

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS**  
**DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO**  
**SHS-0601– Qualidade da Água**



## Introdução à qualidade da água



**Prof. Dr. Davi Gasparini Fernandes Cunha**  
**2º semestre/2023**

# Ciclo hidrológico

## Movimento



# Ciclo hidrológico

## Tipos de sistemas aquáticos

Água salgada

Água salobra

$0,5\text{‰} < S < 30\text{‰}$

Água salina

$S \geq 30\text{‰}$

Água doce

$S \leq 0,5\text{‰}$

Sistemas lóticos

Sistemas lênticos

Mananciais subterrâneos



# Bacia hidrográfica

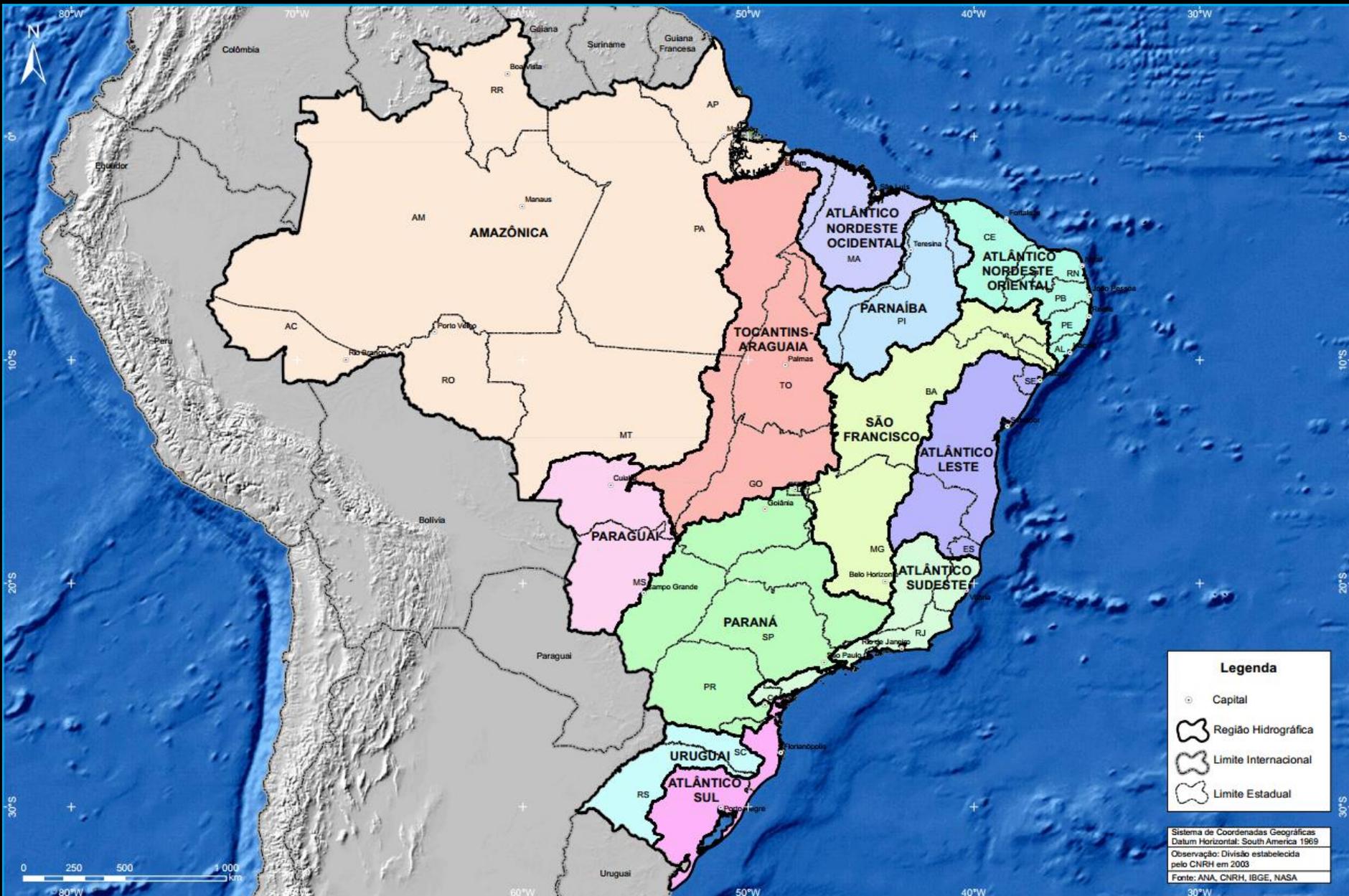
Segundo a Lei Federal 9.433, de 08 de janeiro de 1997, *“a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”*.

