

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

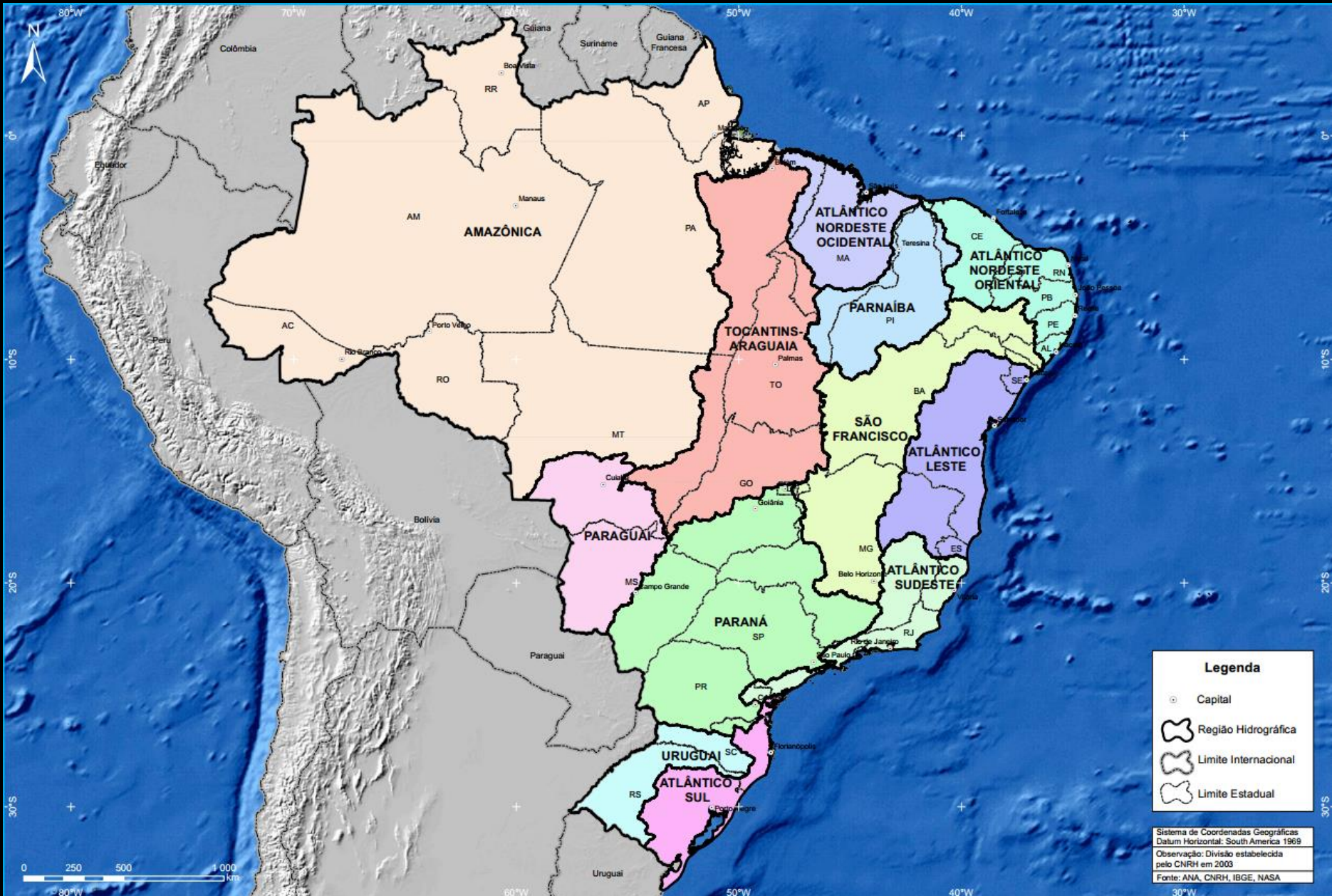
Segundo a Lei Federal 9.433, de 08 de janeiro de 1997, *“a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”*.

