



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Faculdade de Saúde Pública



Prof. Dr. Wanderley da Silva Paganini

Saneamento



Ações Integradas

Medicina Preventiva

Limpeza Urbana

Controle Alimentos

Sistemas de abastecimento de Água

Drenagem

Controle Poluição

Controle de Vetores

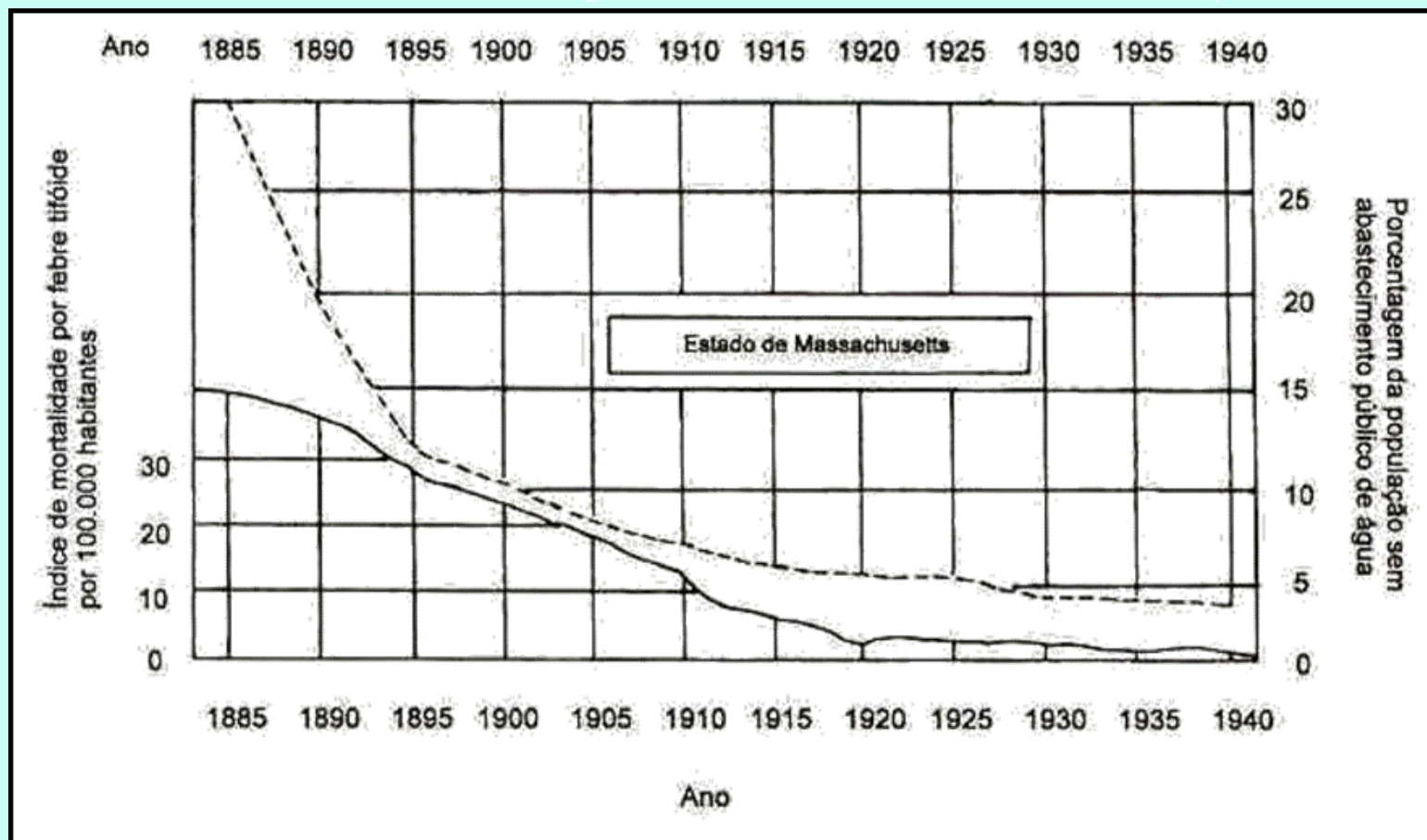
Sistemas de Esgotamento Sanitário

Habitação

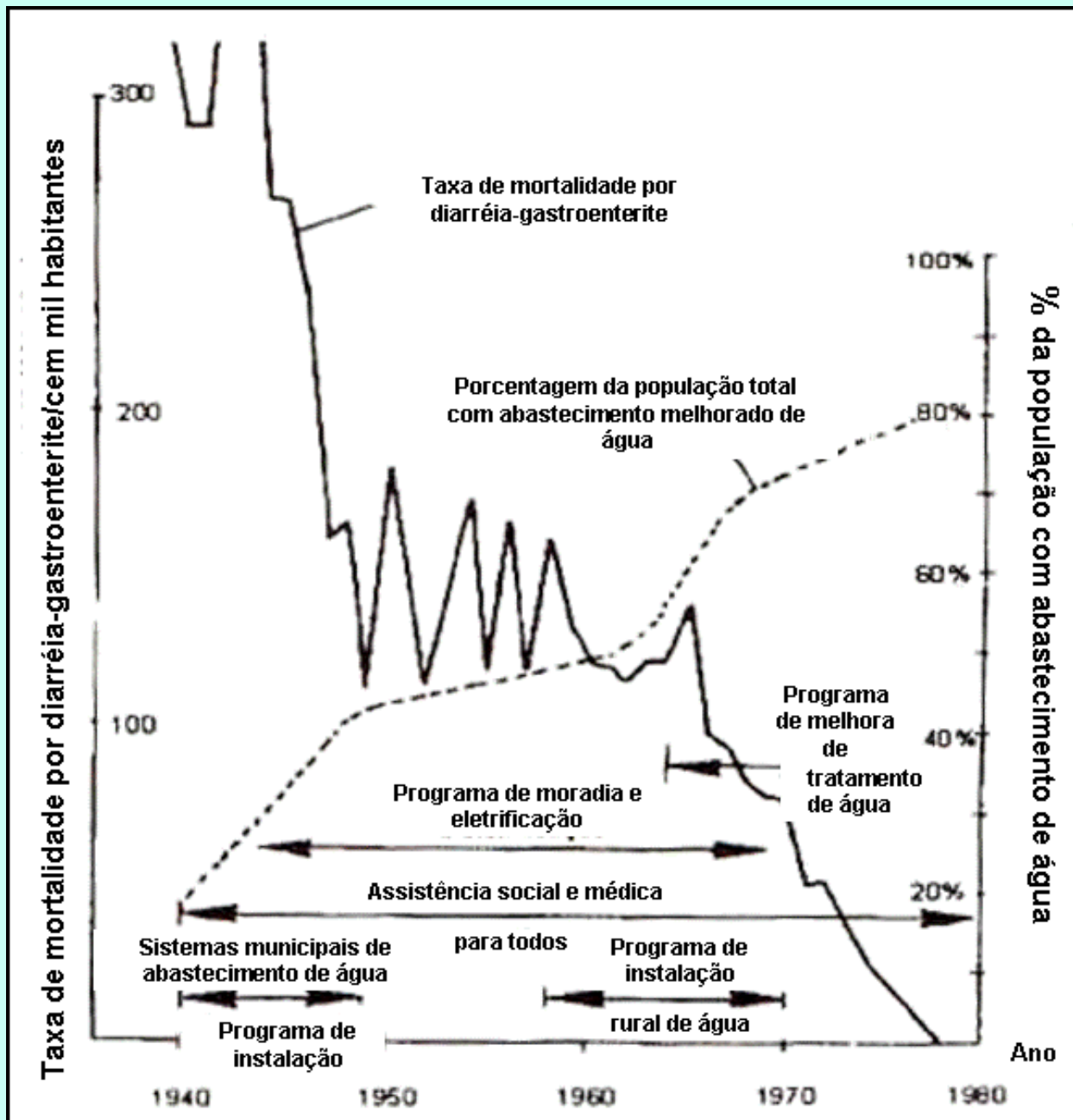
**Escore de características higiênicas de interferência
na relação saneamento saúde:**

- **Abastecimento de água**
- **Características e conservação de fossas**
- **Disposição de resíduos sólidos**
- **Higiene alimentar**
- **Controle de insetos e roedores**
- **Higiene da habitação**
- **Disposição das águas servidas**

Evolução da mortalidade por febre tifoide e do atendimento por abastecimento de água em Massachusetts (1885-1940)



