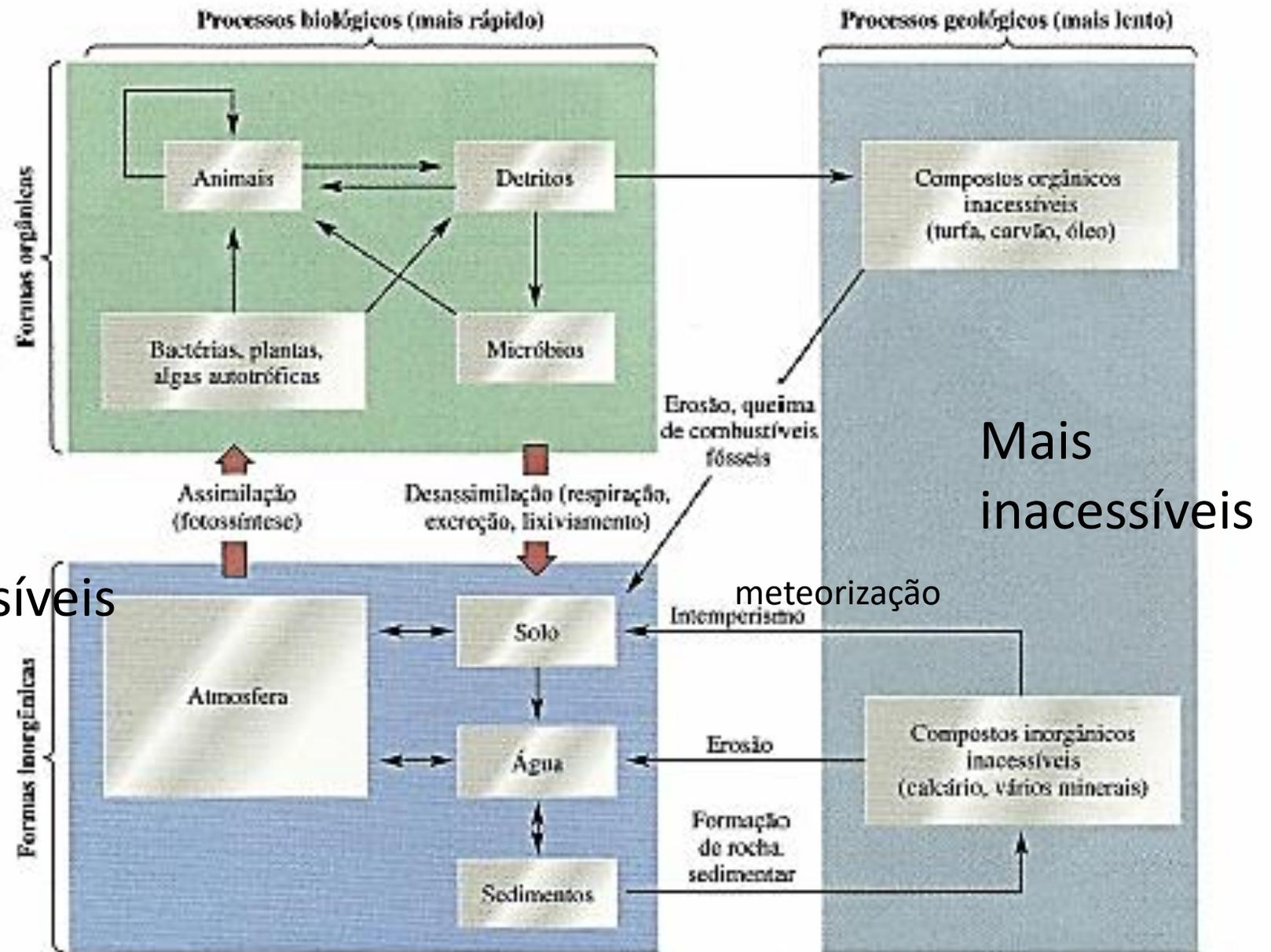
Os ciclos de nutrientes num ecossistema representam-se como compartimentos e fluxos, identificando as principais entradas e saídas e os compartimentos

A quantificação e caracterização dos CICLOS DE NUTRIENTES, consiste na avaliação:

- (i) das quantidades existentes nos **COMPARTIMENTOS** (unidades de massa) dos ecossistemas;**
- (ii) das quantidades transportadas/transferidas por unidade de tempo (**FLUXOS DE NUTRIENTES**).**

**OS ECOSSISTEMAS
PODEM SER
MODELADOS COMO
COMPARTIMENTOS
CONECTADOS DE
CIRCULAÇÃO DE
ELEMENTOS**

Mais
acessíveis



Mais
inacessíveis

FIG. 23.3 A reciclagem de elementos através dos ecossistemas pode ser modelada como um conjunto de compartimentos. Dentro de cada compartimento deste modelo, podemos reconhecer subcompartimentos; por exemplo, o compartimento que representa as formas orgânicas disponíveis dos elementos é dividido ainda mais em compartimentos representados pelos autótrofos, animais, detritos e micróbios.

A recirculação de elementos não é perfeita: acumula-se ou esvai-se deste ou daquele compartimento de forma desigual

As entradas umas vezes compensam as saídas dos compartimentos, e outras vezes não compensam

Parte da recirculação é mediada biologicamente e outra parte não é

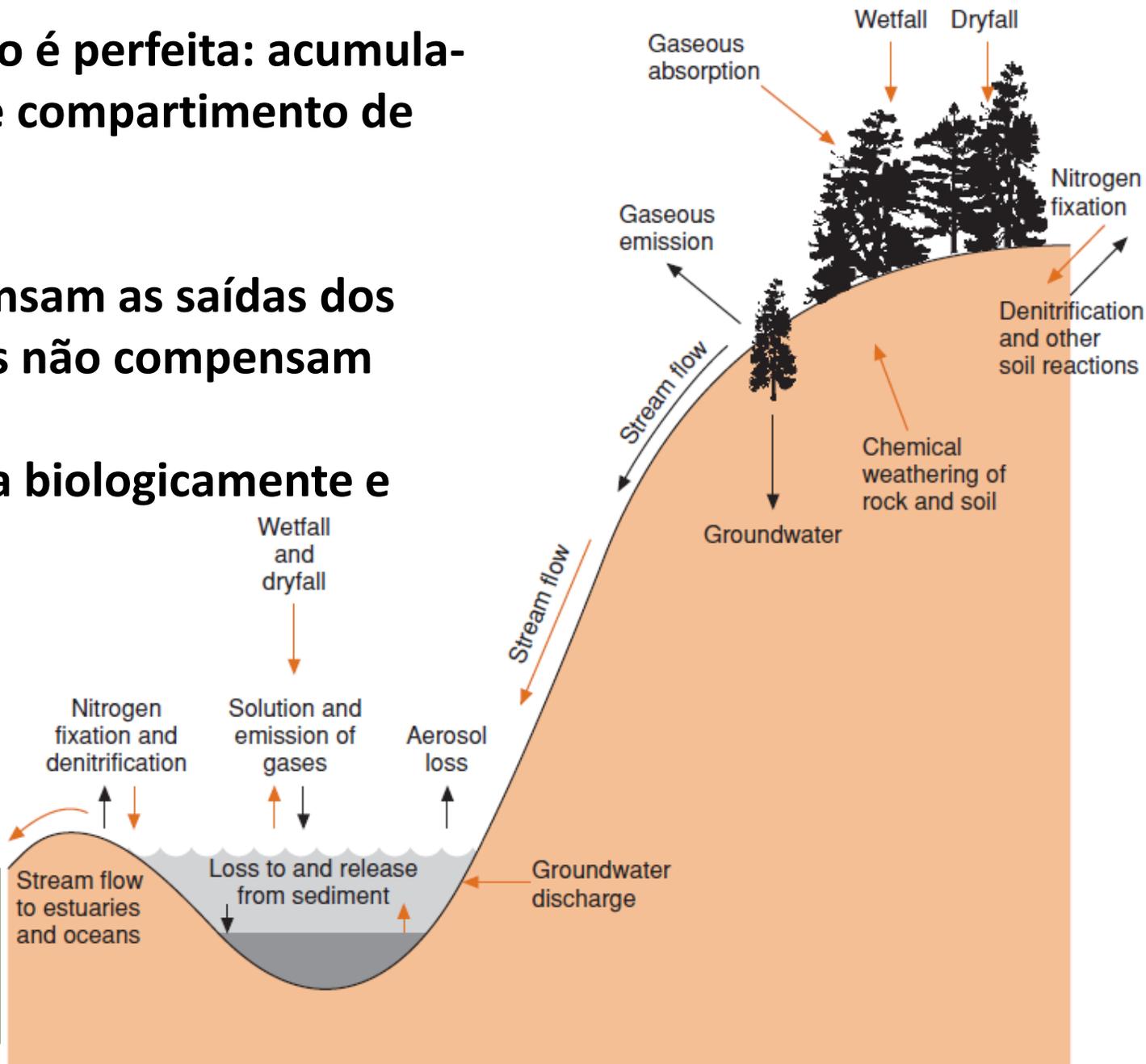


Figure 18.2 Components of the nutrient budgets of a terrestrial and an aquatic system. Note how the two communities are linked by stream flow, which is a major output from the terrestrial system and a major input to the aquatic one. Inputs are shown in color and outputs in black.

Table 18.1 Annual nutrient budgets for forested catchments at Hubbard Brook ($\text{kg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$). Inputs are for dissolved materials in precipitation or as dryfall. Outputs are losses in streamwater as dissolved material plus particulate organic matter. (After Likens *et al.*, 1971.)

	NH_4^+	NO_3^-	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+
Input	2.7	16.3	1.1	2.6	0.7	1.5
Output	0.4	8.7	1.7	11.8	2.9	6.9
Net change*	+2.3	+7.6	-0.6	-9.2	-2.2	-5.4

* Net change is positive when the catchment gains matter and negative when it loses it.