→ recorte físico-territorial básico

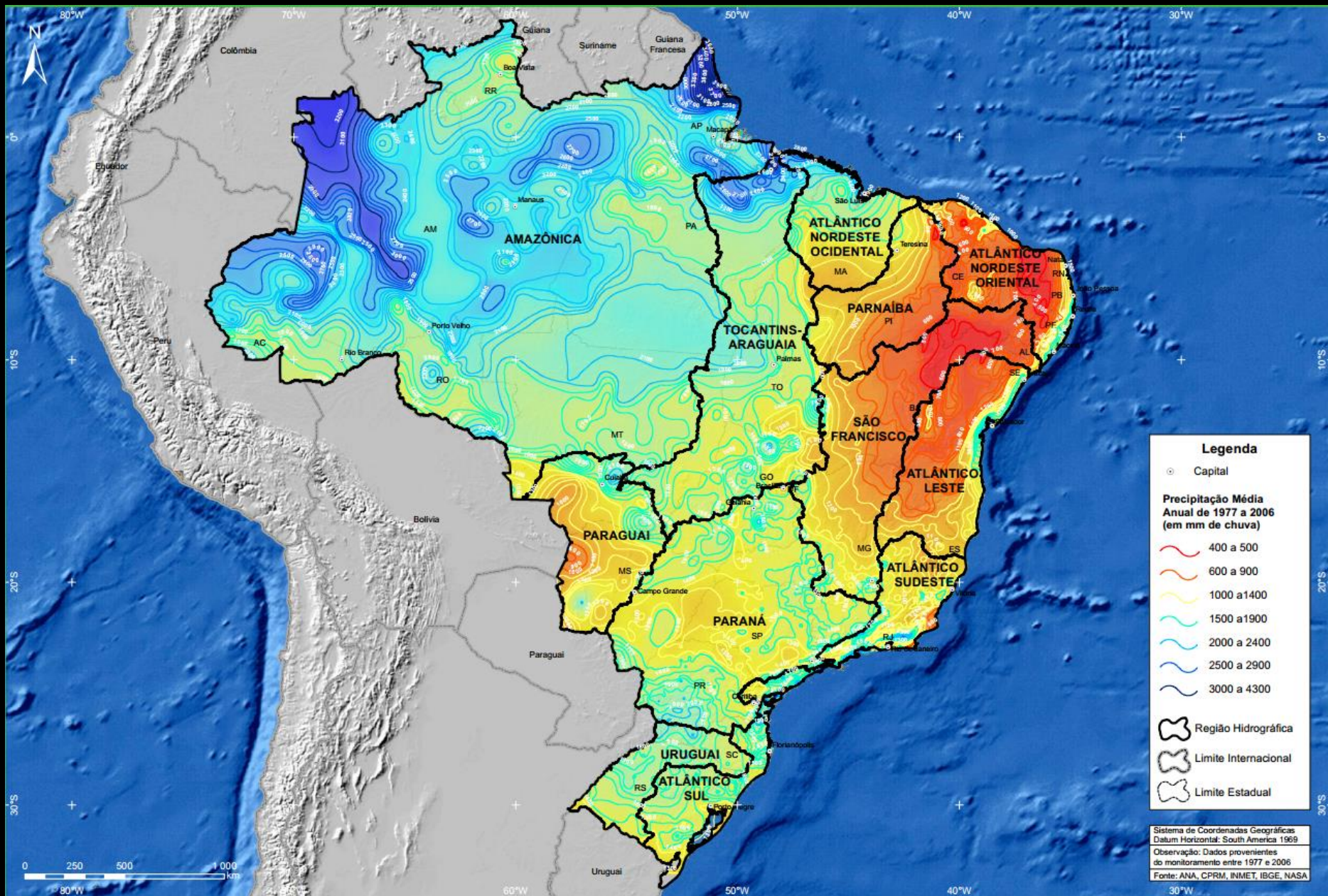
→ reflete as atividades antrópicas no território e eventuais problemas relacionados à poluição das águas ou escassez hídrica