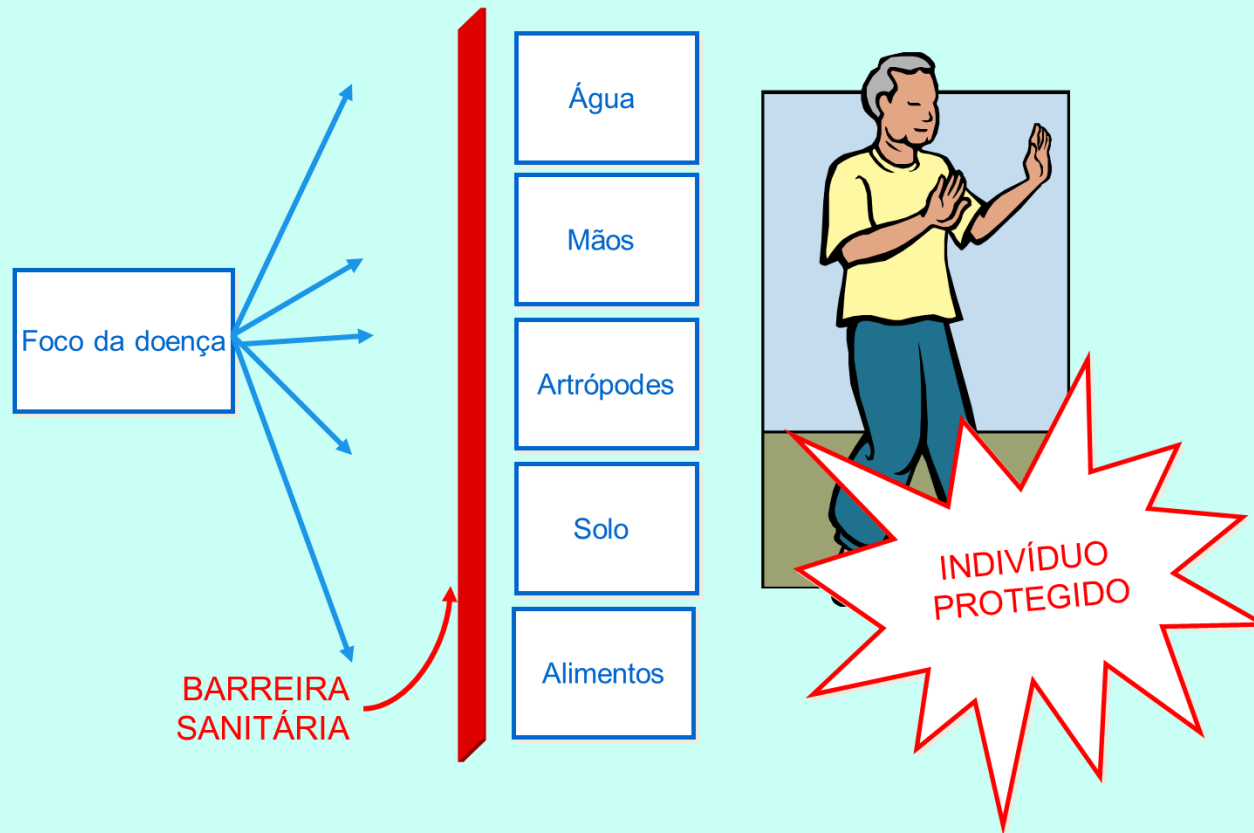
Evolução da mortalidade por diarreia e por gastroenterite e Evolução do atendimento por abastecimento de água Costa Rica (1940-1980)

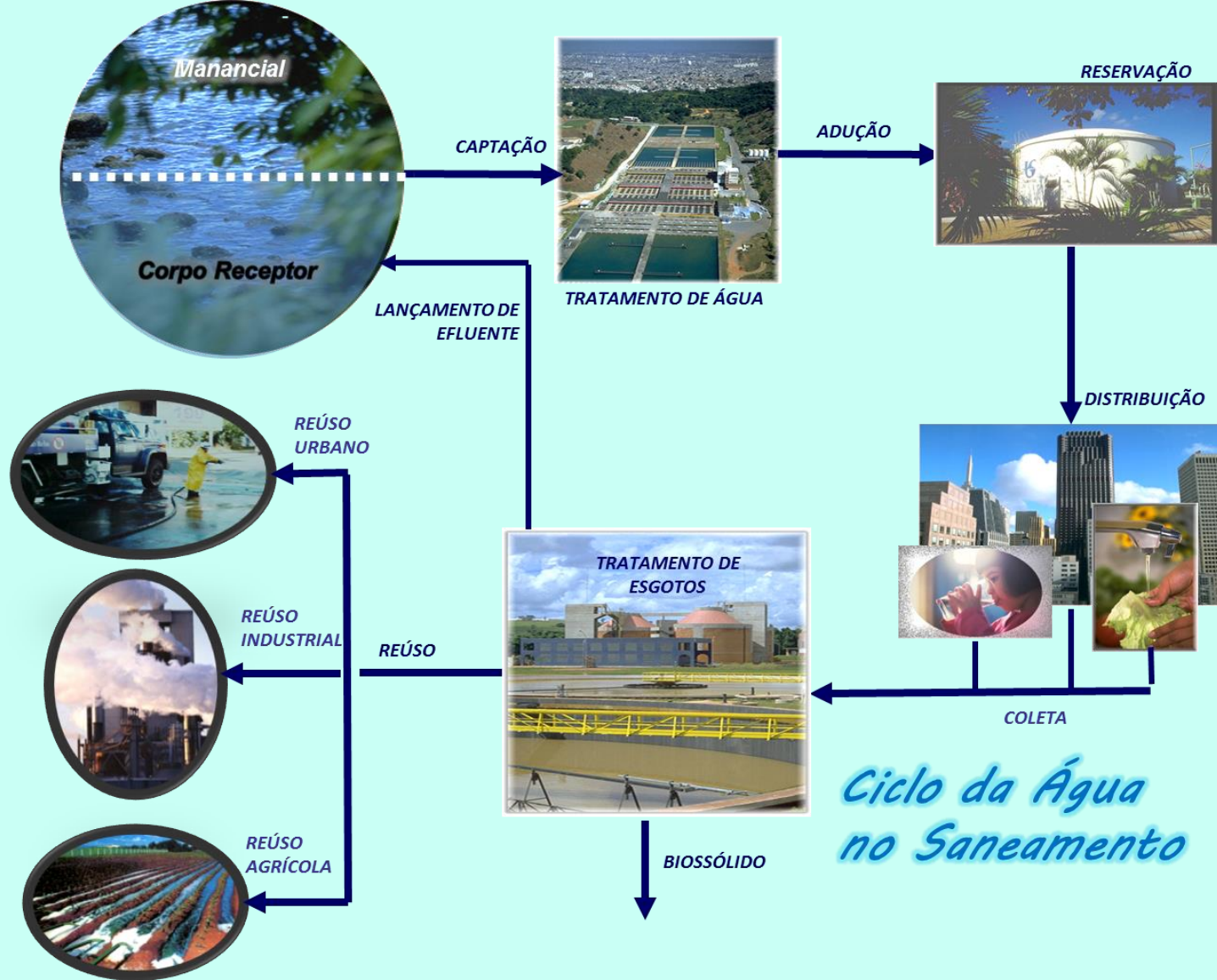


Fonte: Reiff

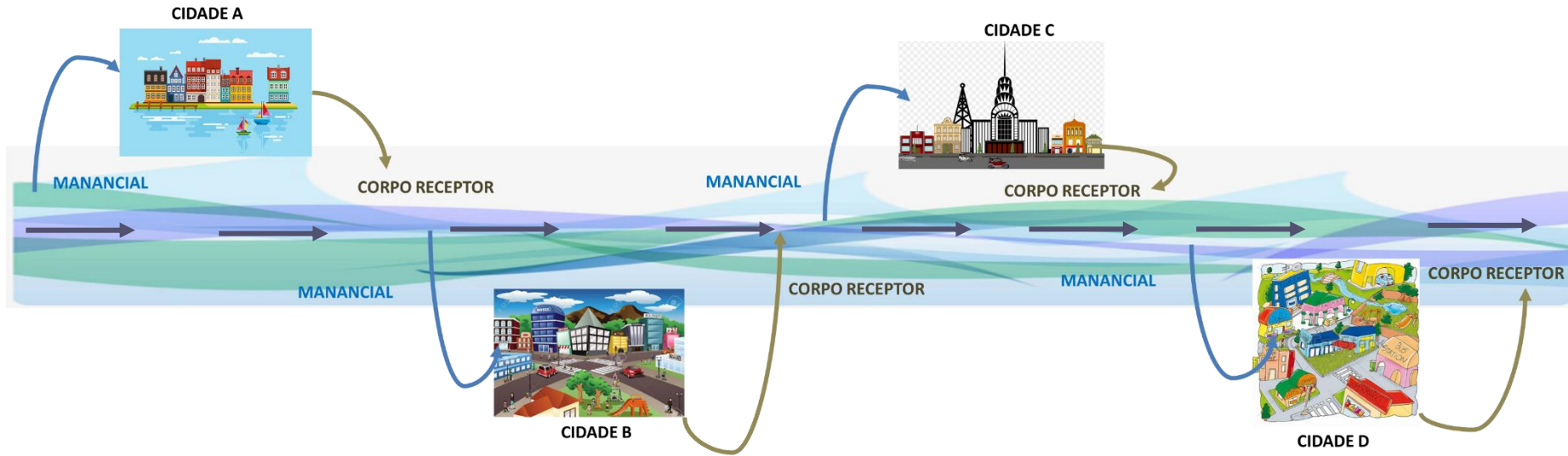
O Saneamento e as Barreiras Sanitárias

Interrupção do processo de transmissão de doenças por meio do saneamento e da educação sanitária e ambiental