A recirculação de elementos não é perfeita: acumula-se ou esvai-se deste ou daquele compartimento de forma desigual

Fluxo de nutrientes frequentemente mediado pela água

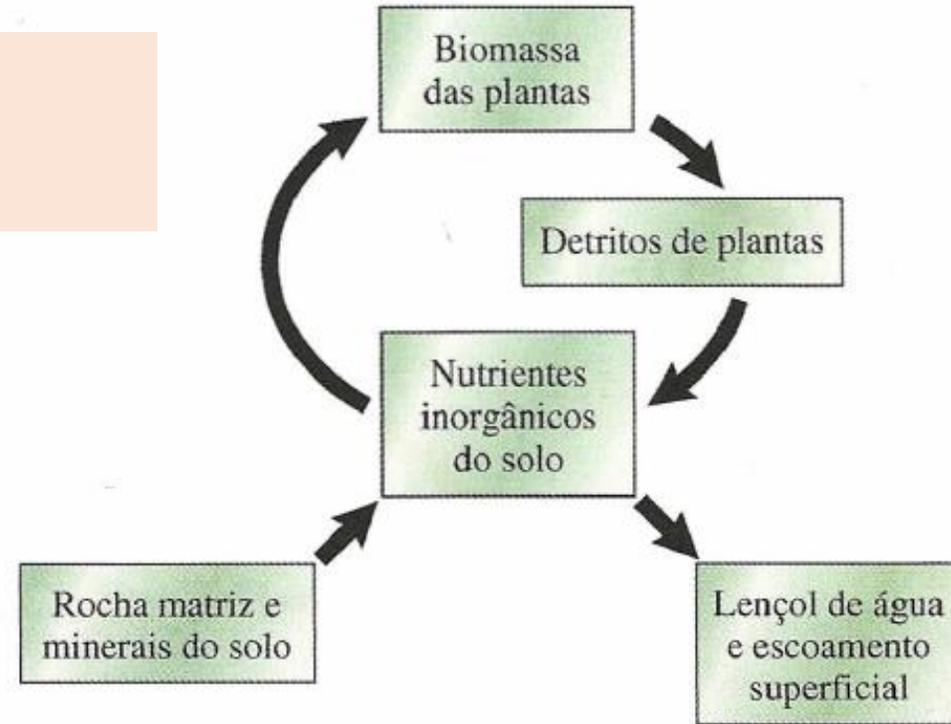


FIG. 24.2 Os nutrientes nos ecossistemas terrestres ciclam através dos organismos vivos, dos detritos e dos componentes inorgânicos do solo. Os nutrientes são lentamente adicionados ao solo pela intemperização e removidos dos ecossistemas dissolvidos nos lençóis de água e no escoamento superficial de água.

Circulação entre compartimentos frequentemente mediada pela água

- ❑ o transporte pela água é muito importante
- ❑ a água modifica as formas dos elementos durante o transporte
- ❑ a espiralação de nutrientes meio aquático-meio terrestre

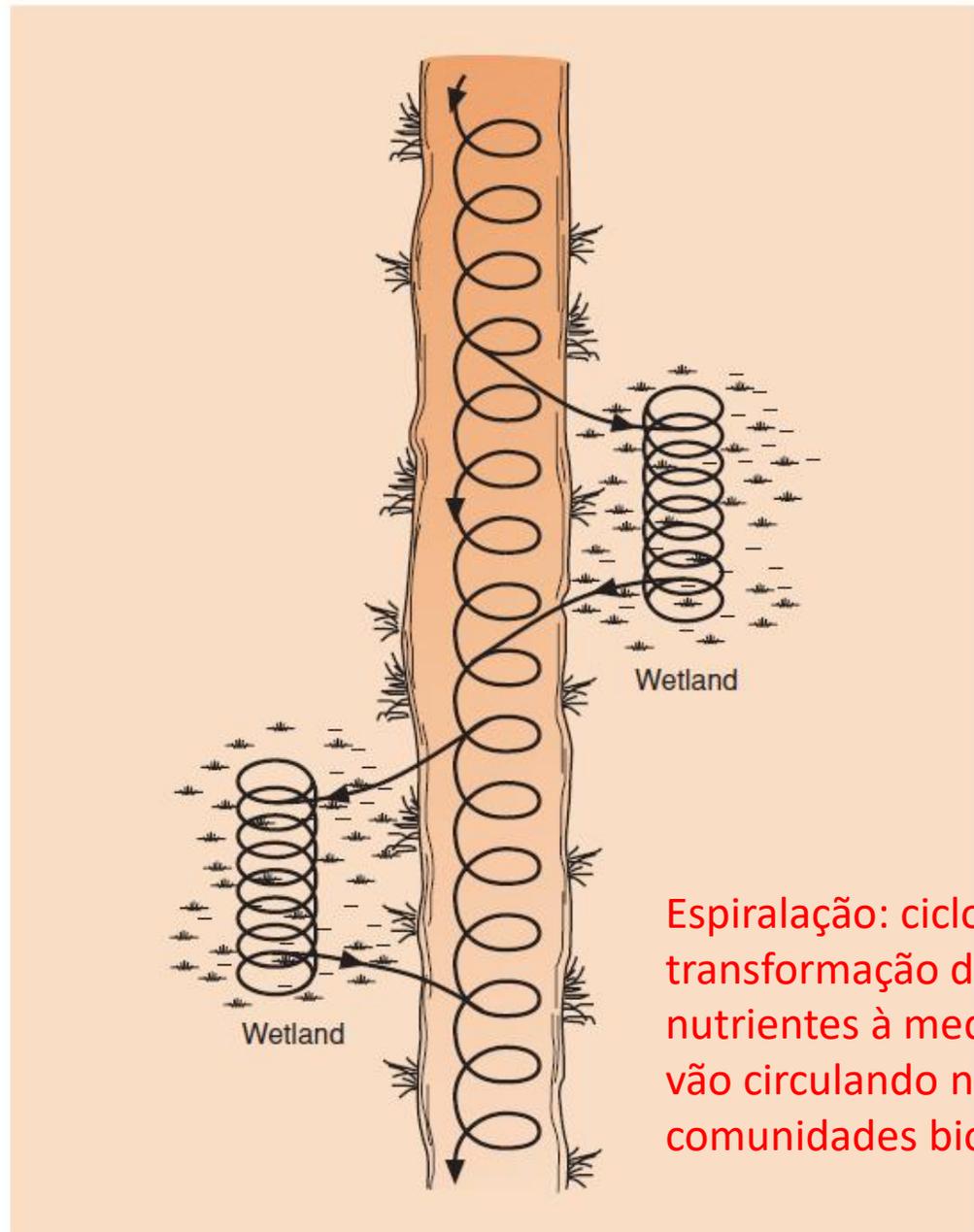


Figure 18.8 Nutrient spiraling in a river channel and adjacent wetland areas. (After Ward, 1988.)

A circulação geral dos nutrientes nos ecossistemas está intimamente associada ao ciclo da água (10^3 km³/ano)