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

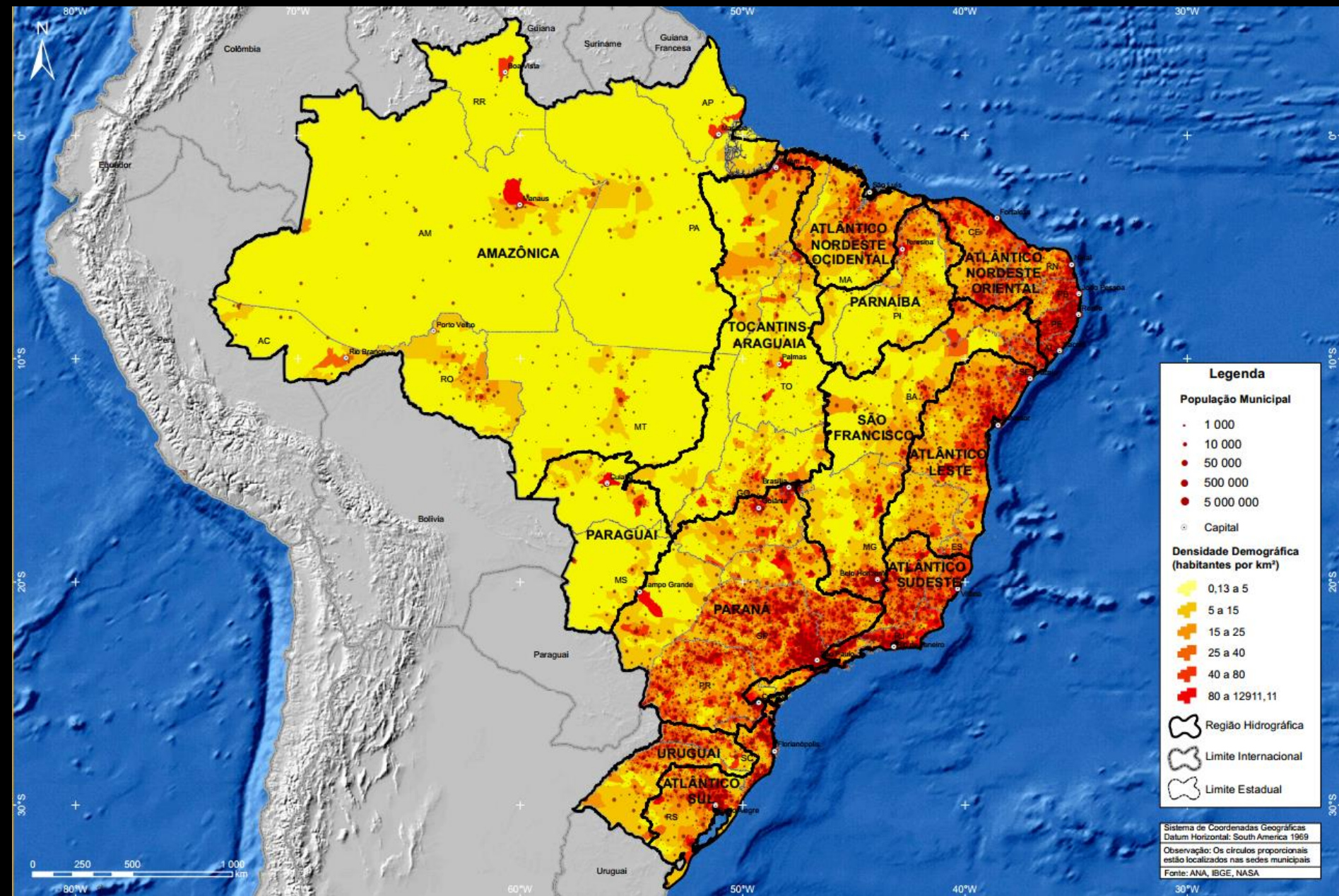
Regiões hidrográficas brasileiras



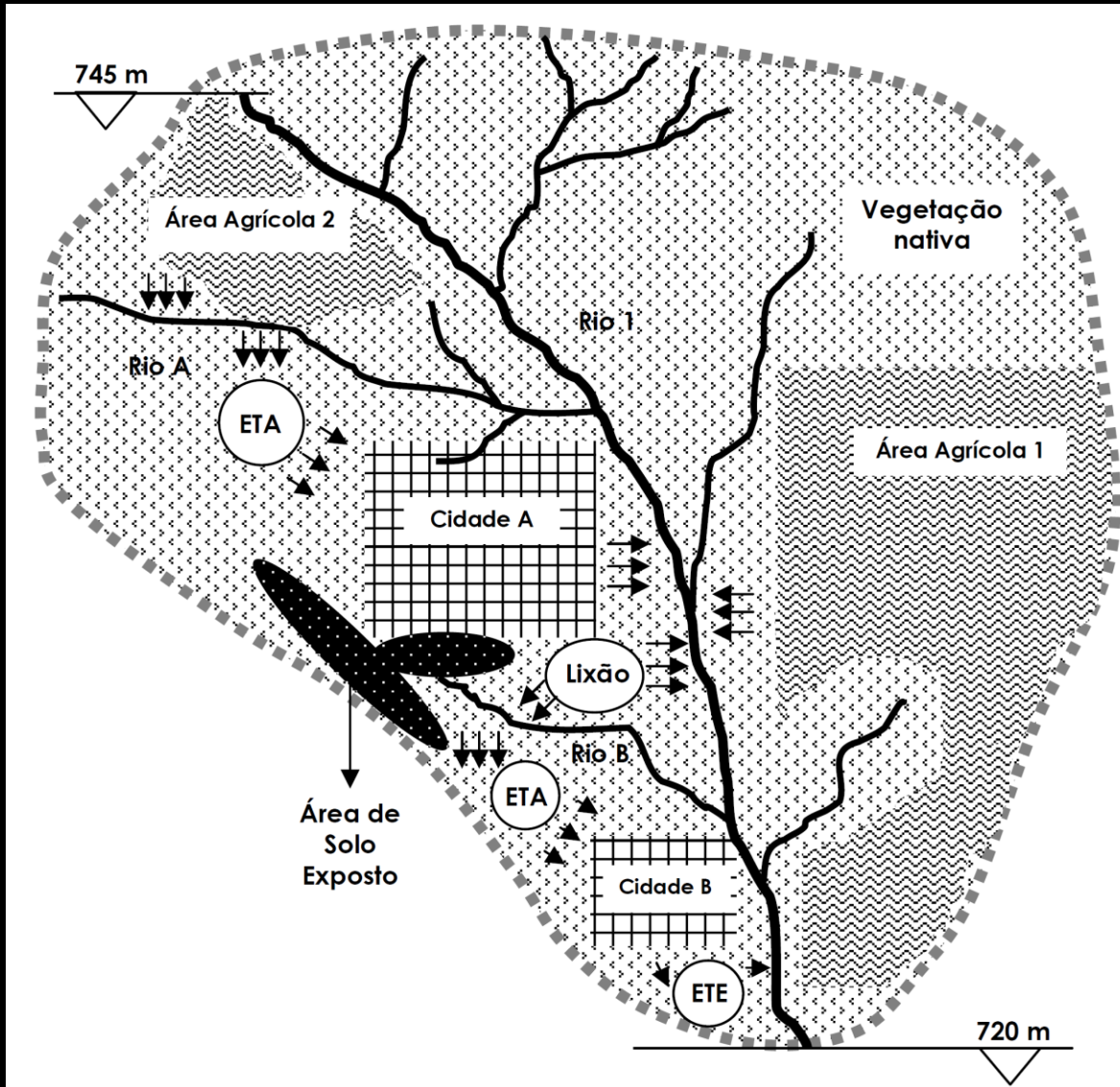
Pluviometria



População

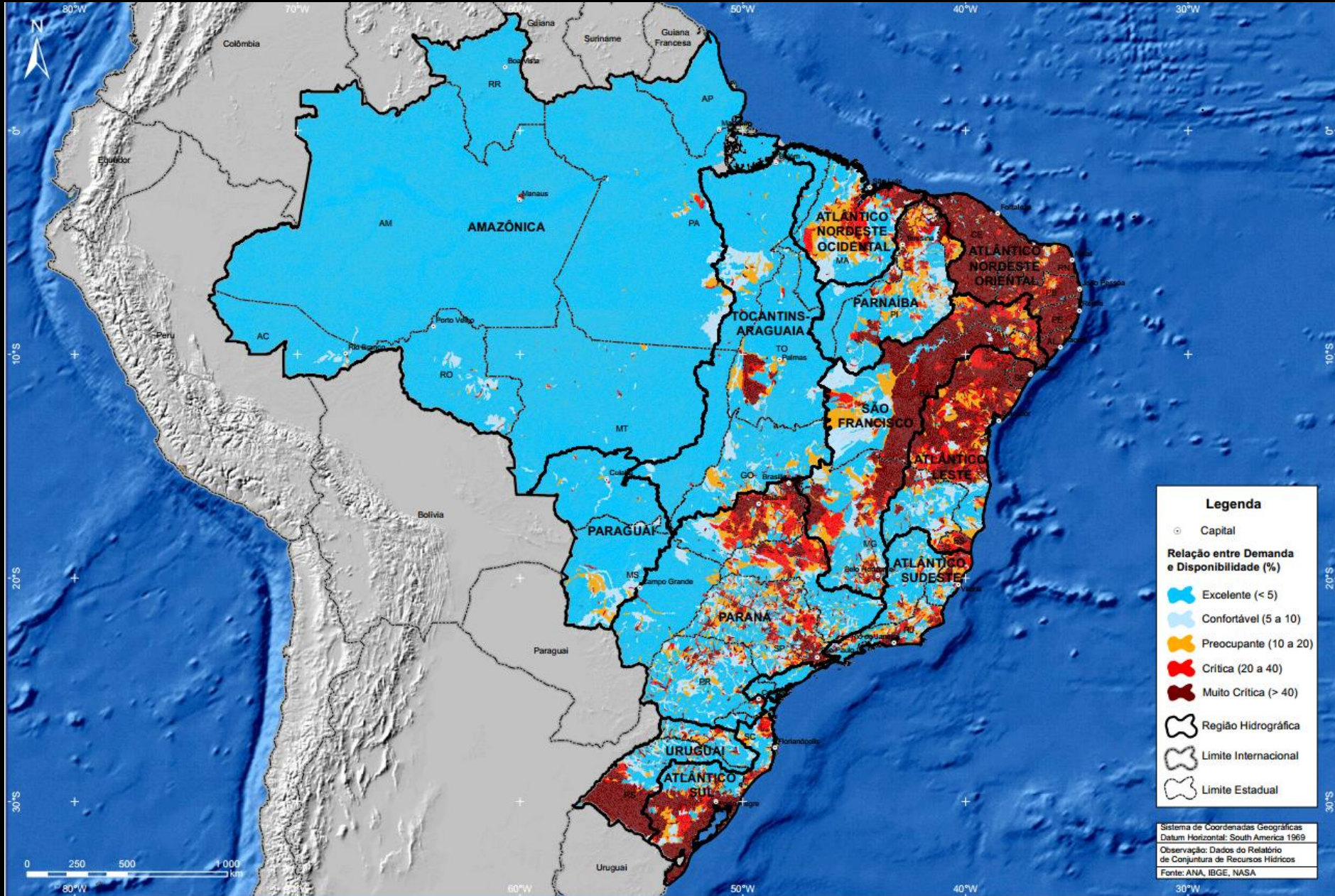