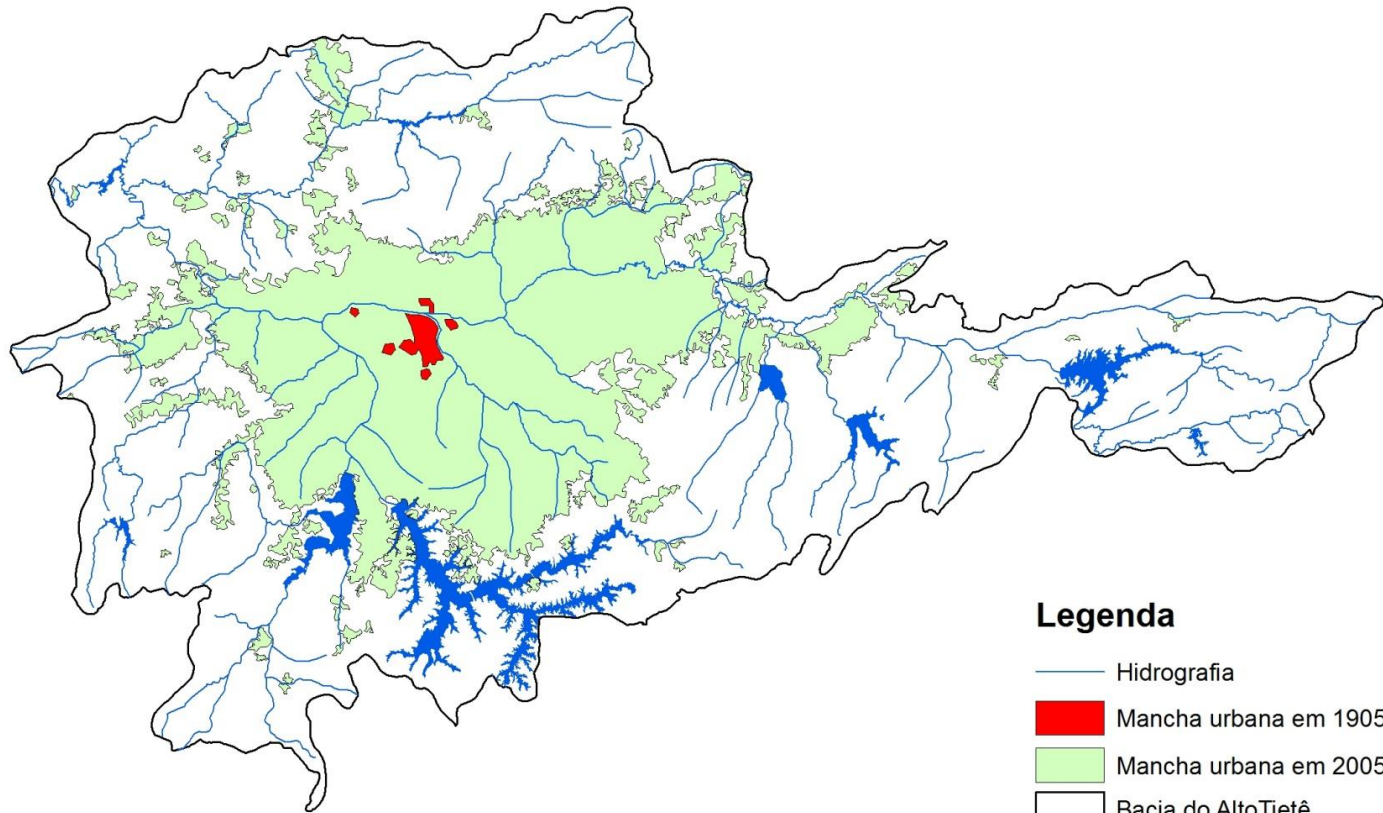




A interdependência hidrográfica

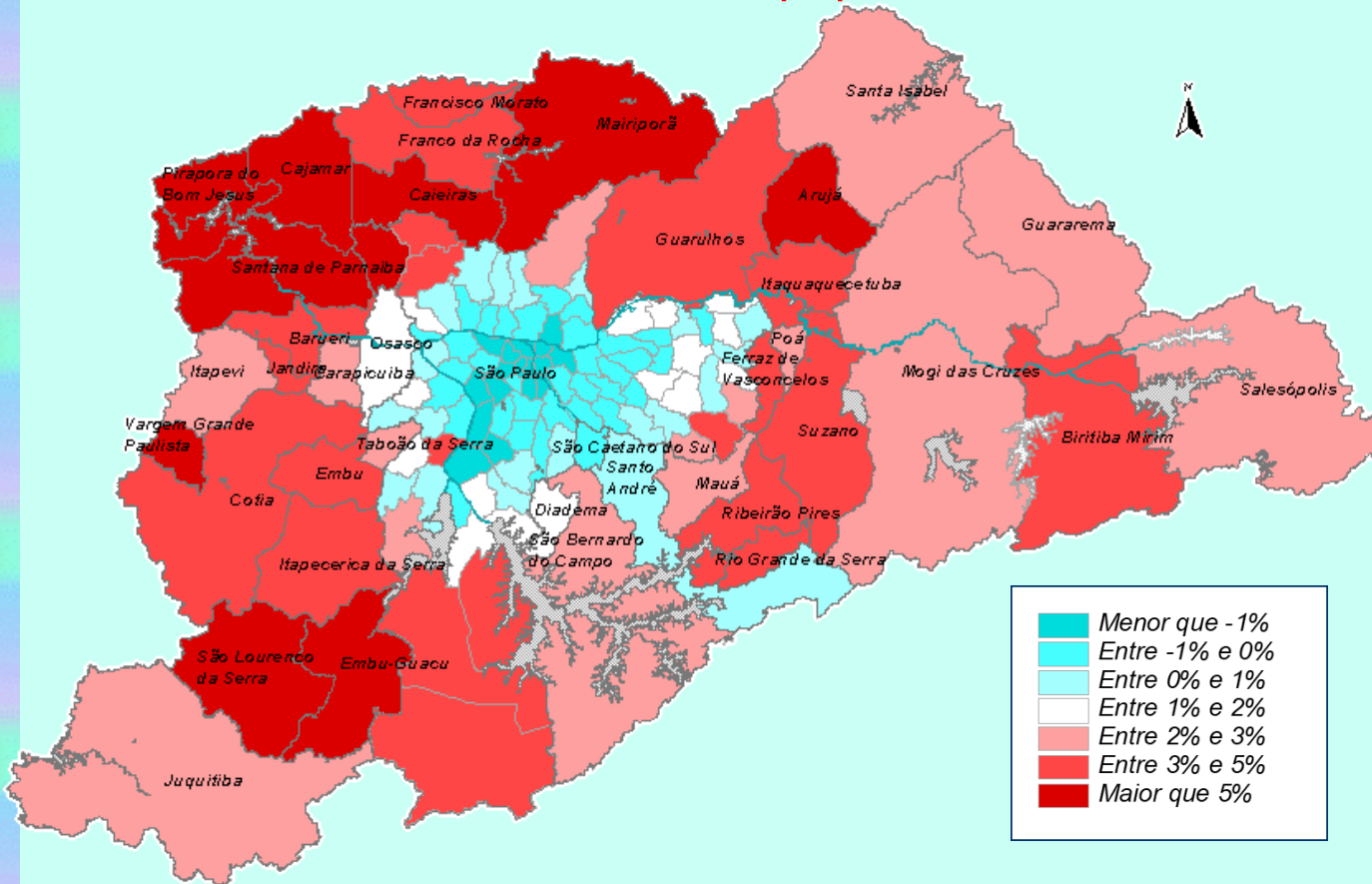


Evolução da Mancha Urbana da RMSP entre 1905-2005



“Centrífuga” social e ocupação de mananciais - RMSP

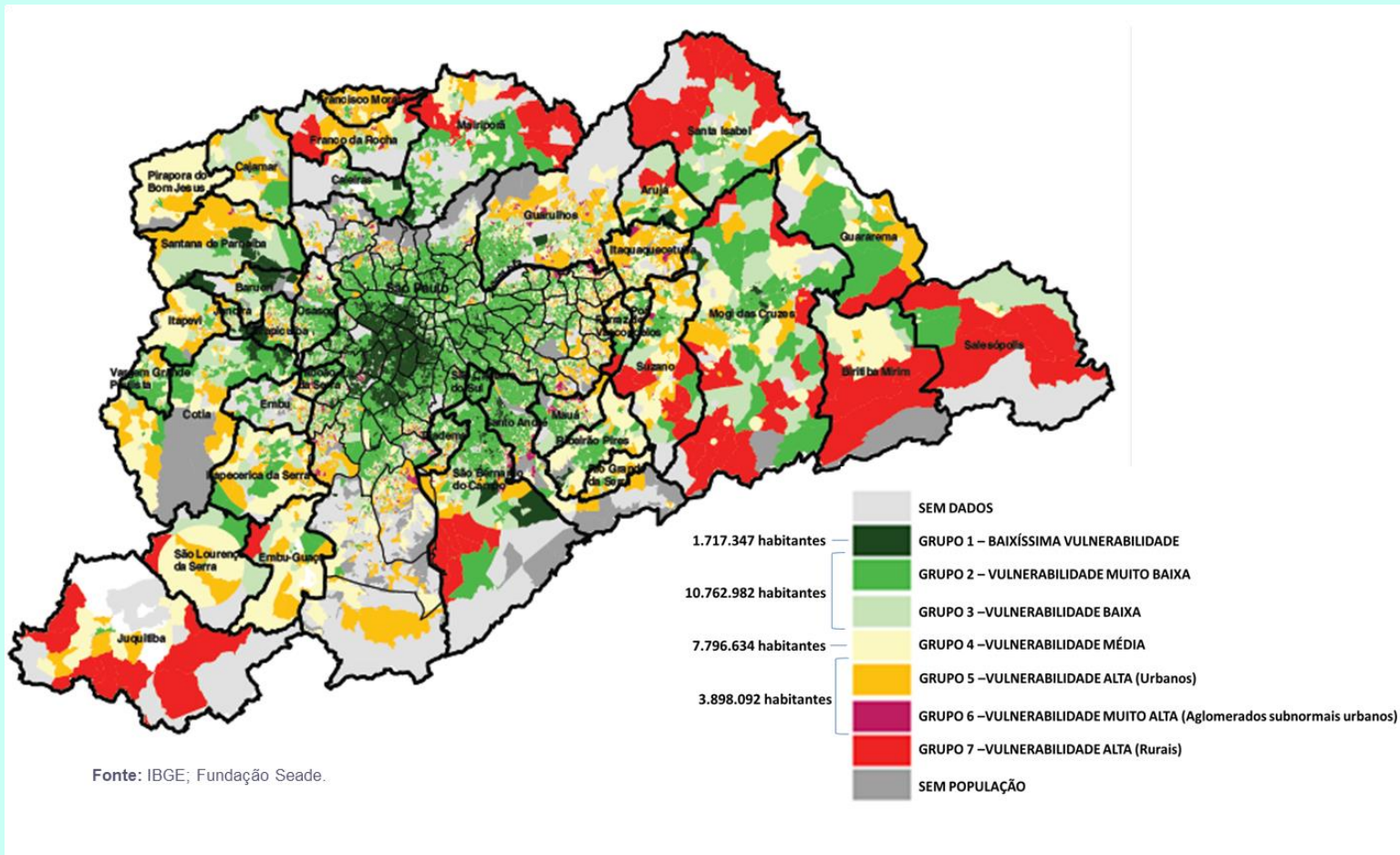
Taxas anuais de crescimento populacional 2000-2005