Eventualmente toda a água vai parar ao oceano – a última bacia de recepção

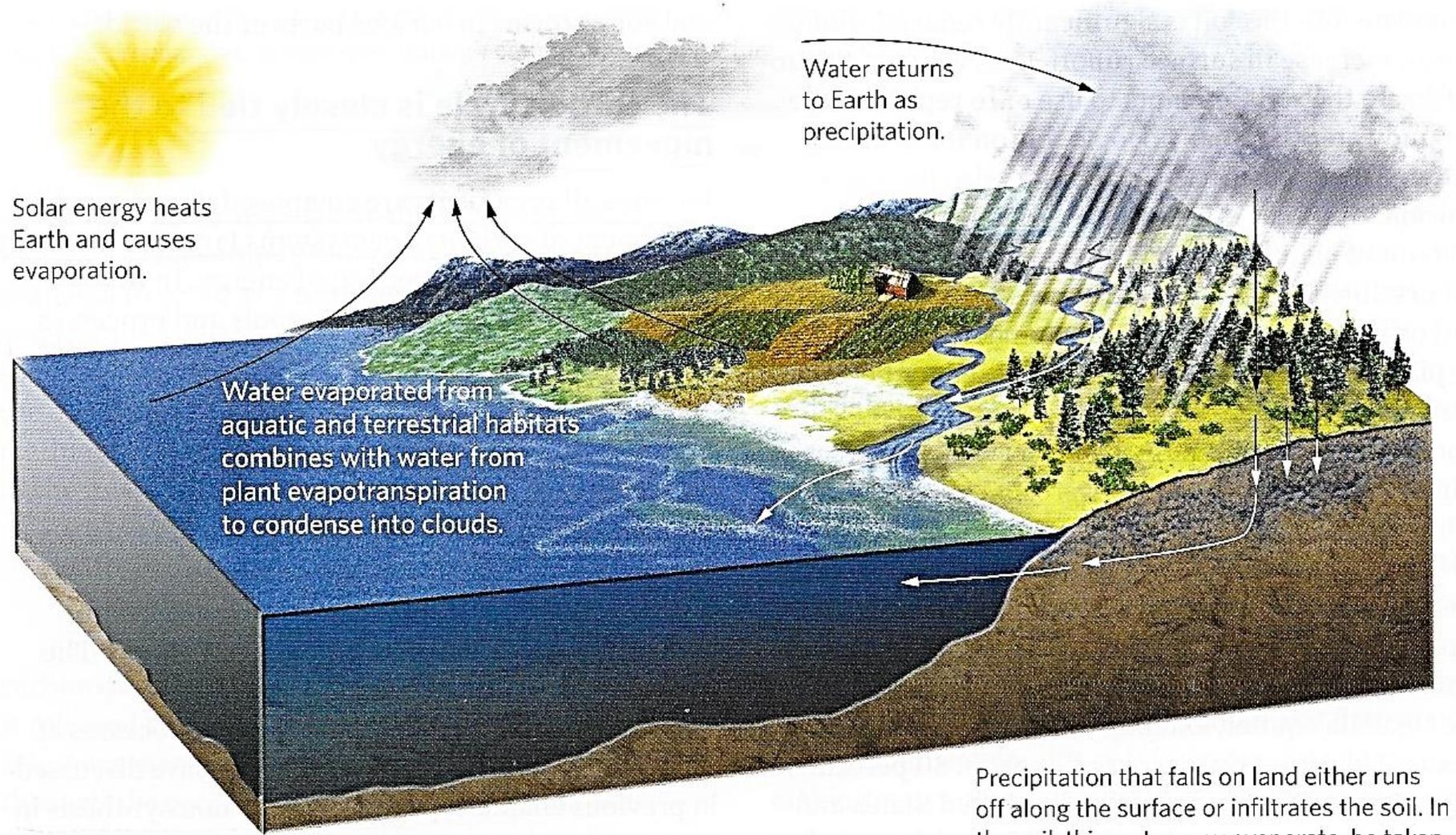
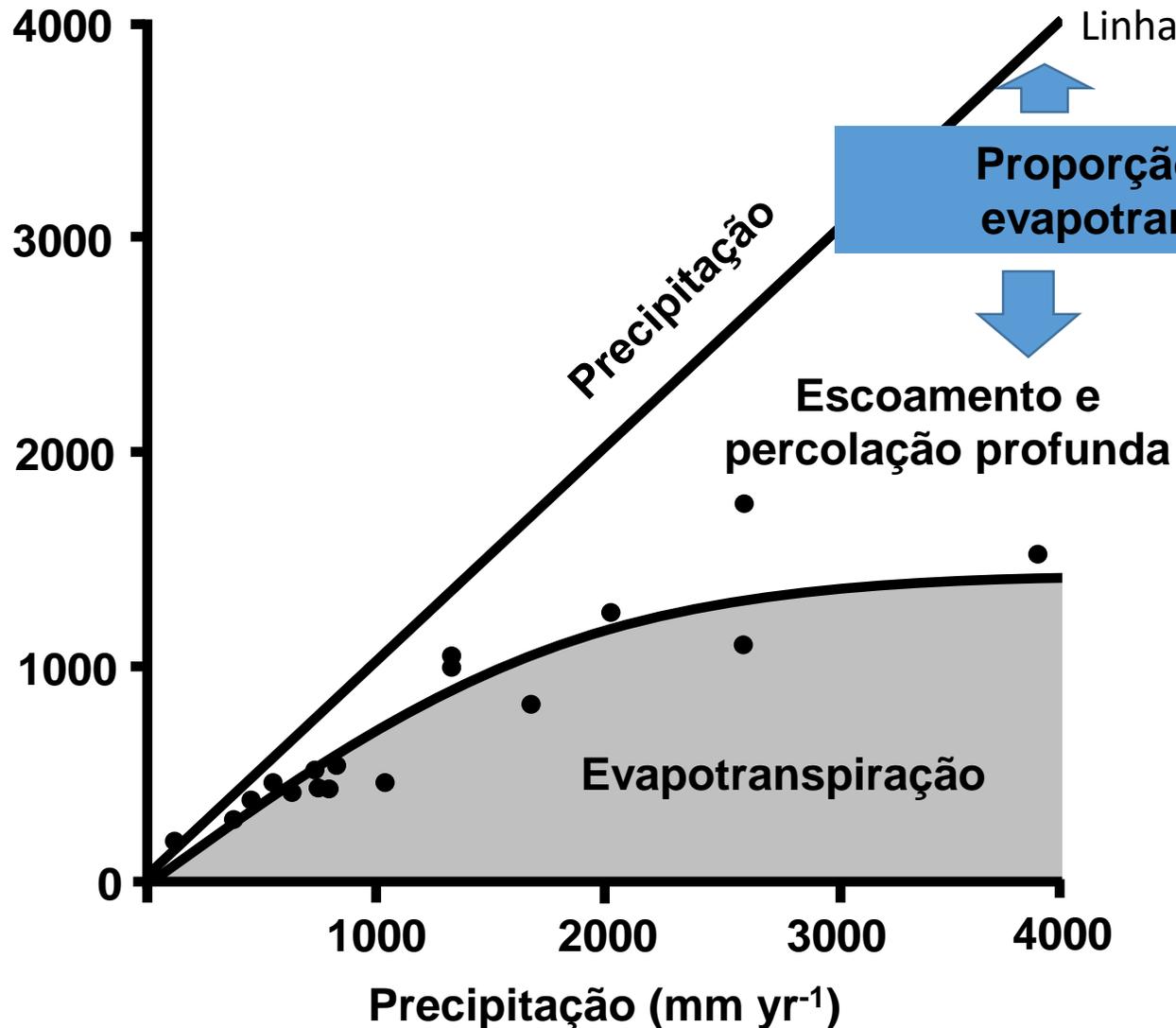


Figure 21.1 The hydrologic cycle. The movement of water is driven by the energy of the Sun, which causes evaporation from soil and water bodies, and evapotranspiration from plants. Evaporated water condenses into clouds that eventually return the water to Earth as precipitation. Water from precipitation either runs off on the surface or infiltrates the soil. Runoff flows along the surface of the ground until it enters streams and rivers. Water in the soil is taken up by plants or enters the groundwater. Ultimately, excess water returns to the ocean.

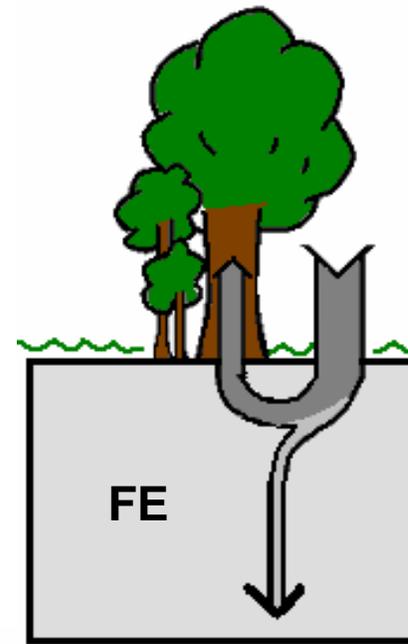
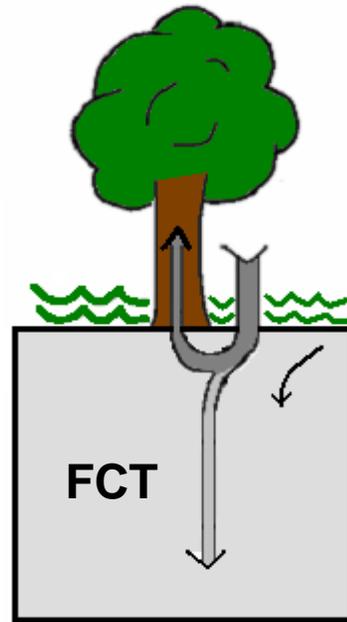
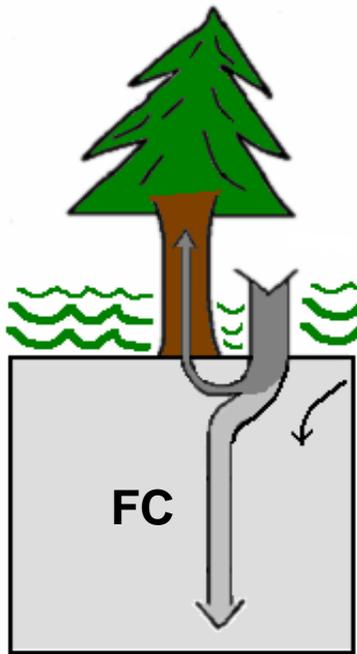
A transferência de nutrientes por **escoamento e drenagem profunda** depende da diferença entre a precipitação e a evapotranspiração (ou seja, das regiões bioclimáticas)



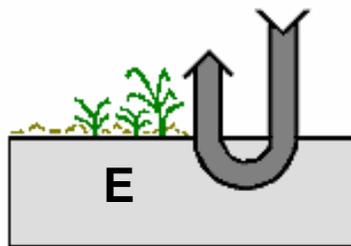
Para grandes precipitações (=grandes temperaturas), a proporção de evapotranspiração é maior

No entanto, para a mesma zona biogeográfica, a **proporção de evapotranspiração depende do coberto vegetal, especialmente arbóreo, e do uso do solo**

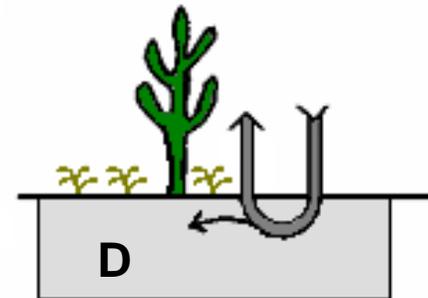
Clima frio:
pouca
absorção,
grande
lixiviação



Clima quente
e húmido:
grande
absorção e
baixa
lixiviação



Quente
e seco



Quente e
seco: baixa
lixiviação

Nos biomas de climas áridos e semi-áridos (D e E), a lixiviação de nutrientes não se verifica devido à baixa precipitação.

A lixiviação nos biomas de clima quente e húmido (FE) é limitada devido ao elevado fluxo de nutrientes do solo para as plantas

Nos climas frios (FC e FCT), não obstante a lenta decomposição dos resíduos, a lixiviação pode ser muito elevada devido à baixa utilização pelas plantas.