→ recorte físico-territorial básico

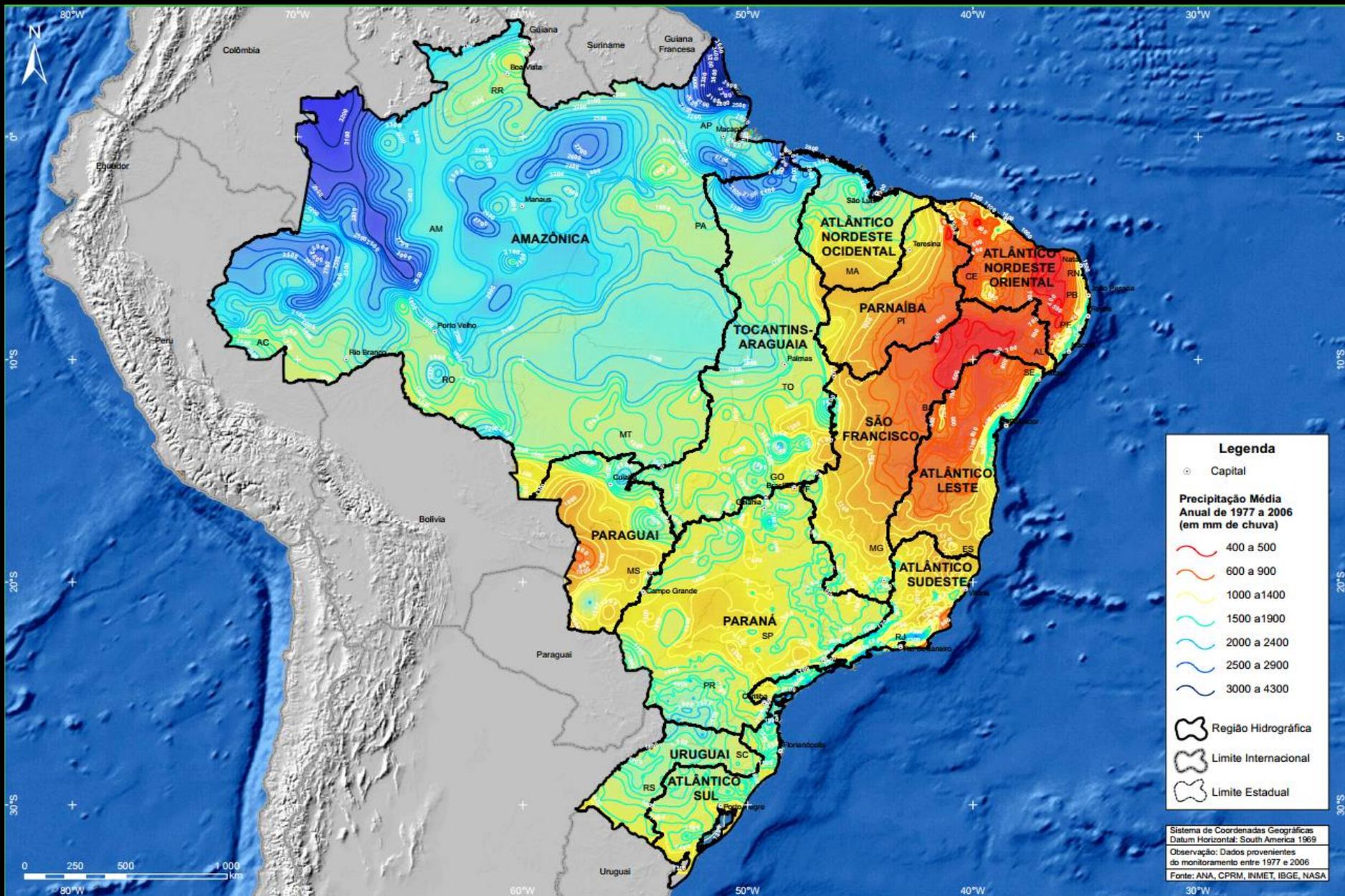
→ reflete as atividades antrópicas no território e eventuais problemas relacionados à poluição das águas ou escassez hídrica

→ facilita a elaboração de planos de manejo e gerenciamento de riachos, rios e reservatórios que drenam a bacia ou microbacia