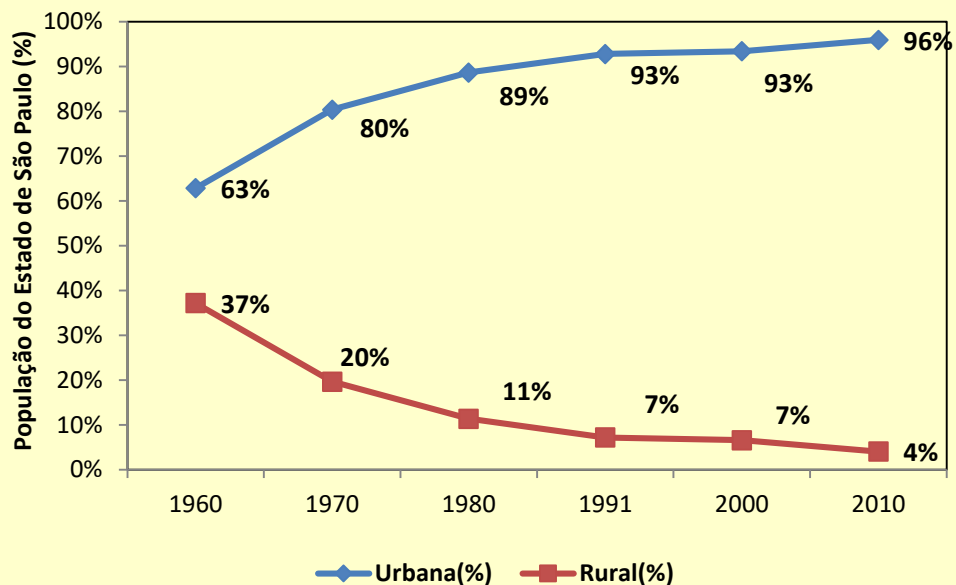
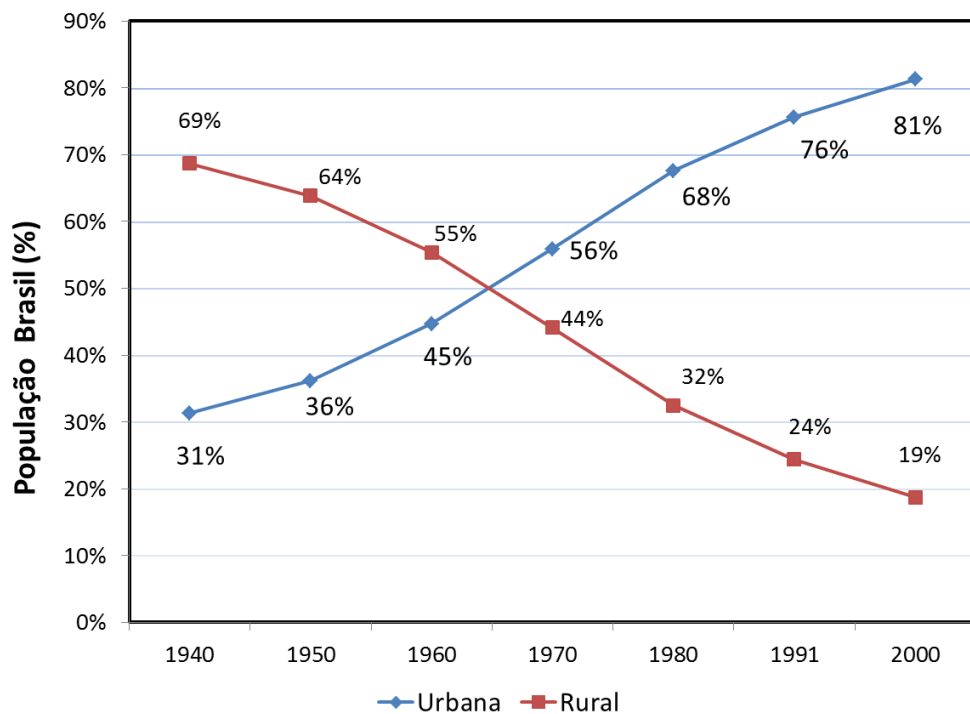
Taxas anuais de crescimento populacional		
Período	RMSP	Áreas de Mananciais
2000-2005	1,6%	4,0%
2000-2010	1%	4,0%

A tendência de crescimento periférico se mantém até 2025

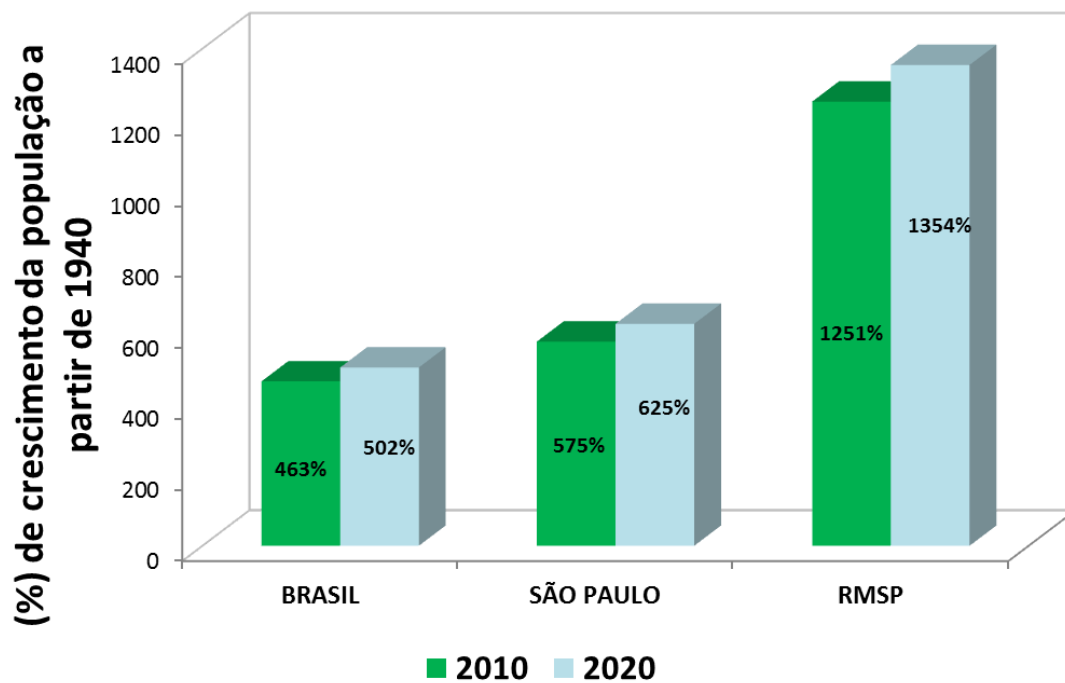
Índice Paulista de Vulnerabilidade Social - IPVS



Evolução da População Urbana e Rural no Brasil e no Estado de São Paulo

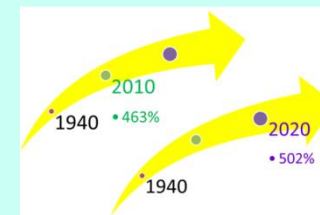


Evolução da População – Ano base: 1940

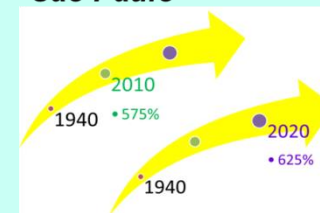


	População (hab)		
	BRASIL	SÃO PAULO	RMSP
■ 1940	41.236.315	7.180.316	1.568.045
■ 2010	190.755.799	41.262.199	19.616.060
■ 2020	207.143.243	44.890.501	21.223.670