Dois fluxos contrários de água influenciam as plantas: do solo para a atmosfera e evapotranspiração, e da atmosfera para a planta com escoamento e percolação

A forma de exercer as práticas agrícolas igualmente determina os fluxos de água e em consequência os nutrientes que ela transporta

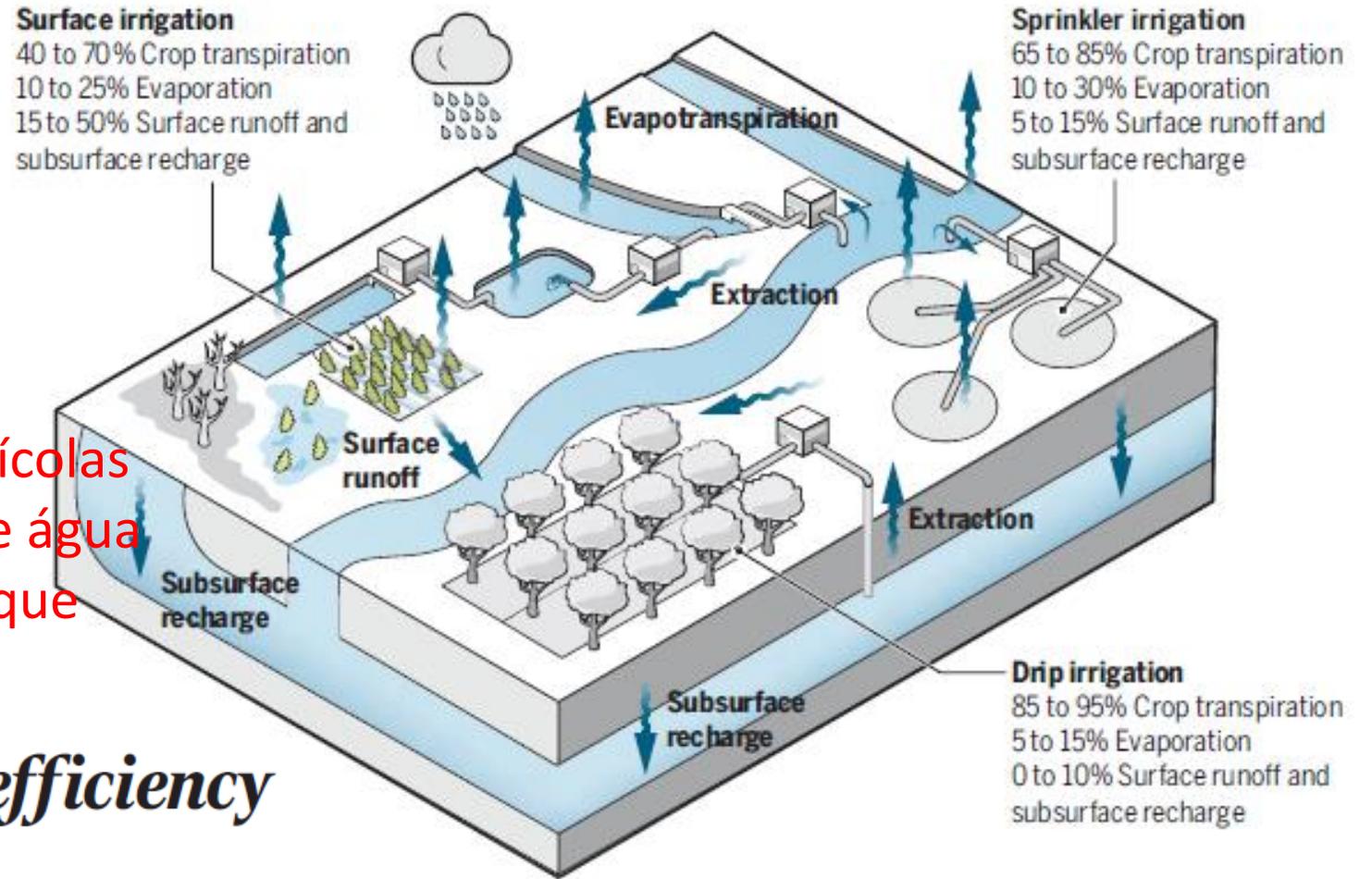
The paradox of irrigation efficiency

Higher efficiency rarely reduces water consumption

By R. Q. Grafton^{1,2}, J. Williams¹, C. J. Perry³, F. Molle⁴, C. Ringler⁵, P. Steduto⁶, B. Udall⁷, S. A. Wheeler⁸, Y. Wang⁹, D. Garrick¹⁰, R. G. Allen¹¹

increased IE rarely delivers the presumed public-good benefits of increased water availability. Decision-makers typically have not known or understood the importance of

stored for irrigation governments specializing advanced irrigation as sprinklers or drip



O CICLO DO CARBONO ESTÁ INTIMAMENTE LIGADO AO FLUXO DE ENERGIA ATRAVÉS DA BIOSFERA

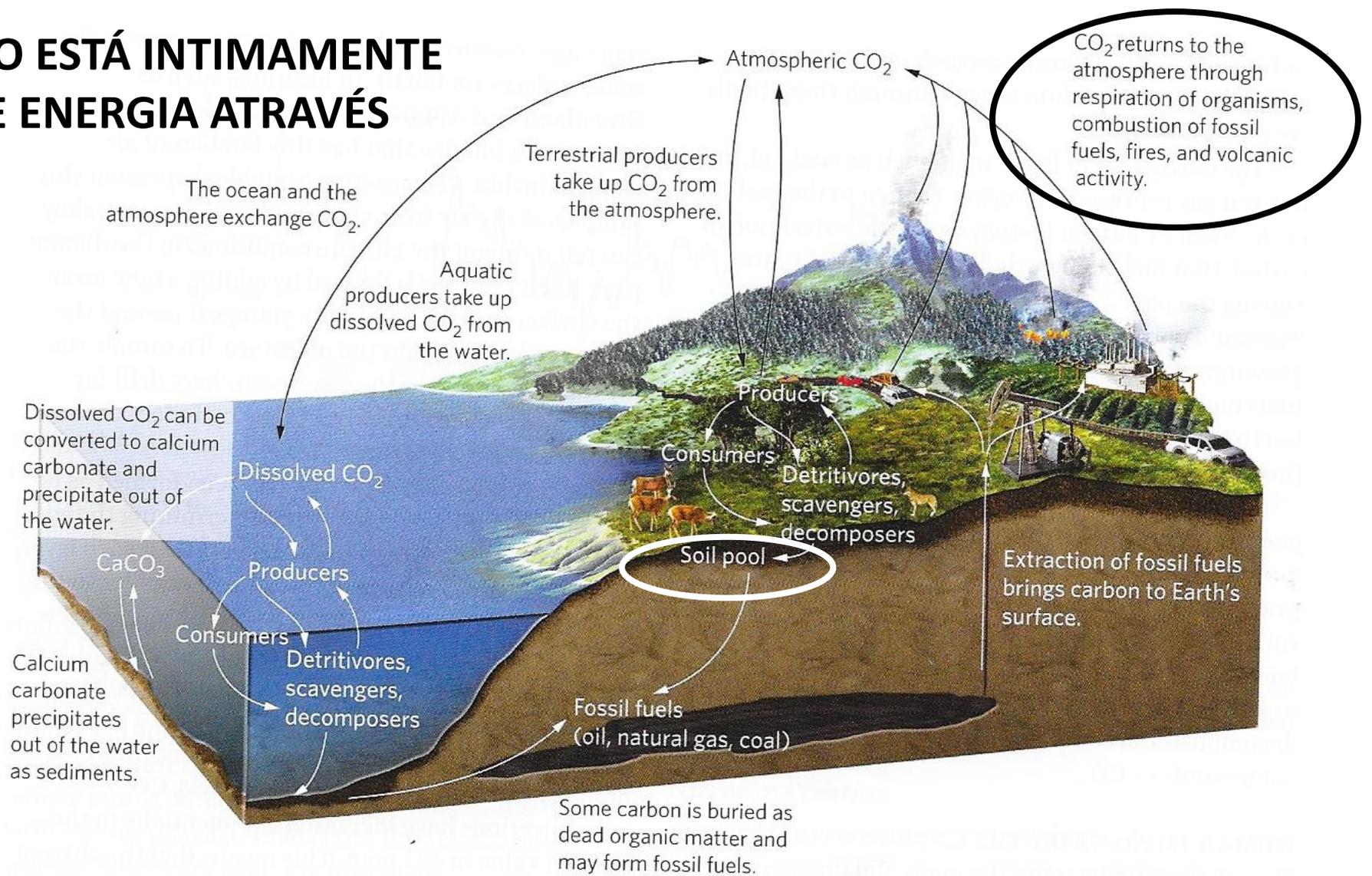
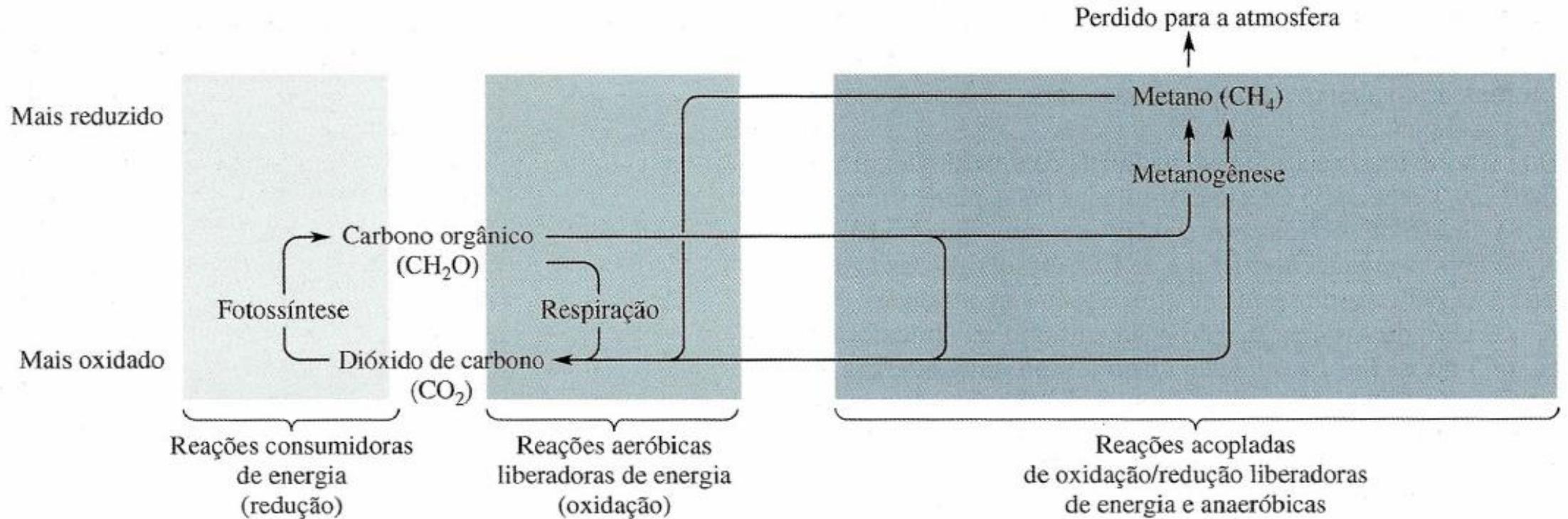