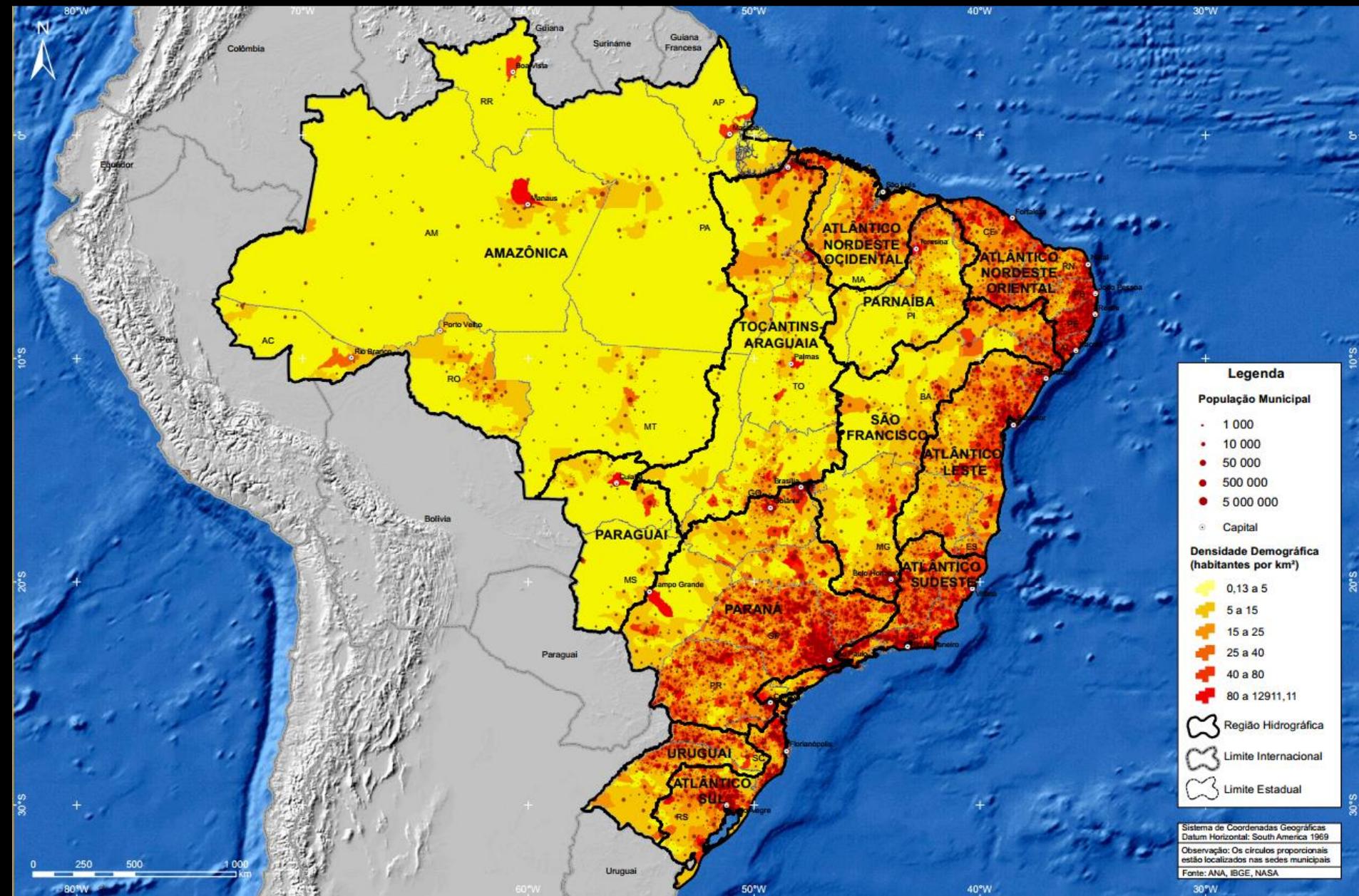
# Regiões hidrográficas brasileiras



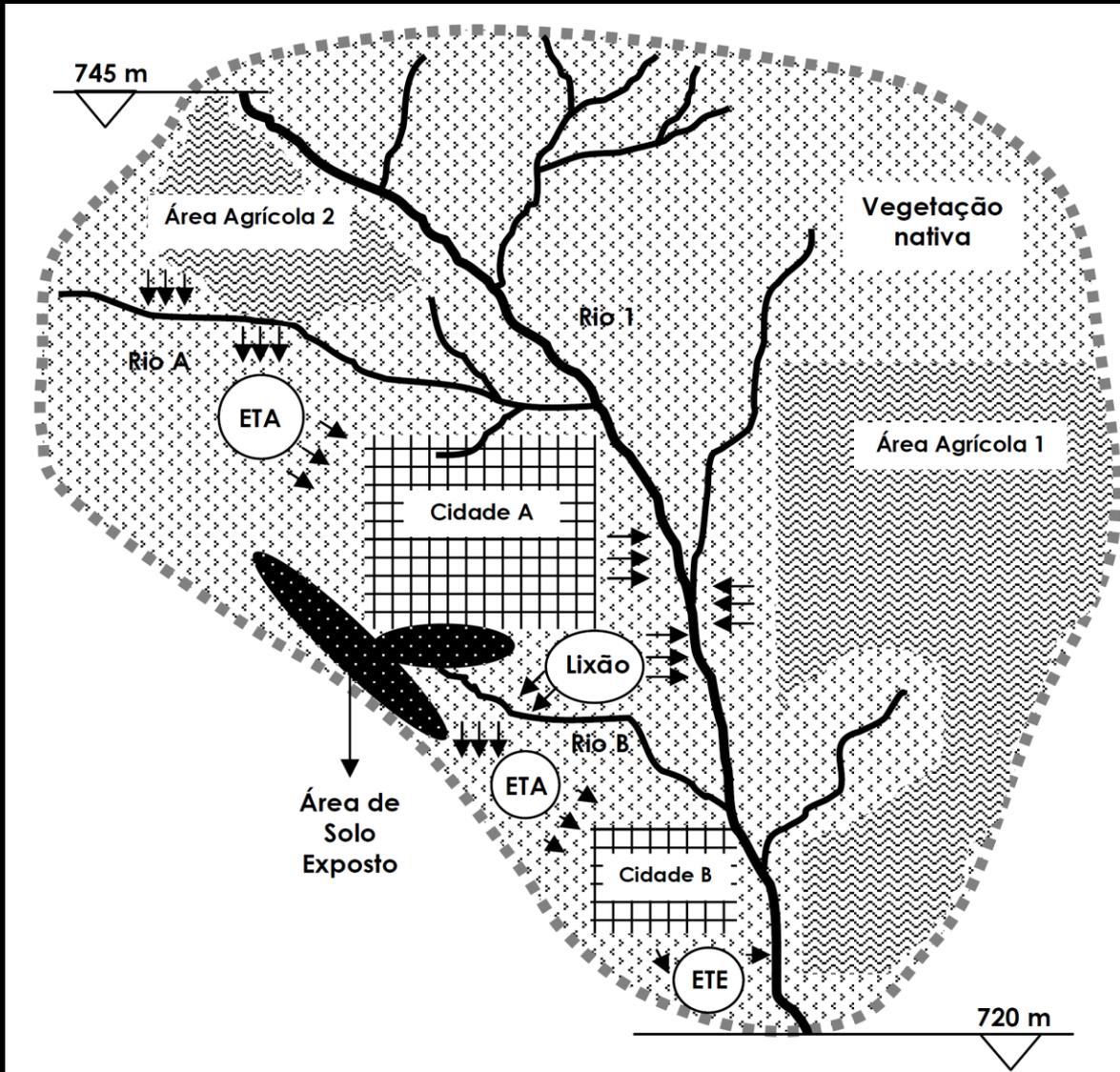
# Pluviometria



# População

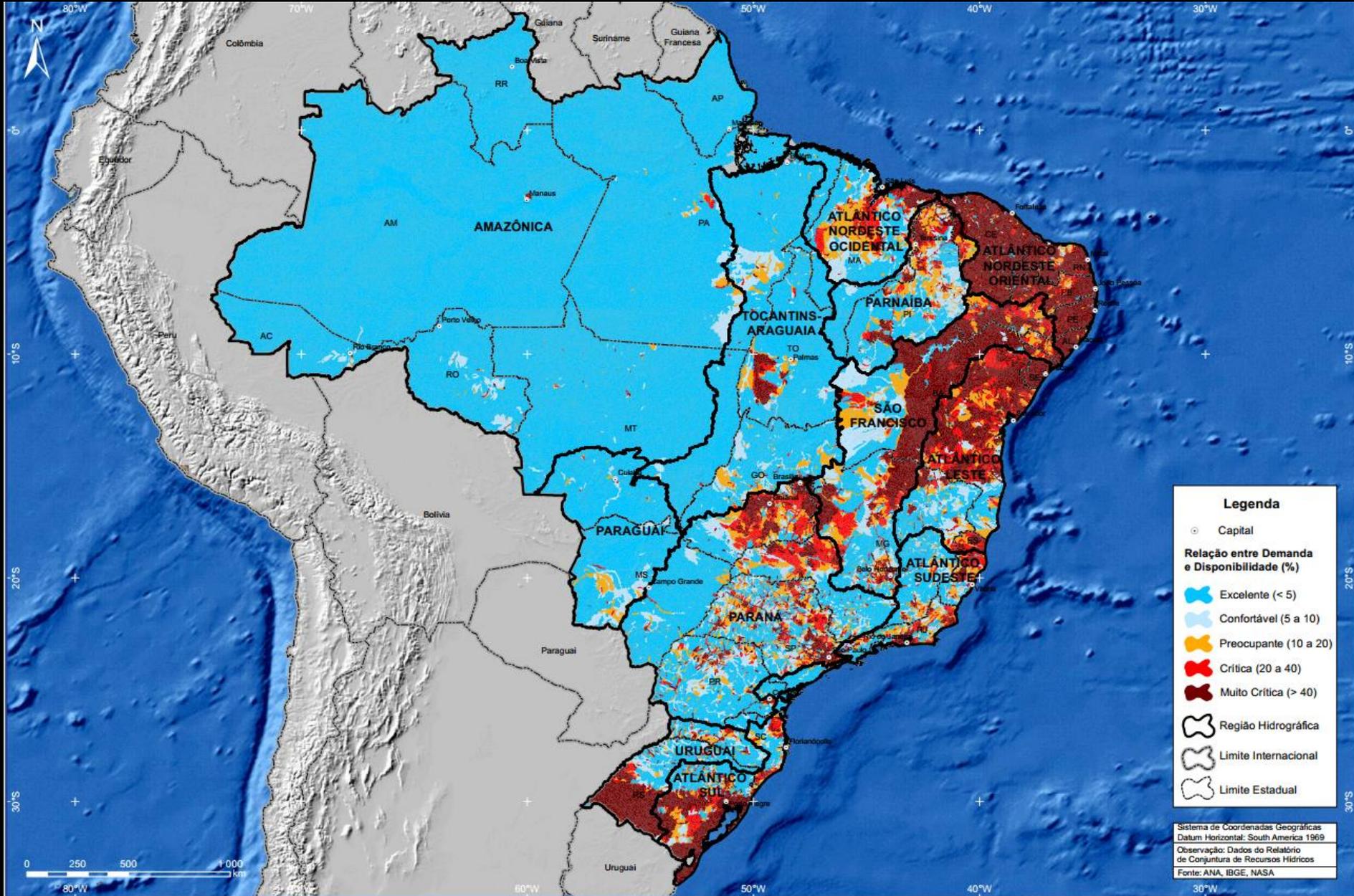


# Bacia hidrográfica



Reúso indireto  
não planejado

# Balanço hídrico



# Qualidade da água

**Observada**

**Características naturais; Uso e ocupação do solo**

**Desejável**

**Usos da água; equilíbrio ecológico; serviços ambientais**

Abastecimento público  
Abastecimento industrial  
Irrigação  
Dessedentação de animais

**Usos consuntivos**

**Usos mais nobres**

**Usos menos nobres**

**Requisitos**

Aquicultura  
Preservação da flora e da fauna  
Recreação e lazer  
Harmonia paisagística  
Geração de energia elétrica  
Navegação  
Diluição de efluentes

**Usos não consuntivos**

**Usos múltiplos**

# Poluição da água

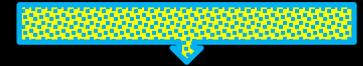
Em termos práticos, para a engenharia:

*Poluição das águas se refere à “adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d’água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos” (Von Sperling, 2005)*

Visão antropocêntrica?