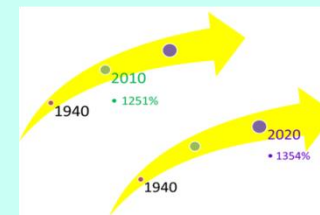
Brasil

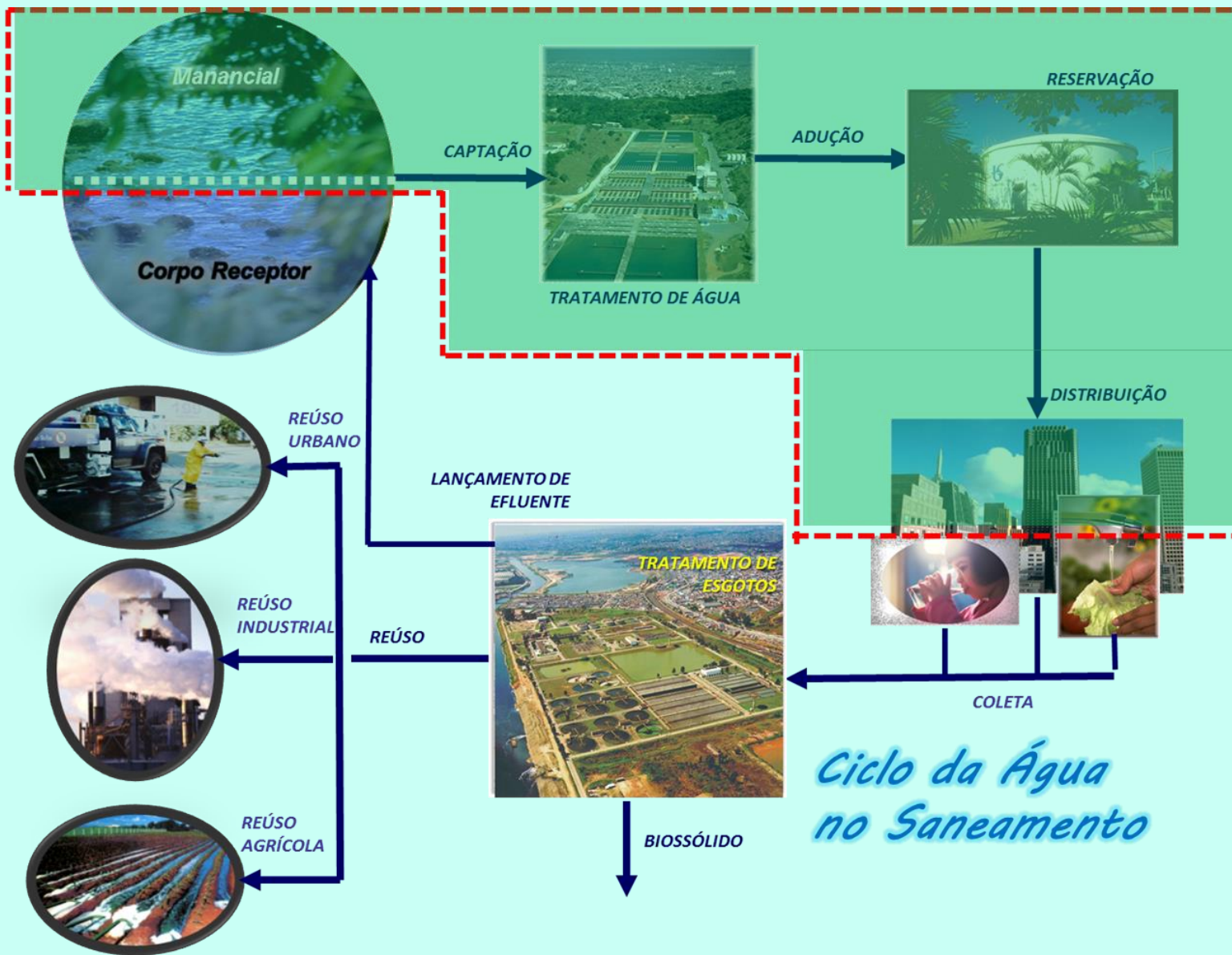


São Paulo



RMSP





CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS NATURAIS

METEÓRICAS OU ATMOSFÉRICAS:

- Chuva
- Neve
- Granizo

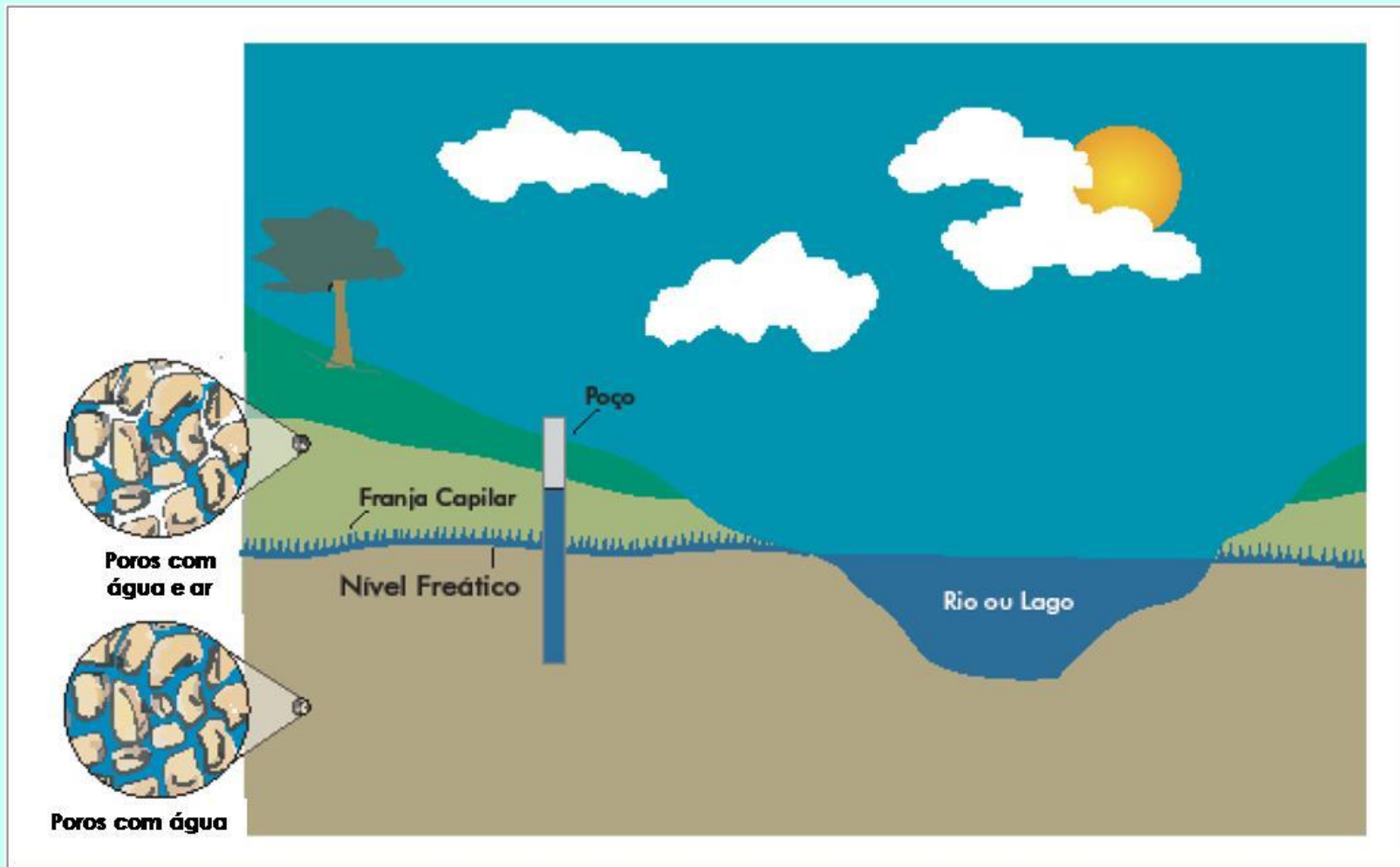
SUPERFICIAIS:

- Minas
- Mananciais de serra
- Mananciais expostos (rios, lagos, represas, etc)