Bacia hidrográfica



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

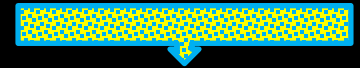
Em termos práticos, para a engenharia:

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)

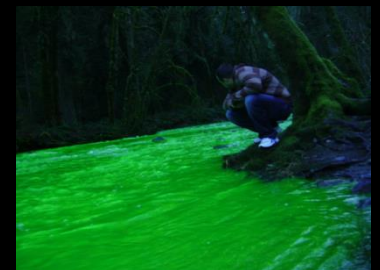
Visão antropocêntrica?

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

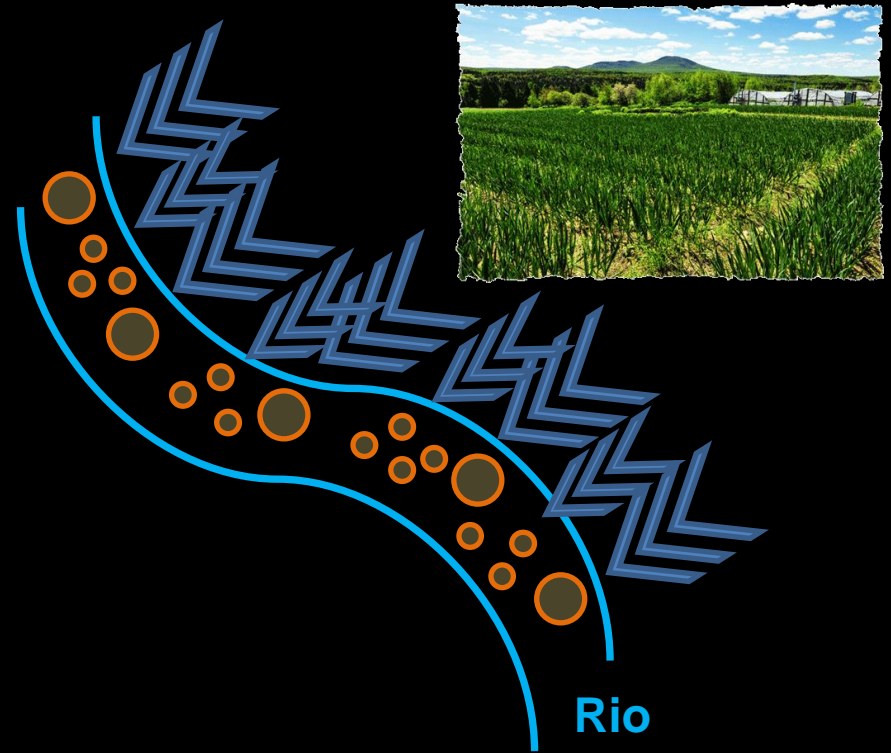
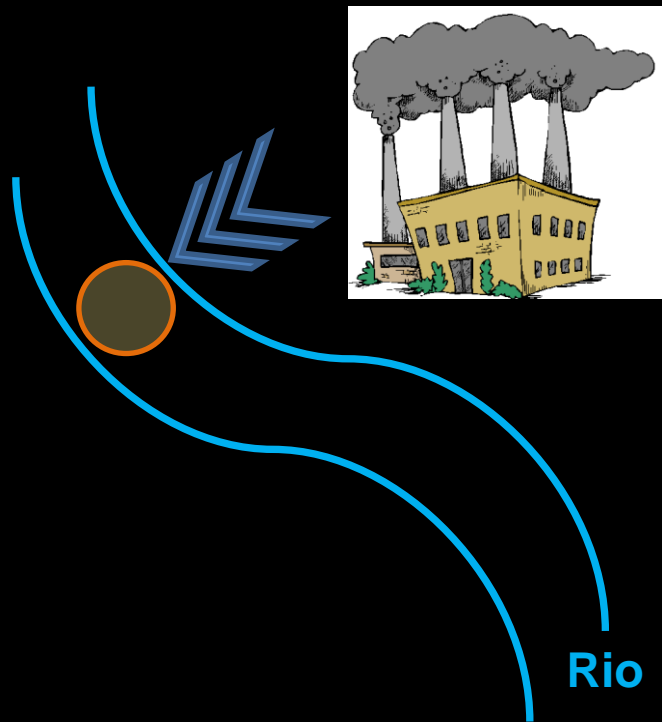
Qualidade da água