Desde que a interpretação da palavra “usos” seja adequada, a definição é aceitável!

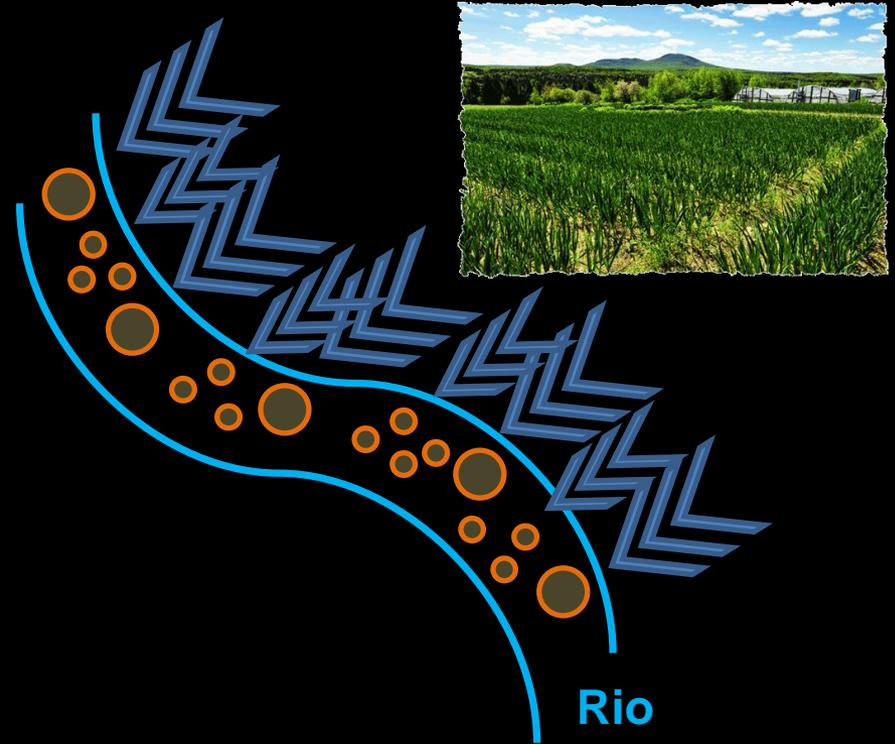
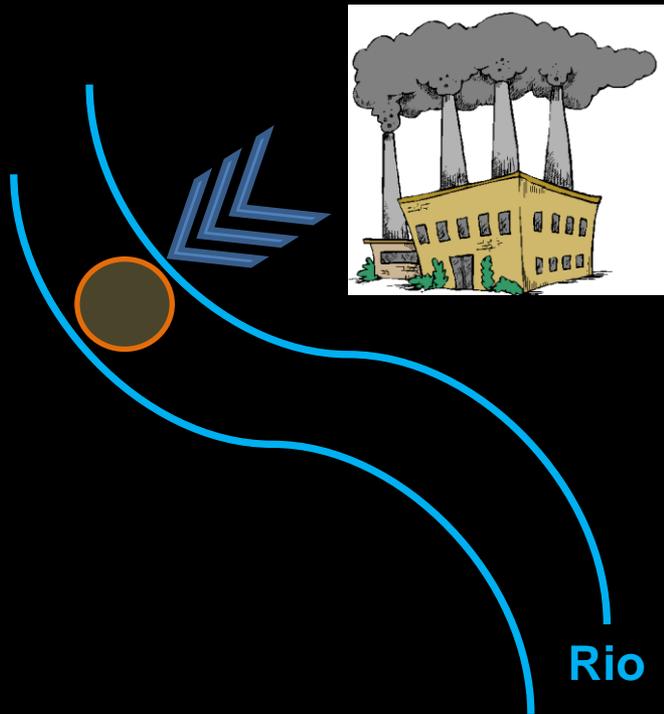
Qualidade da água



Condições naturais  
Interferências antrópicas



# Poluição pontual e difusa



# Poluição pontual e difusa



# Poluição pontual

Cargas provenientes do lançamento de efluentes domésticos e industriais

Atingem os corpos hídricos de modo contínuo, localizado e de mais fácil identificação

Seus aspectos quantitativos e qualitativos dependem de diversos fatores, como consumo de água, coeficiente de retorno, hábitos da população, tipologia da atividade industrial etc

# Poluição difusa

Cargas provenientes de atividades que geram o aporte de poluentes de maneira esparsa sobre a área de contribuição da bacia hidrográfica

Atingem os corpos hídricos de modo intermitente e estão associadas a eventos de precipitação

São geradas a partir de extensas áreas com ocupação antrópica

Seu monitoramento é complexo, pois sua origem exata não é identificada

Seus aspectos quantitativos e qualitativos dependem do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica

Principal agente de transporte dos poluentes: **ÁGUA**



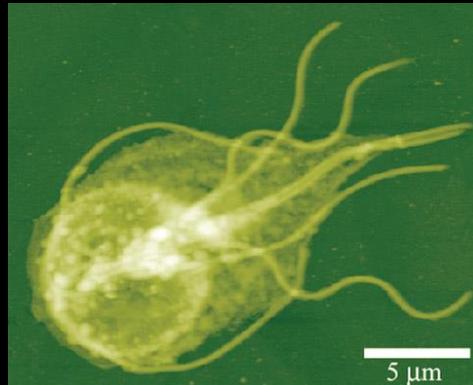
# Consequências do déficit de esgotamento sanitário