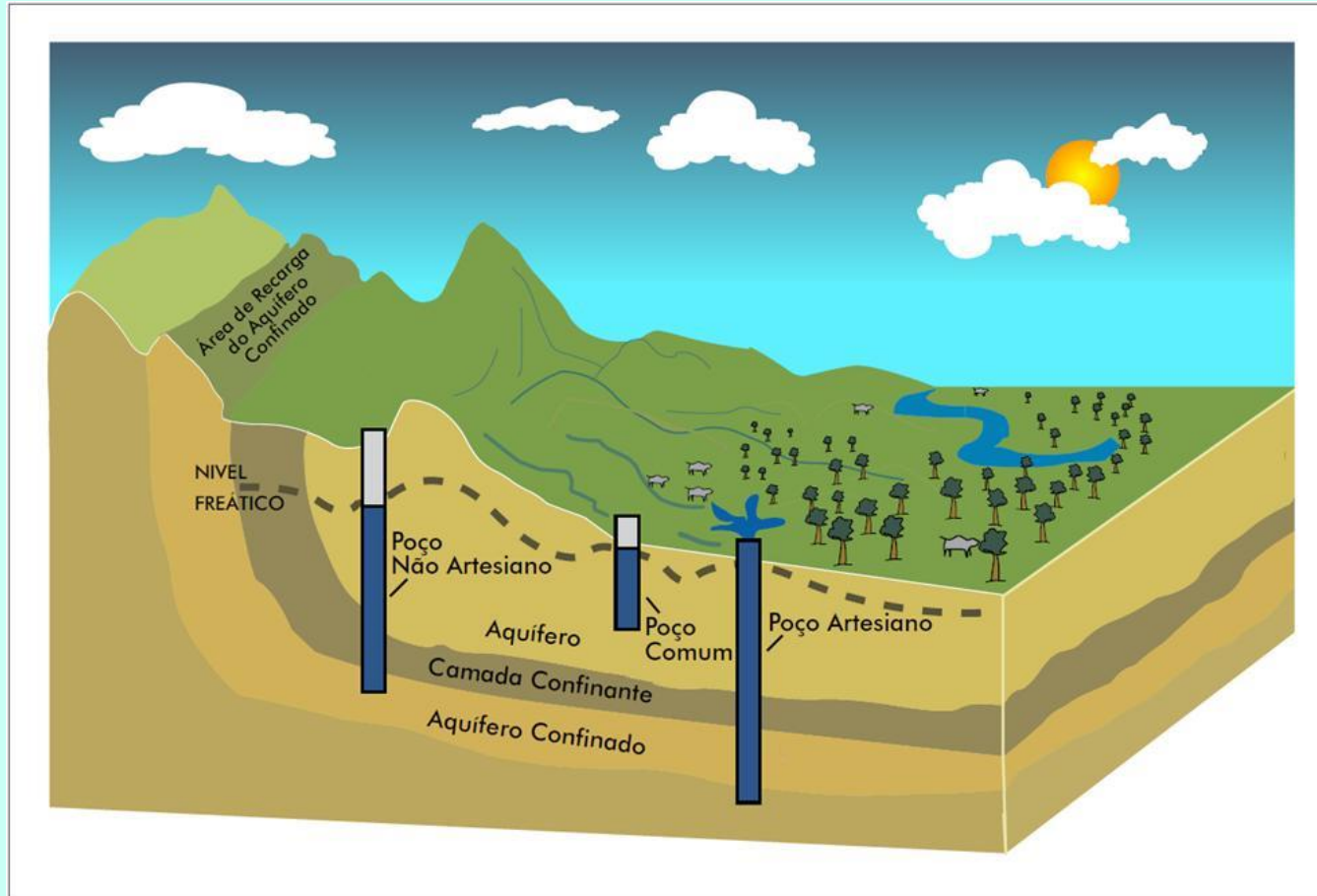
SUBTERRÂNEAS:

- Lençol freático
 - Drenos
 - Poços amazonas
- Lençol profundo
 - Poço profundo
 - Poços

OS AQUÍFEROS



AQUÍFEROS E POÇOS



CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS

A água destinada ao consumo humano deve ser isenta de contaminantes químicos ou biológicos, além de apresentar certos requisitos de ordem estética, principalmente, baixos índices de cor e turbidez e ausência de propriedades organolépticas – odor e sabor .

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

- **COR**

Substâncias dissolvidas – na maioria de natureza orgânica

- Utiliza-se escala de platino-cobalto
- Na prática utiliza-se colorímetros
- Medida em mg/L ou ppm

- **TURBIDEZ**

Substâncias em suspensão constituídas de sólidos suspensos finalmente divididos em estado coloidal, e de organismos microscópicos

- Utiliza-se na prática turbidímetros - NTU
- Medida em mg/L quando suspensões de sílica – UJT e ppm quando solução de formazina - UFT

- **SABOR E ODOR**

Sabor é a combinação de gosto e odor

- Deve haver ausência de sabor e odor

- **TEMPERATURA**

Para o uso doméstico a água deve ter temperatura refrescante

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

- **SALINIDADE**

Conjunto de sais dissolvidos na água, formado pelos bicarbonatos, cloretos, sulfatos e em menor quantidade pelos demais sais.

- Pode conferir à água sabor salino
- Pode vir a ser laxativa (sulfatos)
- Pode vir a indicar poluição por esgotos
- Mais comum em águas profundas

- **DUREZA**

Presença de sais alcalinos-terrosos (cálcio, magnésio, etc) e alguns metais, em menor intensidade

- Quando os sais são bicarbonatados (de cálcio, magnésio, etc), é uma dureza temporária
- Quando devida a outros é uma dureza permanente
- Extinção da espuma
- Em condições desfavoráveis de equilíbrio químico, pode incrustar severamente as tubulações



CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

- **ALCALINIDADE**

Presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos, quase sempre de alcalinos ou alcalino-terrosos (sódio, potássio, cálcio, magnésio, etc)

- Pode influenciar nos processos de tratamento
- Pode influir na salinidade

- **AGRESSIVIDADE**

Presença em solução de oxigênio, gás carbônico e gás sulfídrico

Causa a corrosão:

- Oxigênio → produtos ferrosos
- Gás carbônico → materiais a base de cimento
- Gás sulfídrico → produtos não-ferrosos

- **FERRO E MANGANÊS**

- Confere sabor → sensação de adstringência
- Mancham roupas e aparelhos sanitários
- Provocam deposições em tubulações

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Escherichia coli (E. coli)

Principal bactéria do subgrupo dos coliformes termotolerantes, sendo de origem exclusivamente fecal, está presente em número elevado nas fezes humanas e de animais de sangue quente e é raramente detectada na ausência de poluição fecal. É considerada o indicador mais adequado de contaminação fecal em águas doces.

PARTES CONSTITUINTES DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Captação