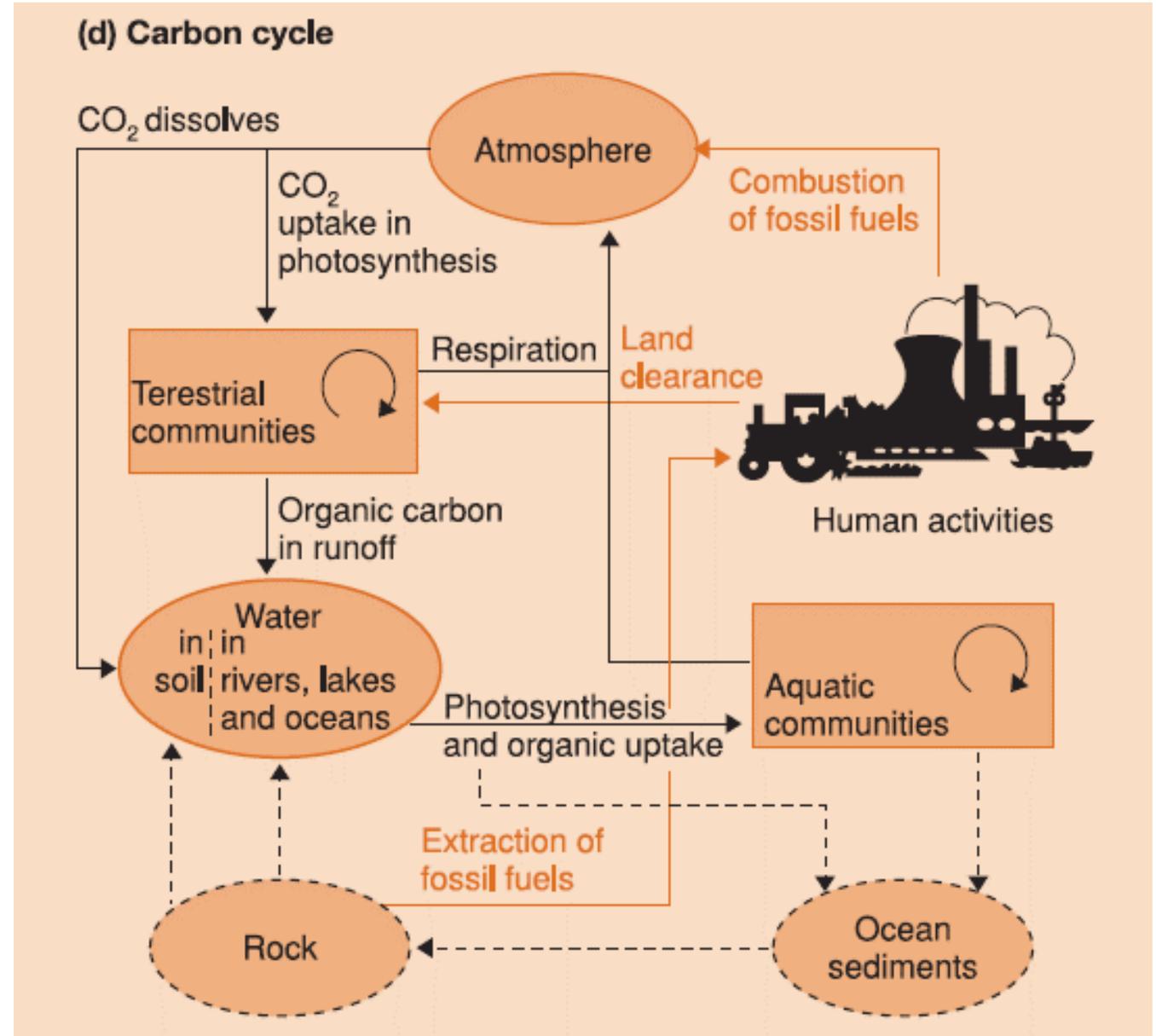
Figure 21.3 The carbon cycle. In the carbon cycle, producers take up CO_2 from the atmosphere and the water. They transfer assimilated carbon to consumers, detritivores, scavengers, and decomposers. These organisms return CO_2 to the atmosphere and ocean and sediments. Carbon that has been stored underground for long periods turns into fossil fuels, which can be extracted. CO_2 is returned to the atmosphere through combustion of fossil fuels, burning in terrestrial ecosystems, and volcanic activity.

Mediação do ciclo do carbono pela fotossíntese e decomposição, em ambientes oxidados ou reduzidos



Influência humana nos ciclos de nutrientes

Influência humana



O AZOTO CIRCULA EM DIFERENTES COMPARTIMENTOS

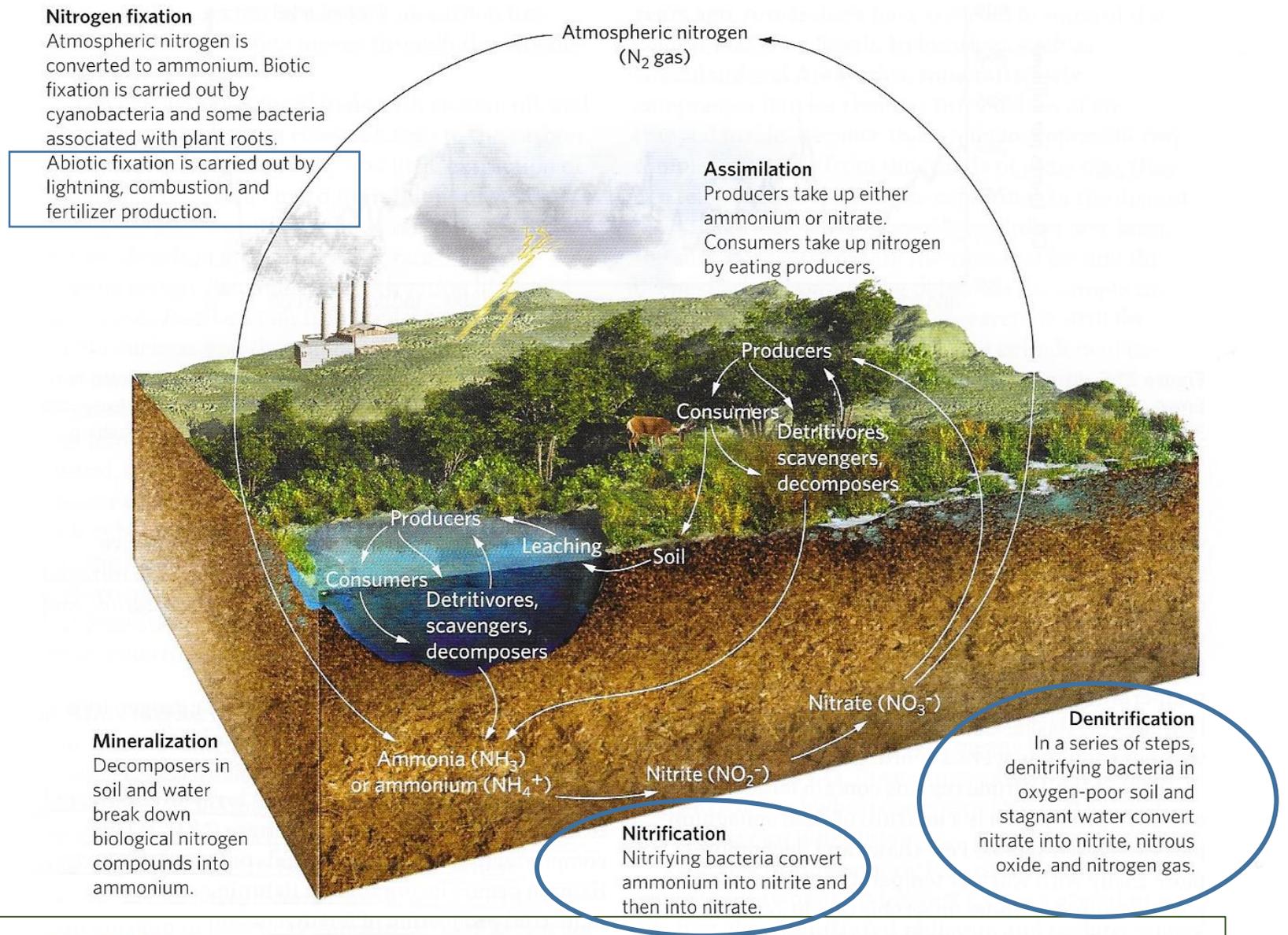
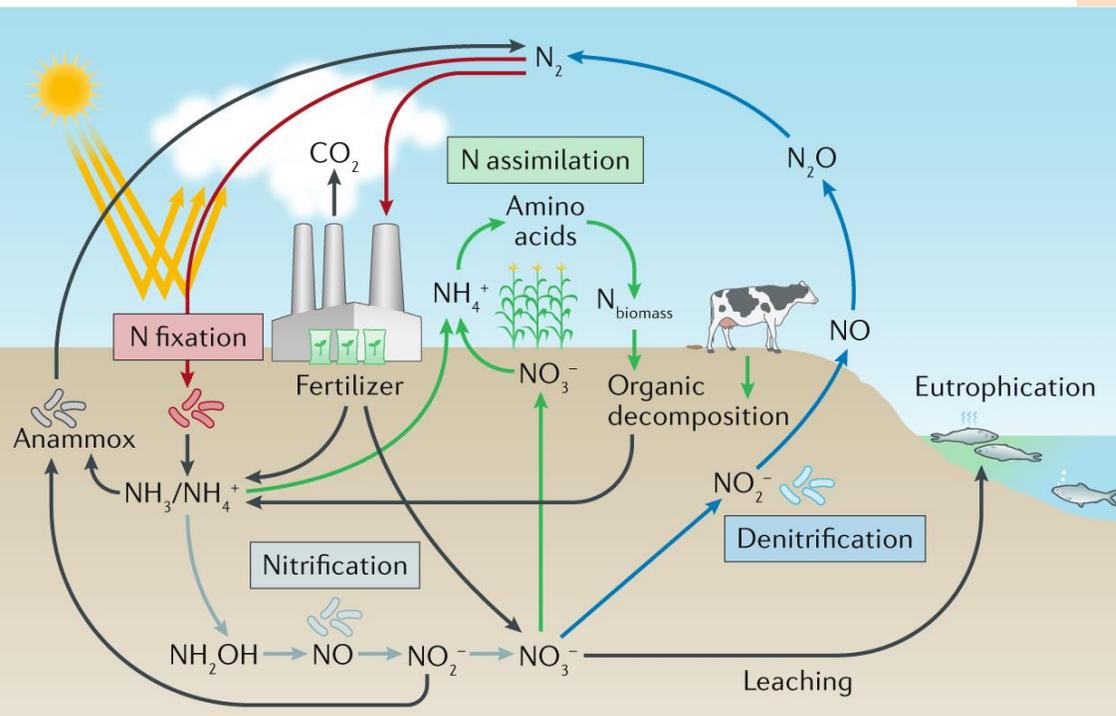