→ Patógenos e cianobactérias

## 1) Microrganismos patogênicos – vírus, bactérias, protozoários e helmintos

Exemplos: diarreia, ascaridíase, ancilostomíase, esquistossomose, salmonelose, hepatite, giardíase, criptosporidiose

Giardíase



Protozoário ciliado: *Giardia lamblia*

10<sup>5</sup>/g fezes de pessoa infectada

Sobrevive até 25 dias na água

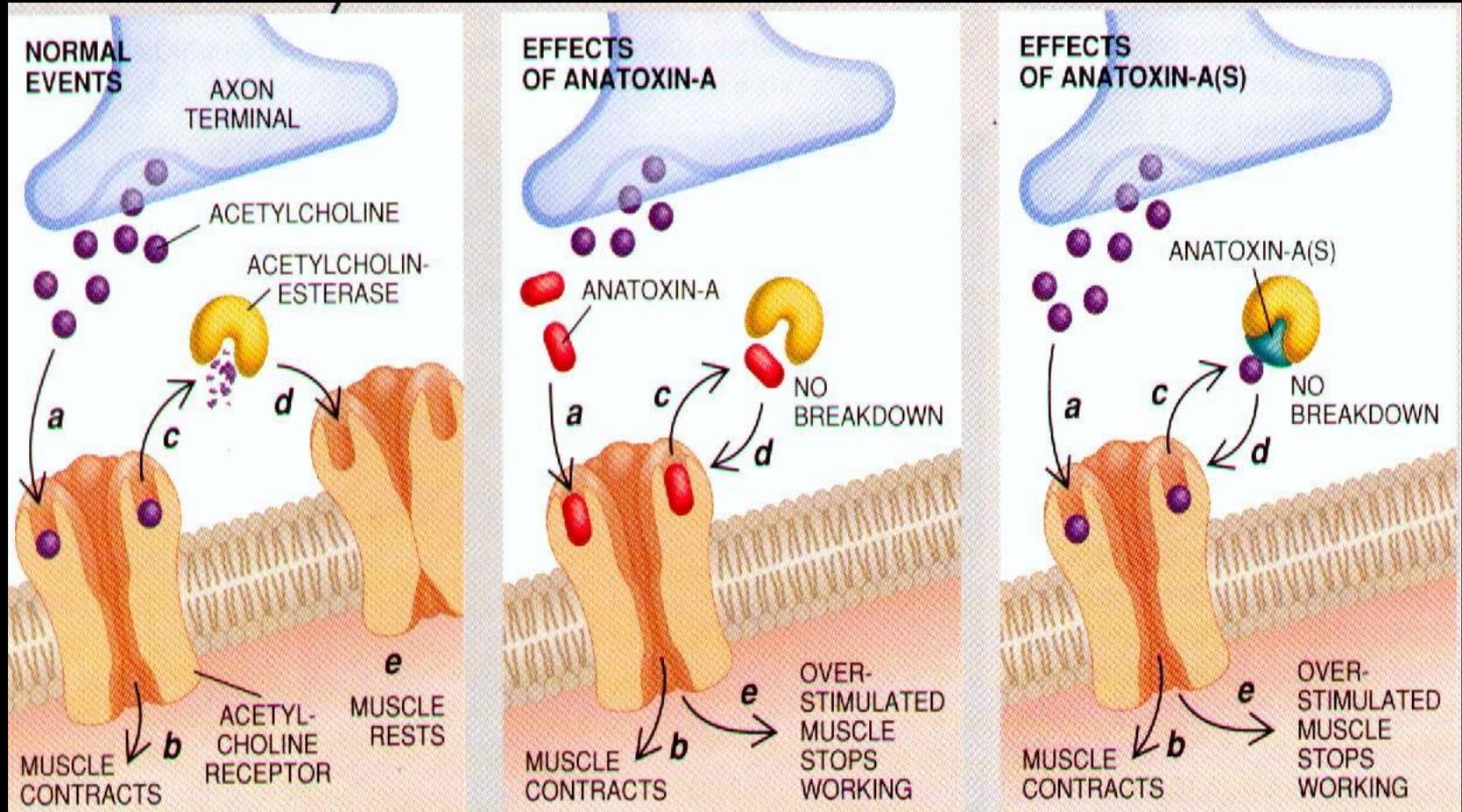
Dose infectante: 1-10 indivíduos

Diarreia, náuseas e indigestão