Captação
Adução

Tratamento

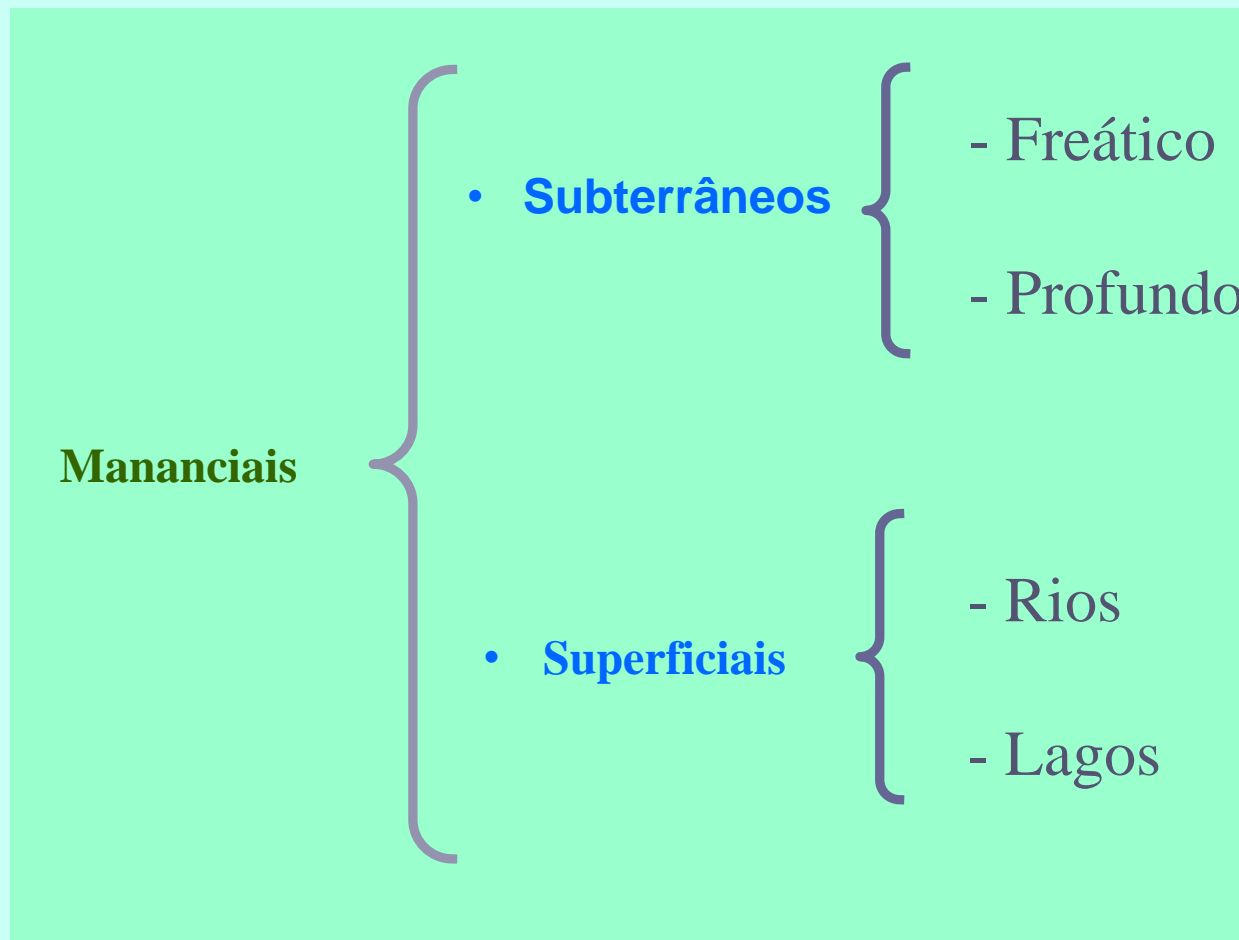
Tratamento
Reservação

Distribuição

Distribuição
Instalações Prediais

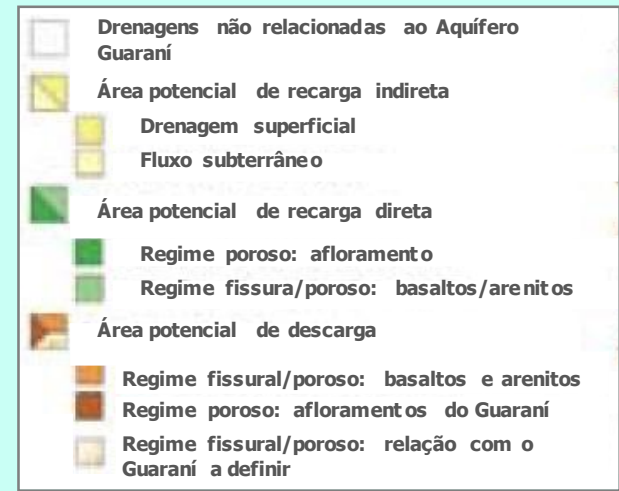
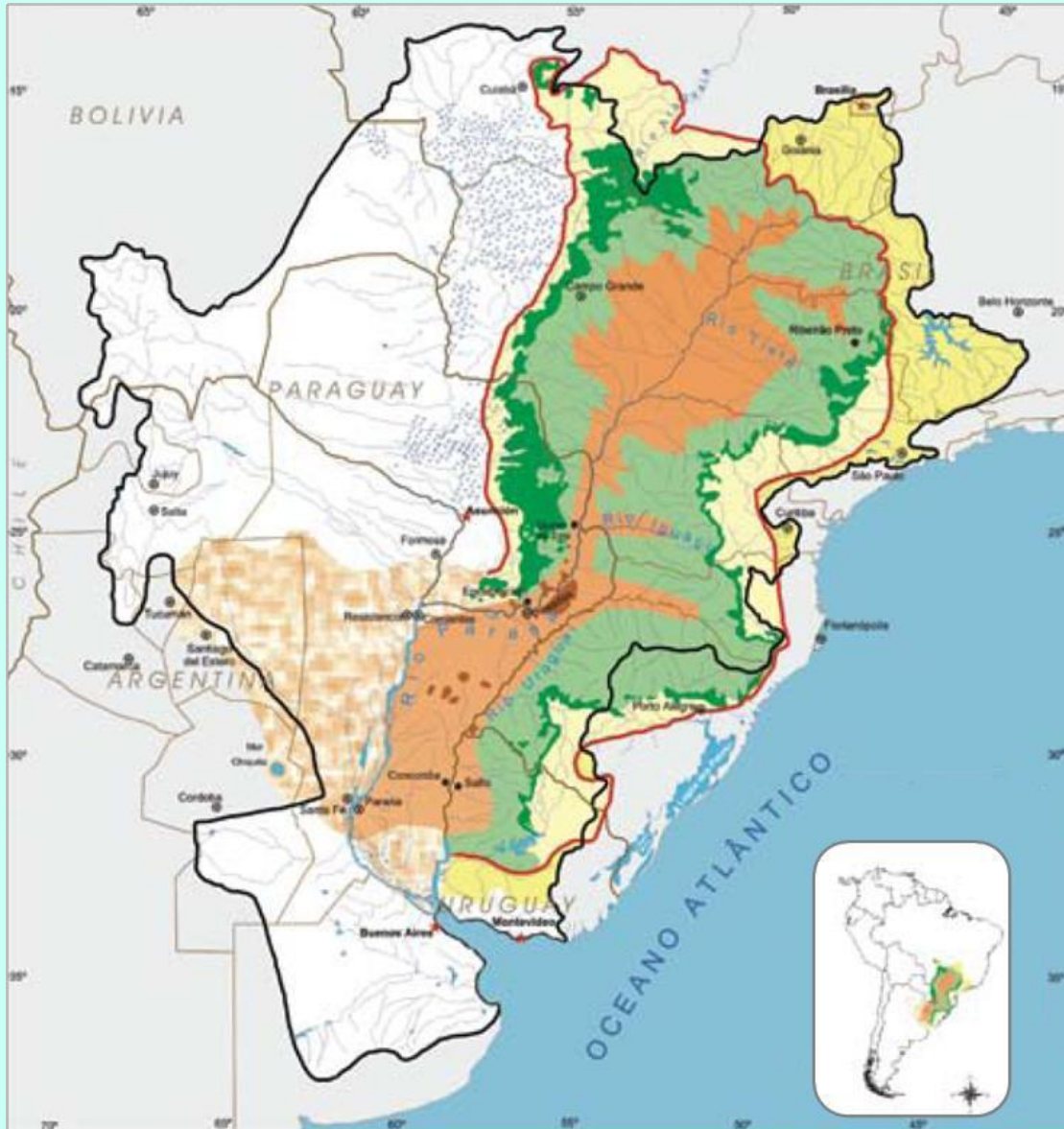
CAPTAÇÃO