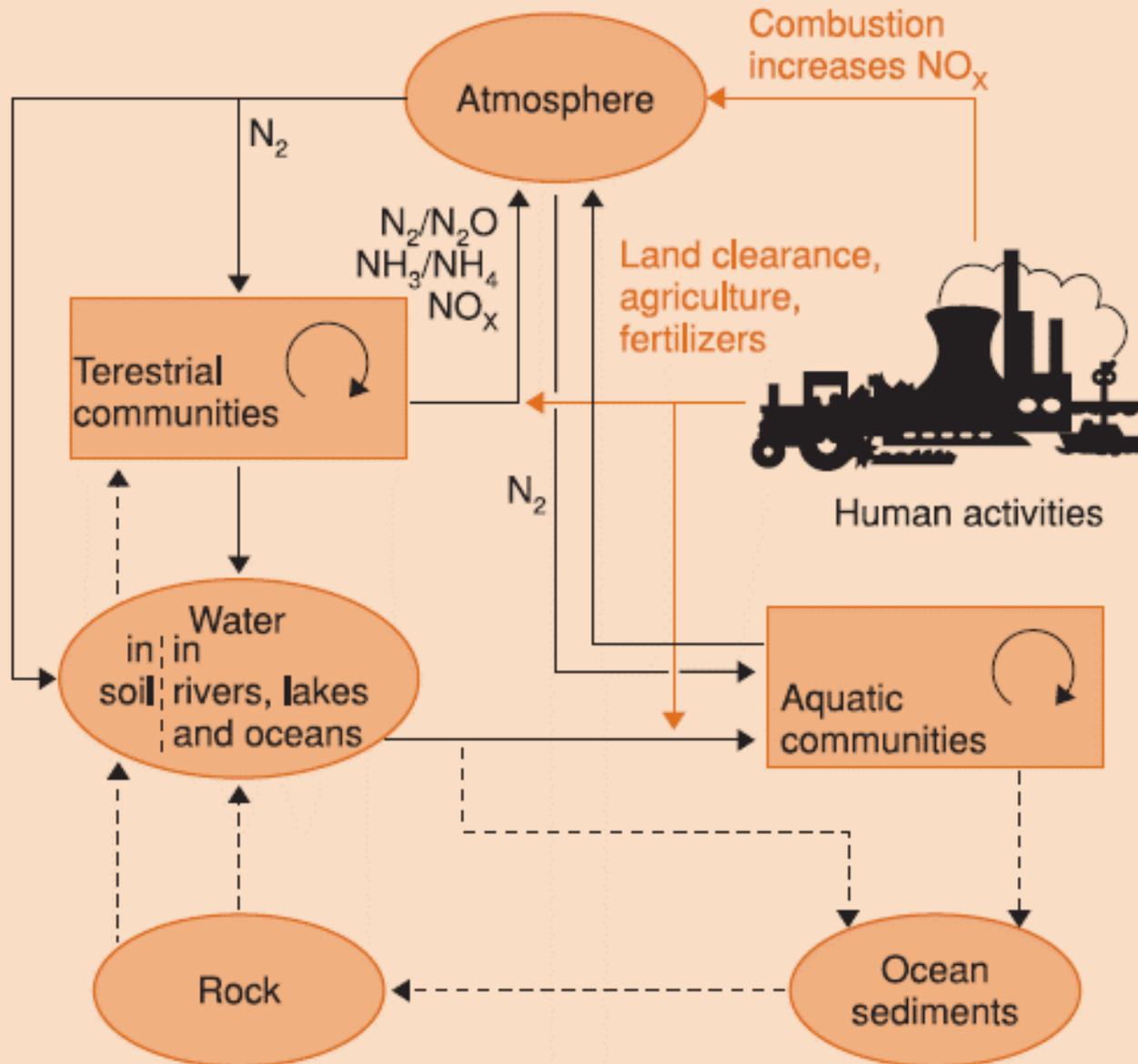
Figure 21.6 The nitrogen cycle. The nitrogen cycle begins with nitrogen gas in the atmosphere. The process of nitrogen fixation converts it into a form that producers can use. The fixed nitrogen can then be assimilated into producers and consumers; it ultimately decomposes into ammonium through the process of mineralization. The ammonium can be converted into nitrite and then nitrate through the process of nitrification. Under anaerobic conditions, the nitrate can be converted into nitrogen gas through the process of denitrification.

Influência humana

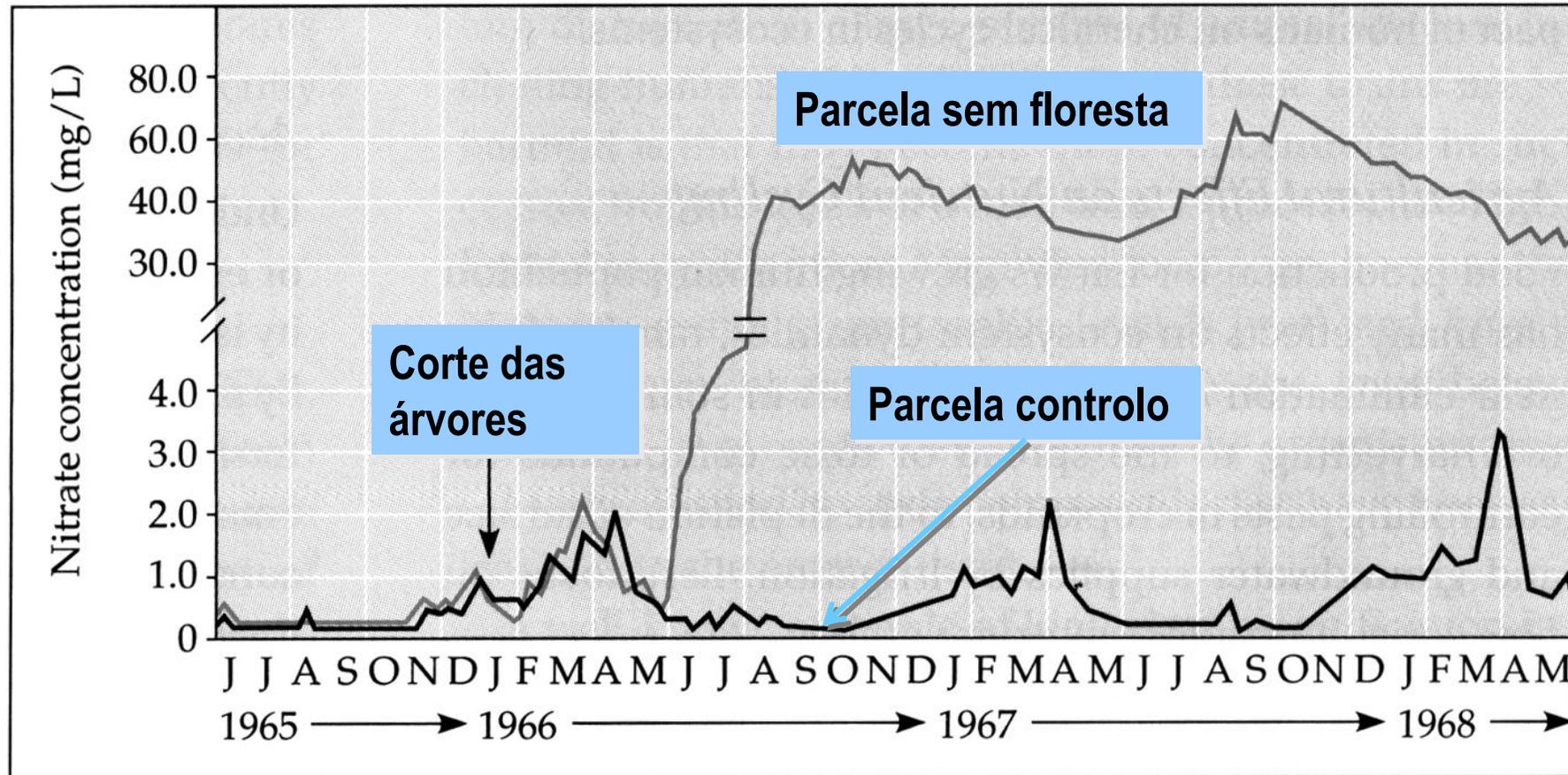


ANAerobic AMMonium OXidation
(oxidação anaeróbia da amônia)

(b) Nitrogen cycle



A desflorestação e a exportação de nutrientes



Estudo em duas bacias hidrográficas de florestas da zona temperada de espécies de folha caduca (EUA). Numa das bacias a floresta foi abatida, na outra foi mantida intacta. A perda de N sob a forma de nitrato na água de escoamento da bacia para os cursos de água, aumentou drasticamente na ausência da floresta.