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**



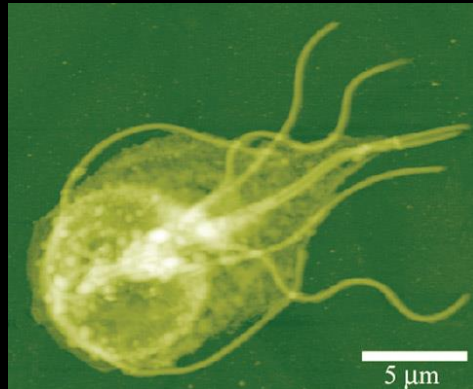
Consequências do déficit de esgotamento sanitário

→ 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*

10⁵/g fezes de pessoa infectada

Sobrevive até 25 dias na água

Dose infectante: 1-10 indivíduos

Diarreia, náuseas e indigestão

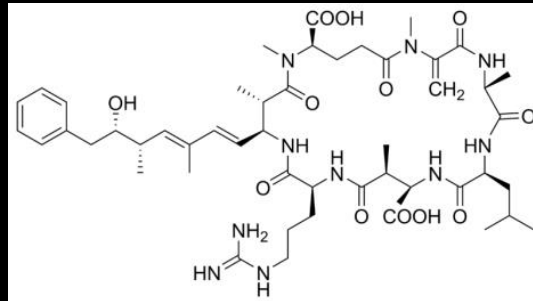
Consequências do déficit de esgotamento sanitário

→ Patógenos e cianobactérias

2) Cianobactérias

Bactérias (procariontes) aptas a realizar fotossíntese

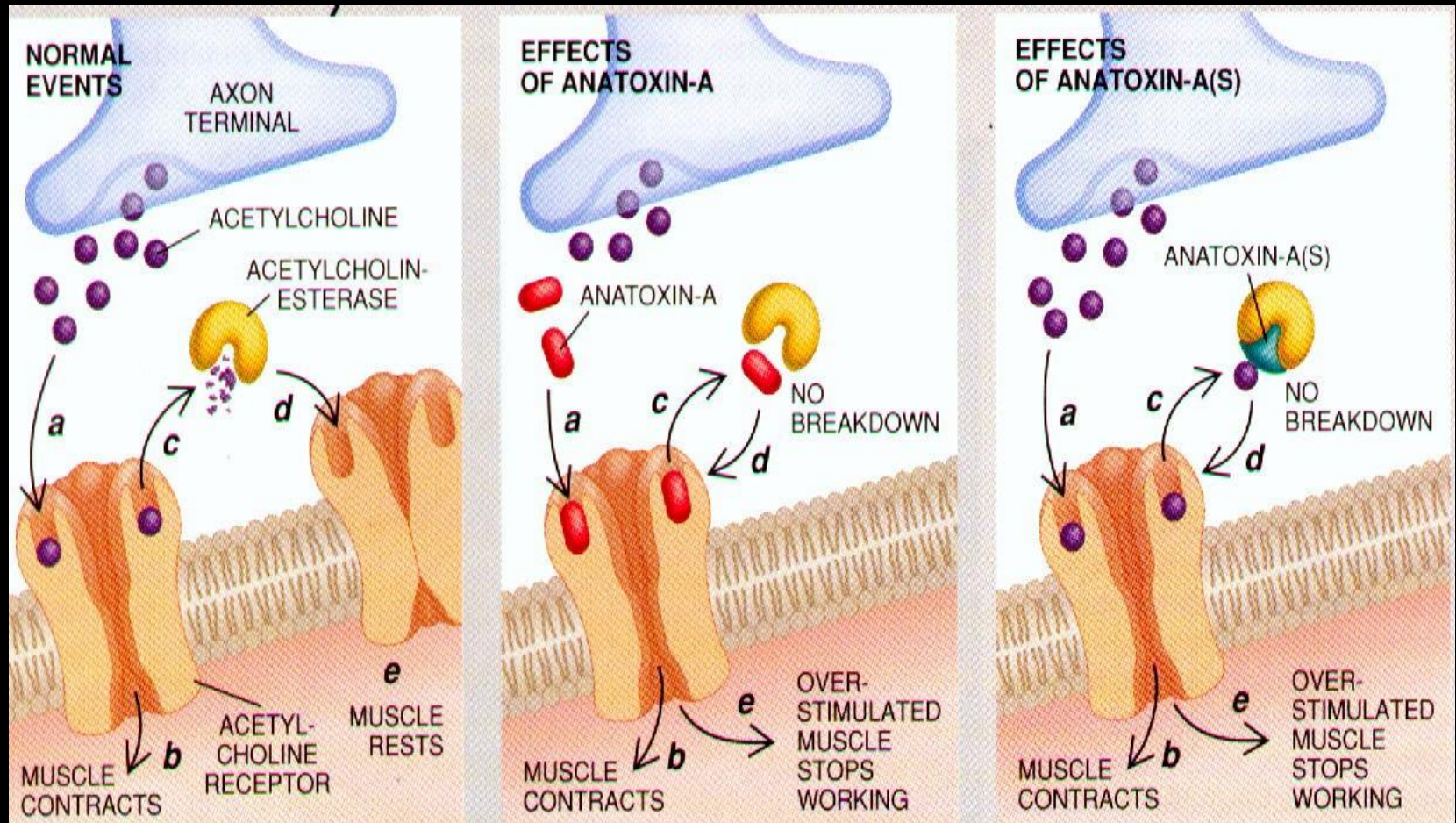
Exemplos: *Microcystis aeruginosa*, *Cylindrospermopsis raciborskii*