# Consequências do déficit de esgotamento sanitário

## 2) Cianobactérias



Superestimulação muscular

Acetilcolina - neurotransmissor

# Consequências do déficit de esgotamento sanitário

→ Eutrofização artificial

O termo vem do grego

“*Eu*” = bom

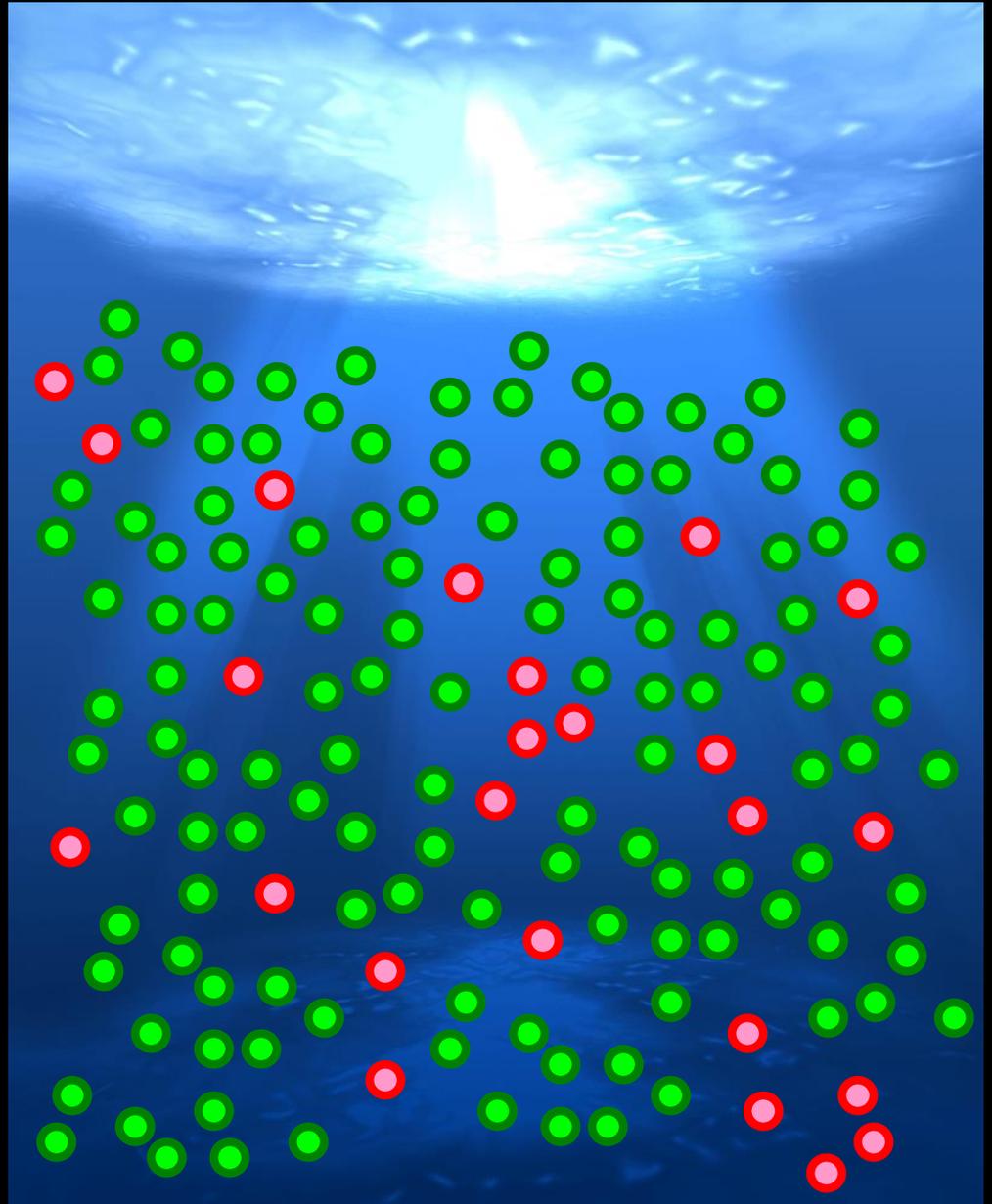
“*trophein*” = nutrir



Eutrófico = bem nutrido

● Nutrientes

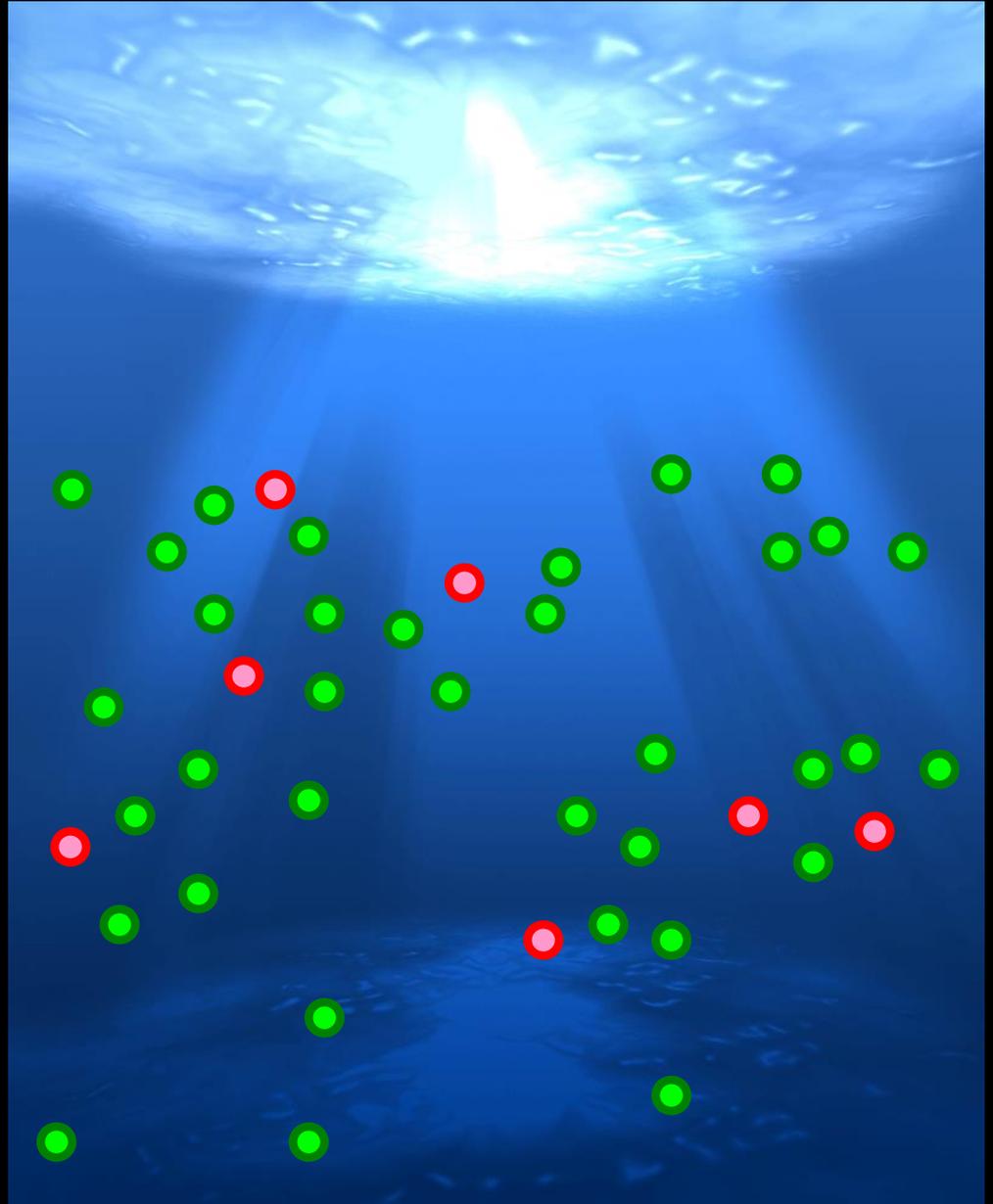
● Produtores primários (ex: algas e cianobactérias)