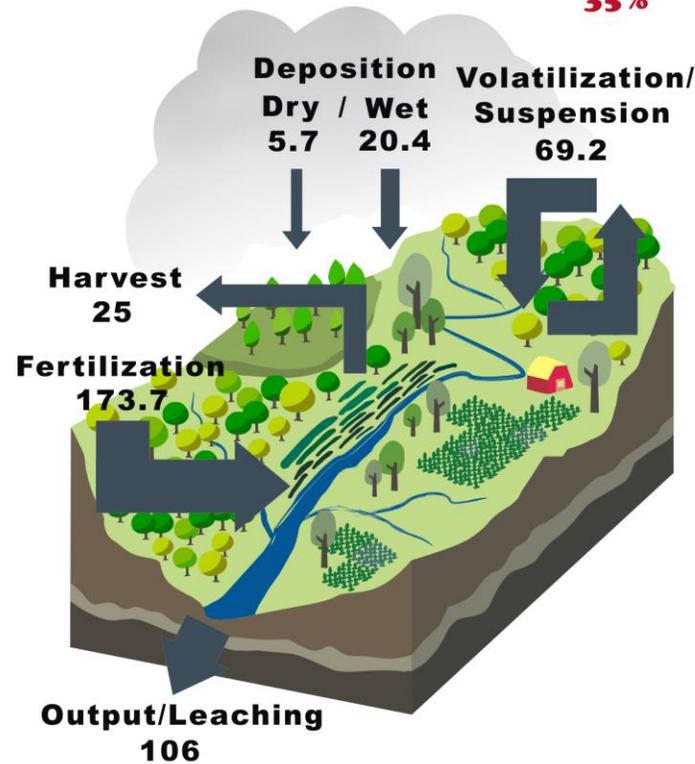
Schematic diagram of N fluxes of watersheds A1 and F2. A1 represents a watershed with 22% agricultural lands and 68% forests (a); F2 represents a watershed with 0.38% agricultural lands and 99% forests (b) (unit: kgN/ha/year).

Effects of mountain tea plantations on nutrient cycling at upstream watersheds

T.-C. Lin¹, P.-J. L. Shaner¹, L.-J. Wang², Y.-T. Shih³, C.-P. Wang⁴, G.-H. Huang¹, and J.-C. Huang³

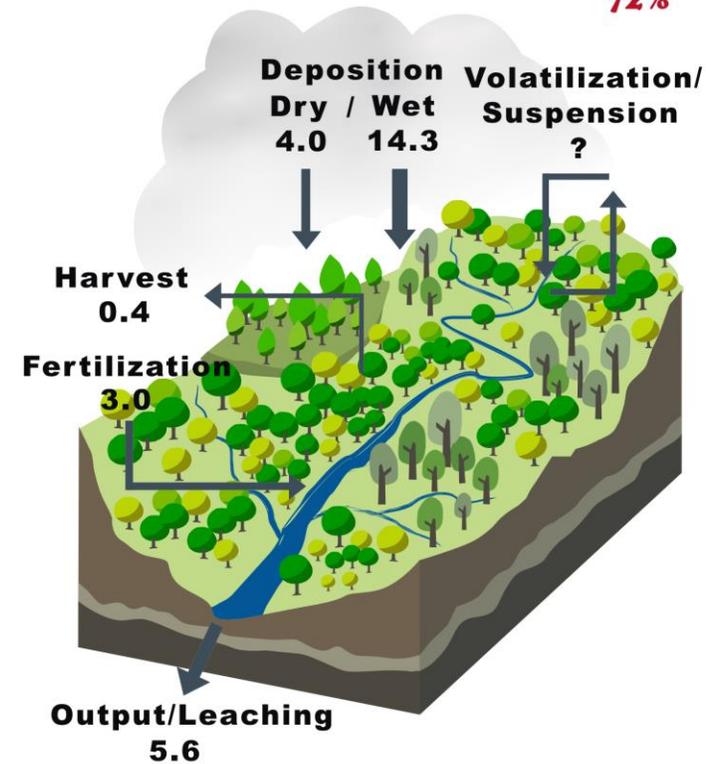
(a)

[N Retention]
35%



(b)

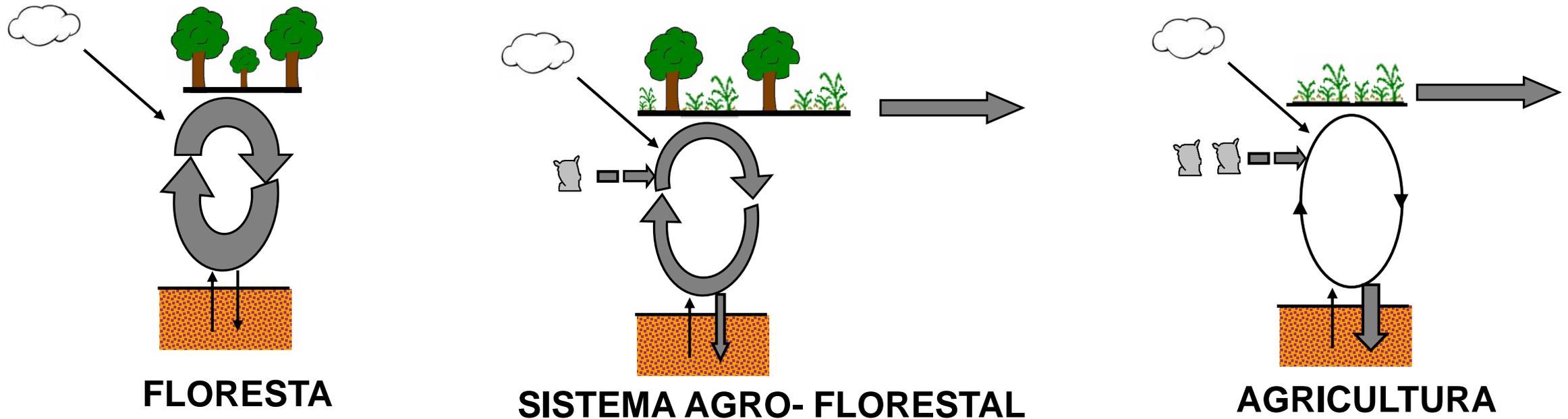
[N Retention]
72%



As atividades agrícolas são promotoras de lixiviação de nitratos e a floresta e cobertura natural são retentoras de nitratos

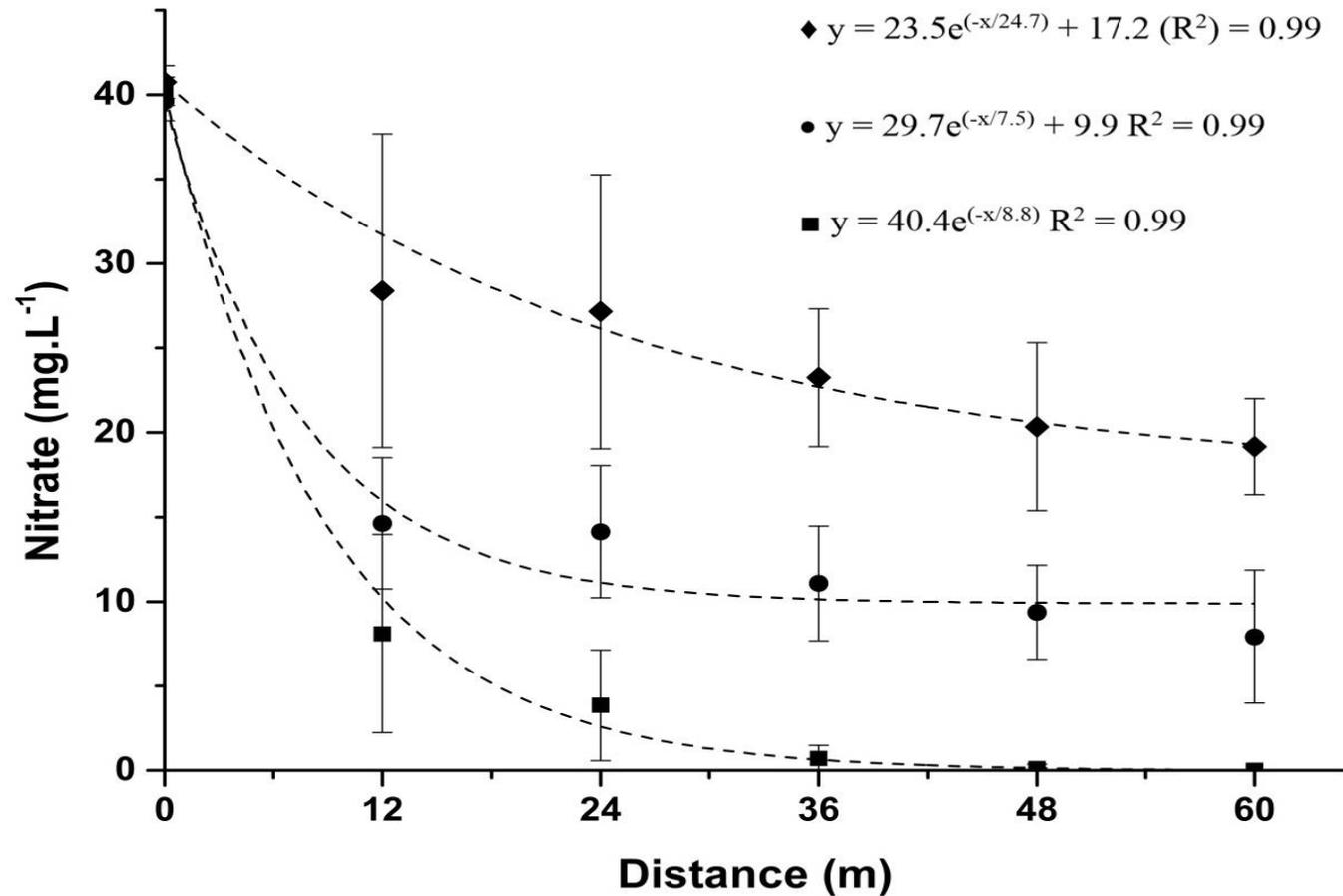
(Biological N fixation is not included in the diagram and its effects on N retention is described in the Discussion.)