Neurotoxinas, hepatotoxinas,
dermatotoxinas

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

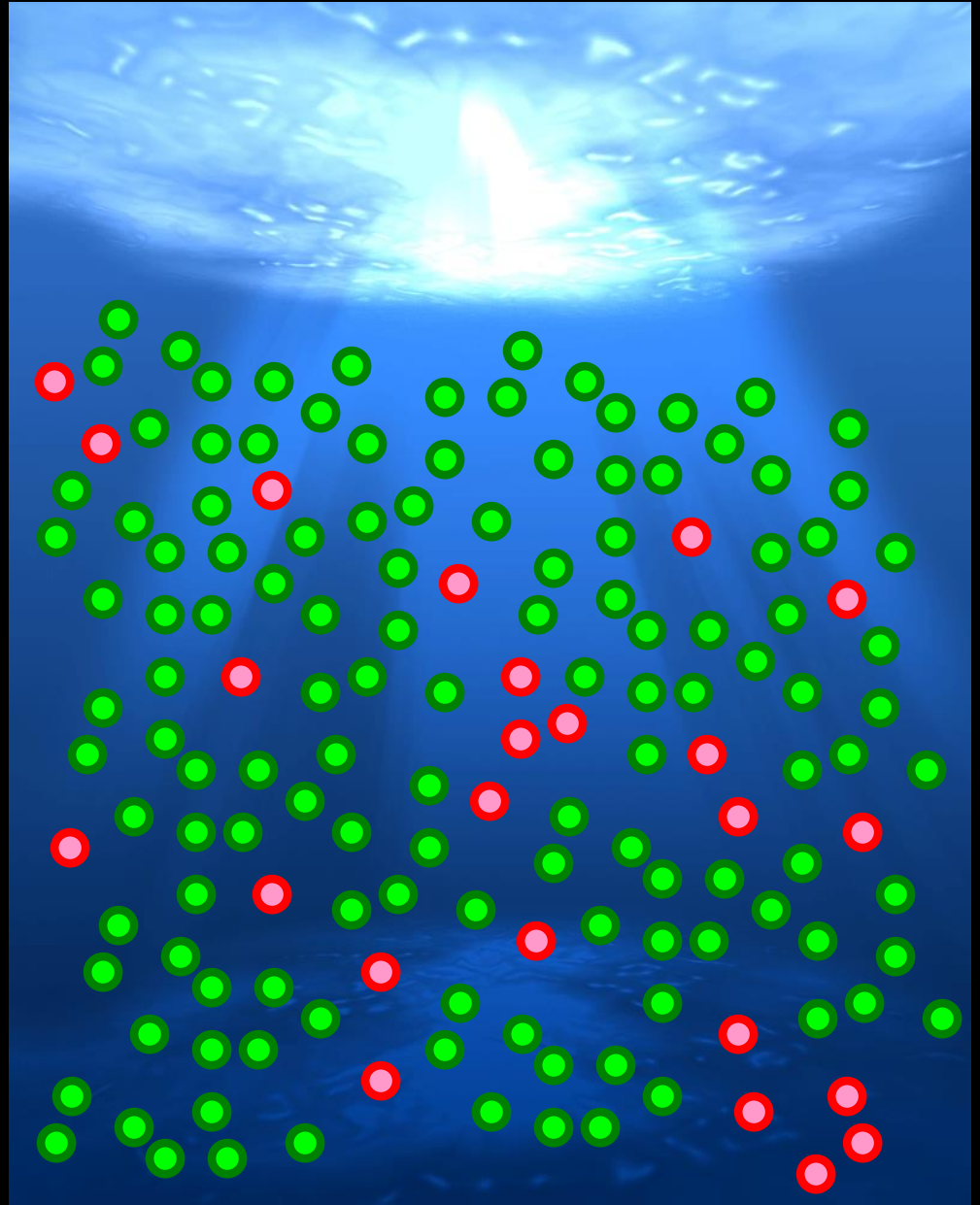
“*trophein*” = nutrir



Eutrófico = bem nutrido

● Nutrientes

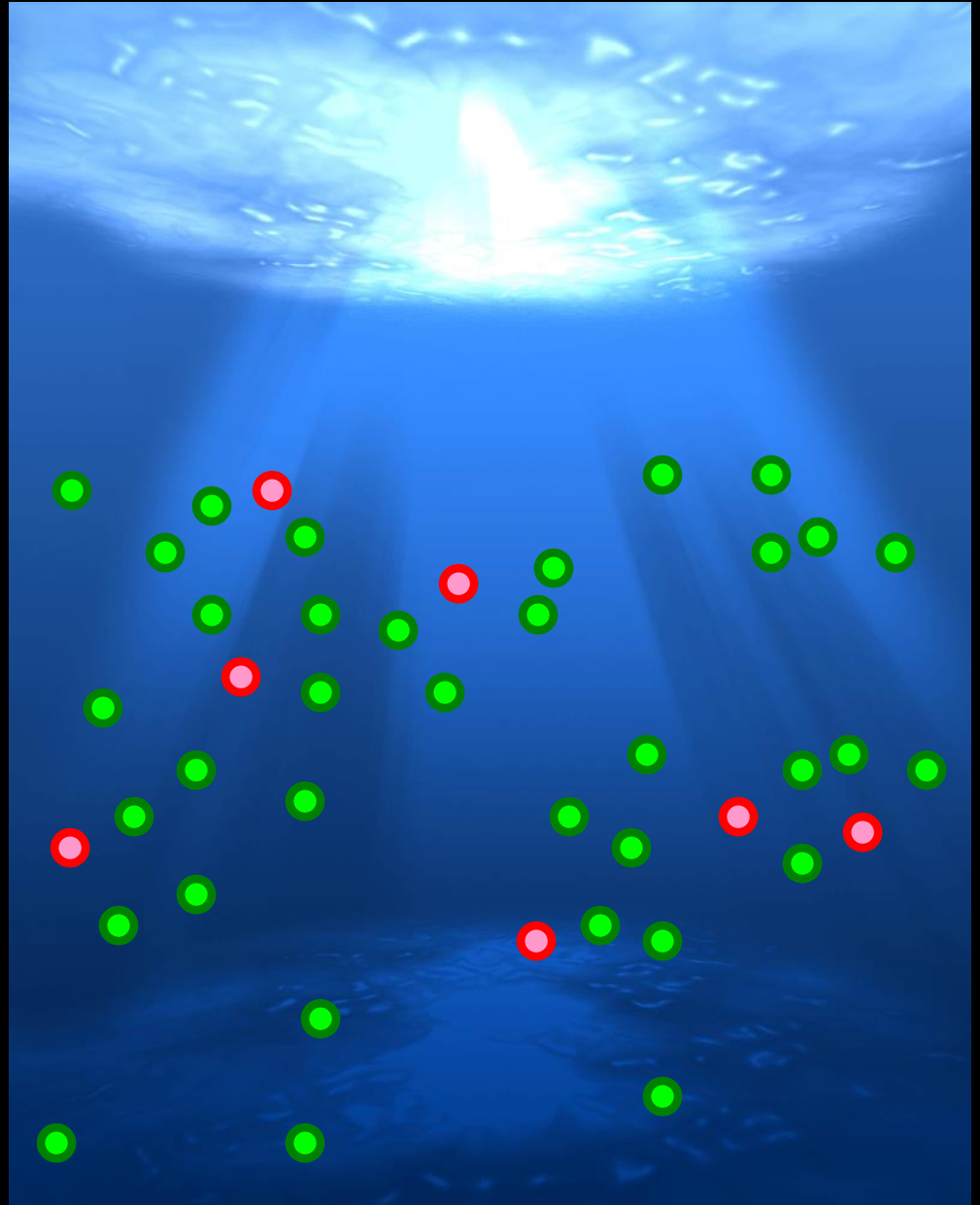
● Produtores primários (ex: algas e cianobactérias)



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

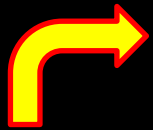


Como amostrar a deposição atmosférica seca?

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.