# Consequências do déficit de esgotamento sanitário

→ Eutrofização artificial

Oligotrófico = pouco nutrido



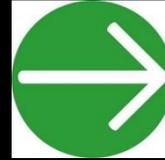
# Consequências do déficit de esgotamento sanitário

→ Eutrofização artificial

*Input* excessivo de nutrientes



Proliferação de algas e cianobactérias



Redução nas concentrações de OD



Predomínio de organismos anaeróbios



Mortalidade de organismos aeróbios



# Consequências do déficit de esgotamento sanitário

→ Substâncias e compostos orgânicos e inorgânicos

## 1) Metais

Exemplos: cádmio, chumbo, mercúrio, cromo

## 2) Compostos orgânicos

Carbono

Hidrogênio

Exemplos: hidrocarbonetos aromáticos, halogenados, fenóis, pesticidas

Tratamento de efluentes e controle de fontes poluidoras

# Consequências do déficit de esgotamento sanitário

→ Substâncias e compostos orgânicos e inorgânicos

## 3) Poluentes emergentes

Naturais ou sintéticos  
Hormônios, produtos  
farmacêuticos e de cuidado  
pessoal

Exemplos: medicamentos para uso humano e veterinário, cosméticos e artigos de perfumaria, sabões, sabonetes e detergentes sintéticos, fertilizantes, fungicidas, herbicidas, inseticidas, produtos de limpeza e de polimento, retardantes de chamas, repelentes de insetos, surfactante

Tratamento de efluentes e adequação de ETAs e ETEs





# Fontes geradoras de poluição difusa

## 1 Deposição atmosférica

Úmida

Seca

Responde por 15-25% da carga total



## Como amostrar a deposição atmosférica seca?

# Fontes geradoras de poluição difusa

## 2 Desgaste do pavimento

Partículas de areia, cimento, fragmentos de asfalto, calçadas



Possível toxicidade



## 3 Veículos

Combustível, óleo lubrificante, partículas de borracha, tinta, ferrugem



# Fontes geradoras de poluição difusa

## 4 Resíduos sólidos

Domiciliares, industriais, construção e demolição, poda e capina

Não coletados

Lançados nas ruas

Lançados nos sistemas de drenagem

Lançados diretamente nos corpos de água



# Fontes geradoras de poluição difusa

## 5 Erosão

Expansão urbana, abertura de novos loteamentos, remoção da cobertura vegetal, práticas agrícolas inadequadas

Impermeabilização do solo → aceleração do escoamento superficial



# assoreamento

# Impactos sobre a qualidade da água dos corpos receptores

Depleção de oxigênio dissolvido

Matéria orgânica

Resuspensão de sedimentos

Microrganismos patogênicos

Eutrofização

Toxicidade

Depósito de sedimentos

Alterações estéticas



# Bibliografia e material de apoio

Von Sperling, M. (2005). Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Editora UFMG, Belo Horizonte (MG). 452p.

- **Capítulo 3 – itens 2 e 3**

Tsutiya, M.T.; Alem Sobrinho, P. (2000). Coleta e transporte de esgoto sanitário. Editora POLI, São Paulo (SP). 548p.

- **Capítulo 3**

Porto, MFA; Porto, RL (2008). Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados 22 (63), 43-60.

Cunha, DGF; Calijuri, MC (2013). Sistemas aquáticos continentais. In: Cunha, DGF; Calijuri, MC (editores). Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão. Elsevier: Rio de Janeiro. 832p. Ler págs 161-170.

Bengtsson, L (2010). The global atmospheric water cycle. Environmental Research Letters 5, 1-8.