Alteração do ciclo de nutrientes pelas atividades humanas em zonas temperadas



O grau de escoamento e percolação a partir da superfície do solo dependem da pluviosidade e da irrigação, bem como do tipo e estado da cultura

Utilização de estruturas naturais para incorporação de nutrientes e de poluentes



Mata ciliar da Floresta atlântica do Brasil

Relation between nitrate concentration (mg L^{-1}) and the distance of the sampling points in the buffer zones of the Atlantic forest, in Brazil, using widths between 0 and 60m. Nitrate concentration was measured in areas with buffer zone composed of ◆ Grasses ● Shrub or ■ Woody.

O ciclo do fósforo tem menos passos do que os de outros ciclos dos elementos.

Ao contrário dos ciclos do C e N, o ciclo do P não tem componente gasosa, sendo os movimentos da e para a atmosfera de pequena importância devido às pequenas quantidades envolvidas.

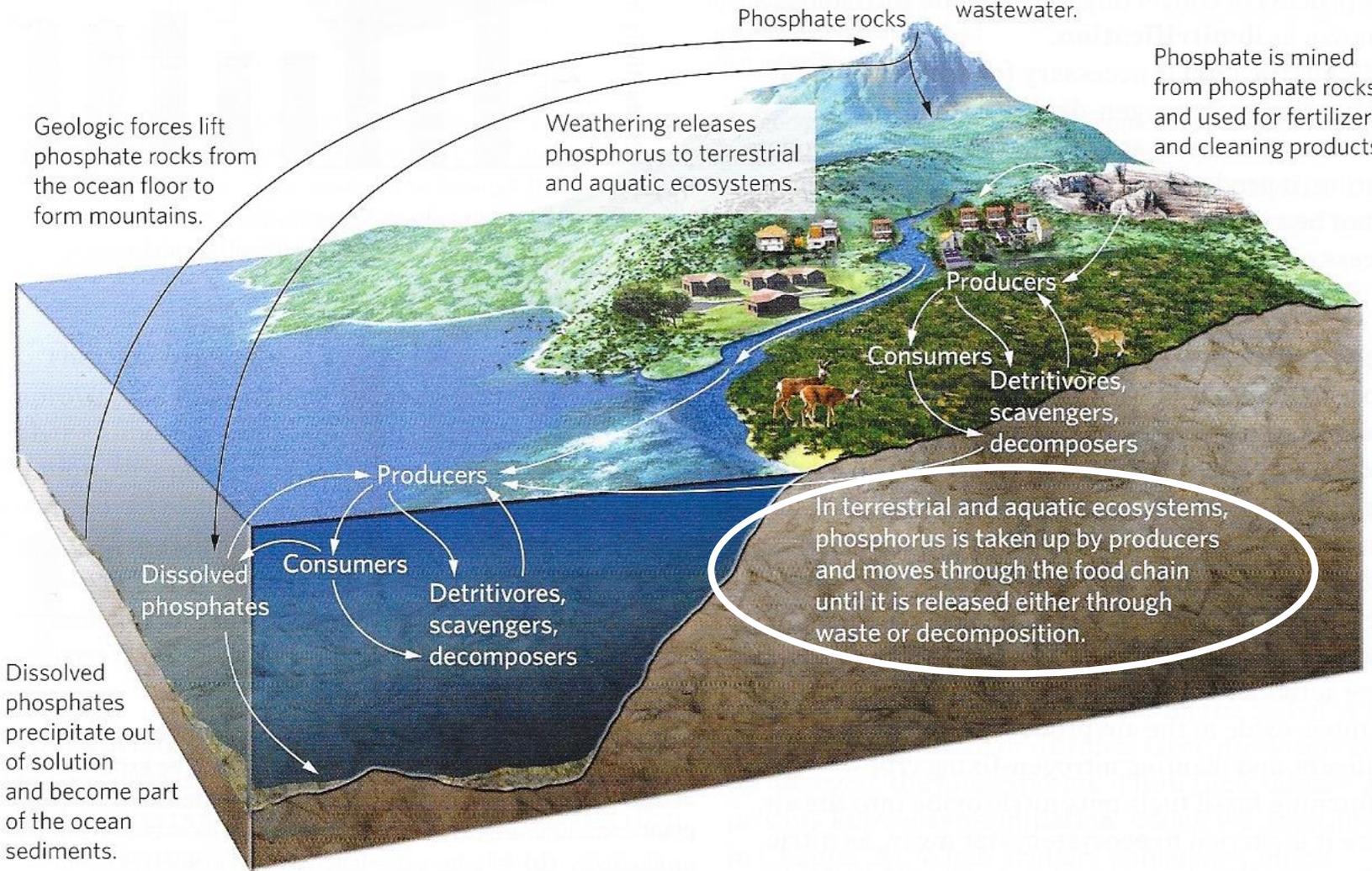


Figure 21.8 The phosphorus cycle. Phosphate rocks that are uplifted by geologic forces naturally weather over time to release phosphorus. These rocks are the source of phosphorus used in fertilizer and detergents. Phosphorus is taken up by producers and moves through the food chain until it is released either through waste or decomposition. Excess phosphorus on land runs off the surface or leaches out of the soil and into aquatic habitats. In the ocean, phosphorus combines with calcium or iron and precipitates out of the water column, ultimately to form phosphate rocks again.

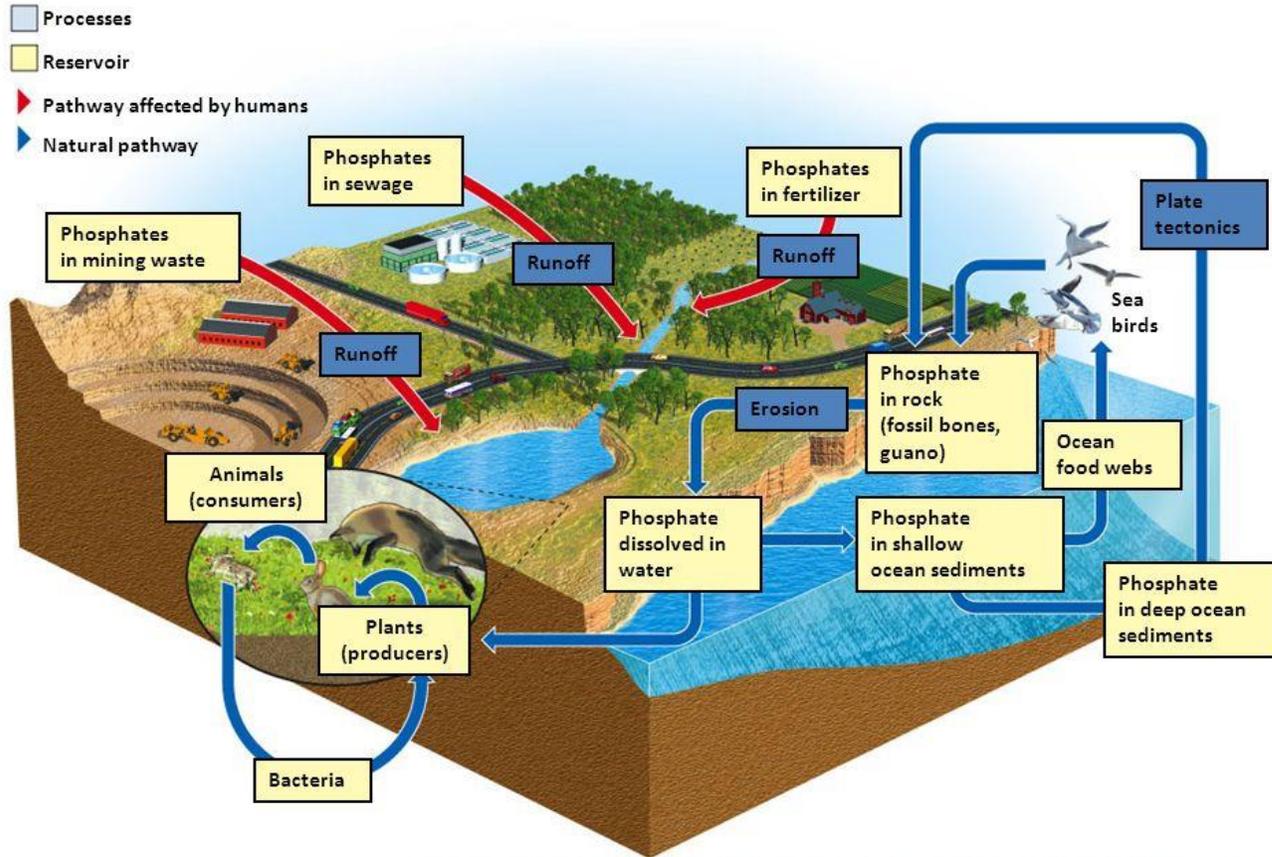
Particularidades do ciclo do P

Em muitos aspetos o ciclo do P nos ecossistemas é análogo ao ciclo do N, mas é menos complexo pelo facto de não ocorrerem transformações biológicas complexas pelos microrganismos, como acontece com o N.

Nos ecossistemas naturais, o ciclo do P é quase fechado e a maior parte do P das plantas é reciclado pela transformação dos resíduos pelos microrganismos, como é o caso das florestas tropicais húmidas.

Importância da razão C/N/P em cada contexto de ecossistema, por exemplo nas águas interiores grosseiramente 100/10/1- quais as implicações disto?

Influência humana



PHOSPHORUS CYCLE

(a) Phosphorus cycle