Qualitativamente → captação + adução



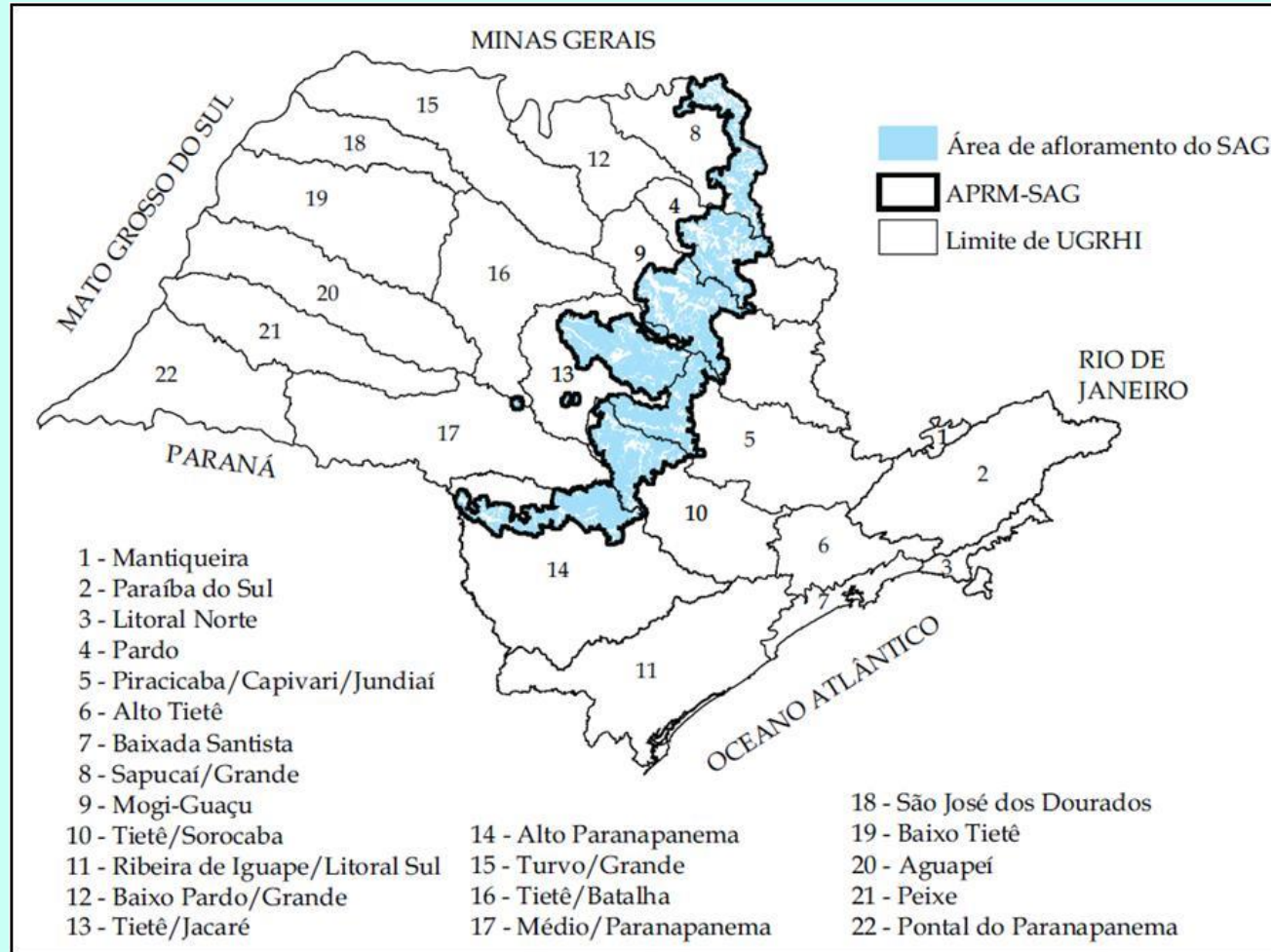
AQUÍFERO GUARANÍ

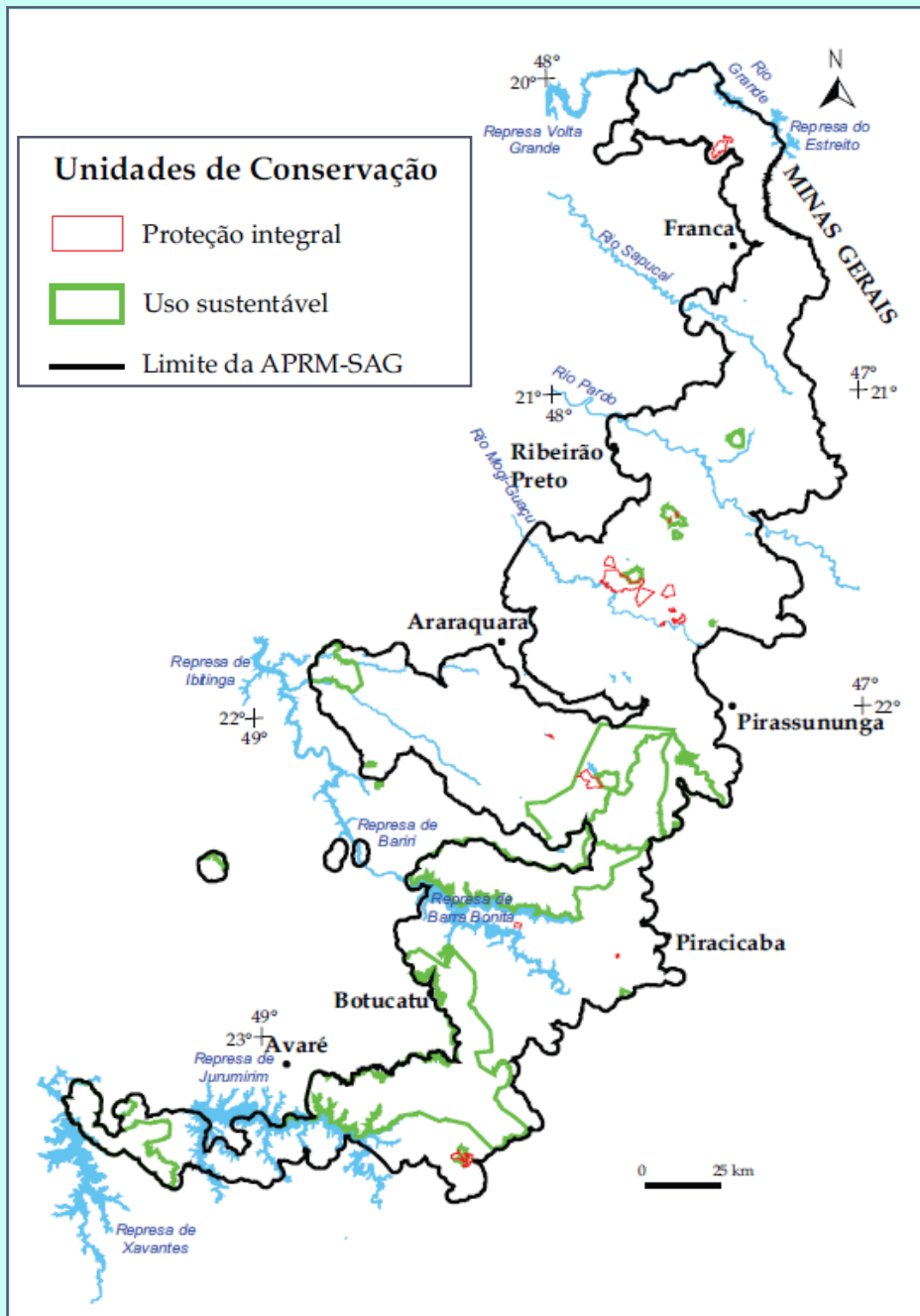
Mapa Esquemático



AQUÍFERO GUARANÍ

Localização no Estado de São Paulo

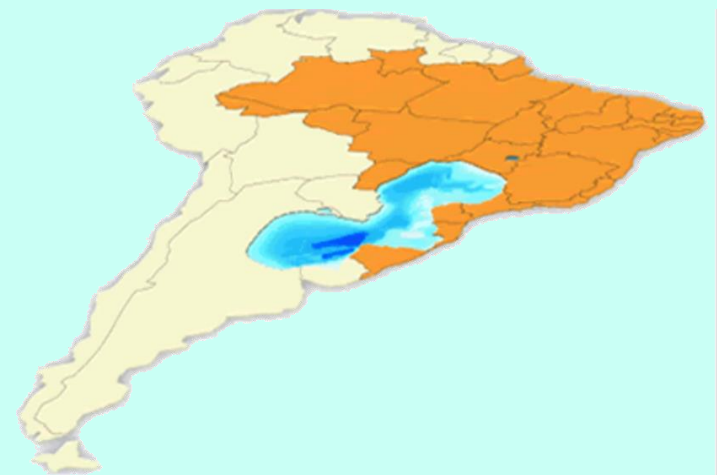




AQUÍFERO GUARANÍ

Unidades de Conservação

Fonte: SMA, 2001, IPT/CPLA, 2011.



AQUÍFERO GUARANÍ



Aspecto Característico de Sedimentação da Formação Botucatu

AQUÍFERO GUARANÍ



Exposição da Formação Pirambóia na Margem da Rodovia Castelo Branco

O Aquífero Alter do Chão, uma reserva com cerca de 86,4 quatrilhões de litros de água (86,4 mil km³) subterrânea, é suficiente para abastecer a população mundial em cerca de 100 vezes. Está localizado em uma formação geológica sob os Estados do Amazonas, Pará e Amapá.

Abastece a totalidade de Santarém e quase a totalidade de Manaus através de poços profundos.

Pesquisadores da Universidade Federal do Pará e da Universidade Federal do Ceará desenvolveram estudos que podem revelar que o aquífero pode ser maior que o calculado inicialmente, passando inclusive a ser maior que o Aquífero Guarani.




TRATAMENTO

Qualitativamente → tratamento + reservação

Finalidades do tratamento:

- Higiênicas: remoção de bactérias e vírus; eliminação de substâncias tóxicas ou nocivas; eliminação de compostos orgânicos, algas, protozoários, e outros microrganismos.
- Estéticas: correção de cor, turbidez, odor e sabor
- Econômicas: redução de corrosividade, dureza, ferro, manganês.

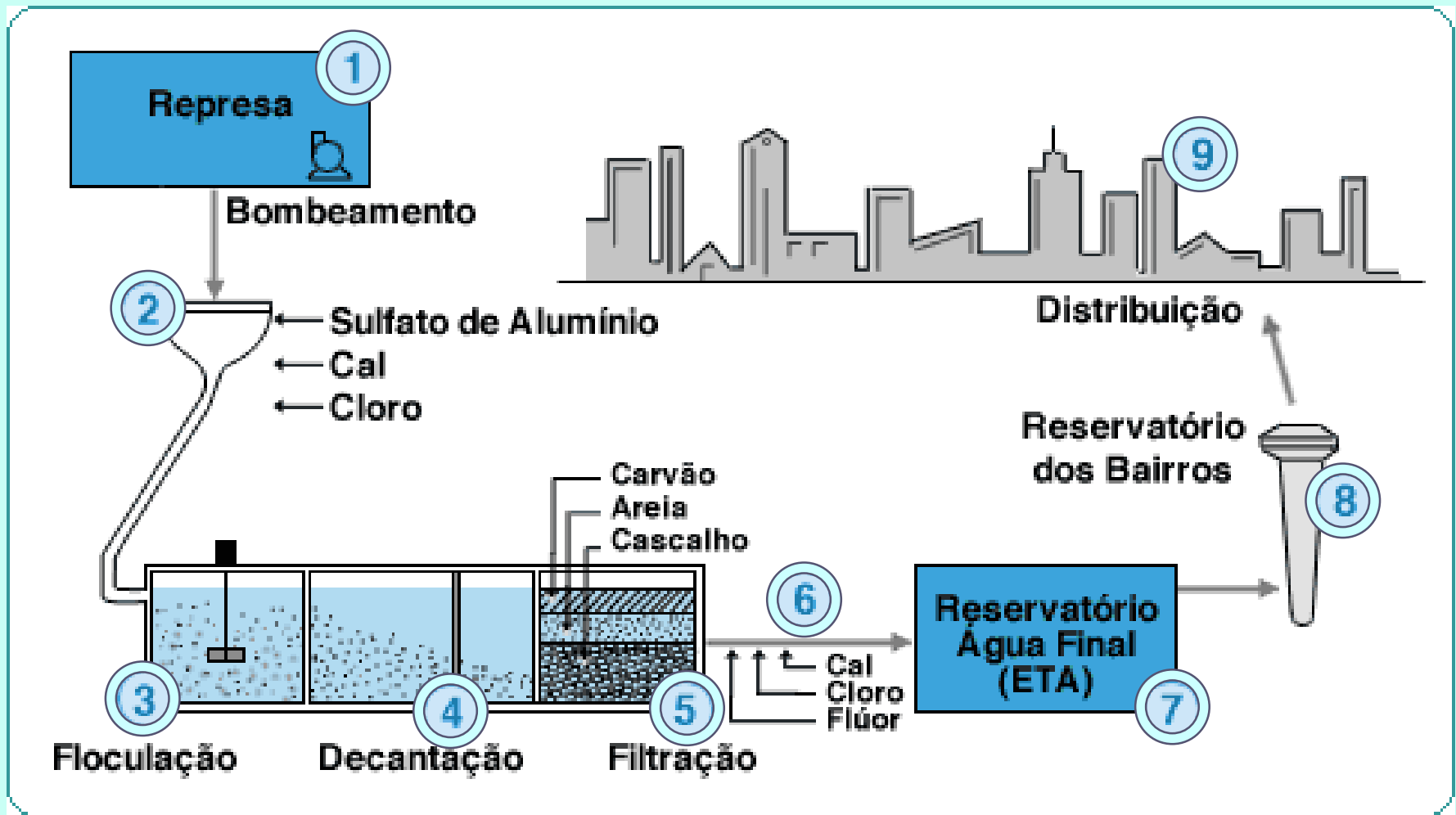
Níveis de tratamento

- **Simples desinfecção** 
 - Mananciais subterrâneos
 - Mananciais subsuperficiais
 - Mananciais “de serra”
(peneiramento)
- Filtração e desinfecção
- Tratamento convencional: Coagulação, decantação, filtração e desinfecção
- Micromembranas, nanomembranas, Osmose reversa

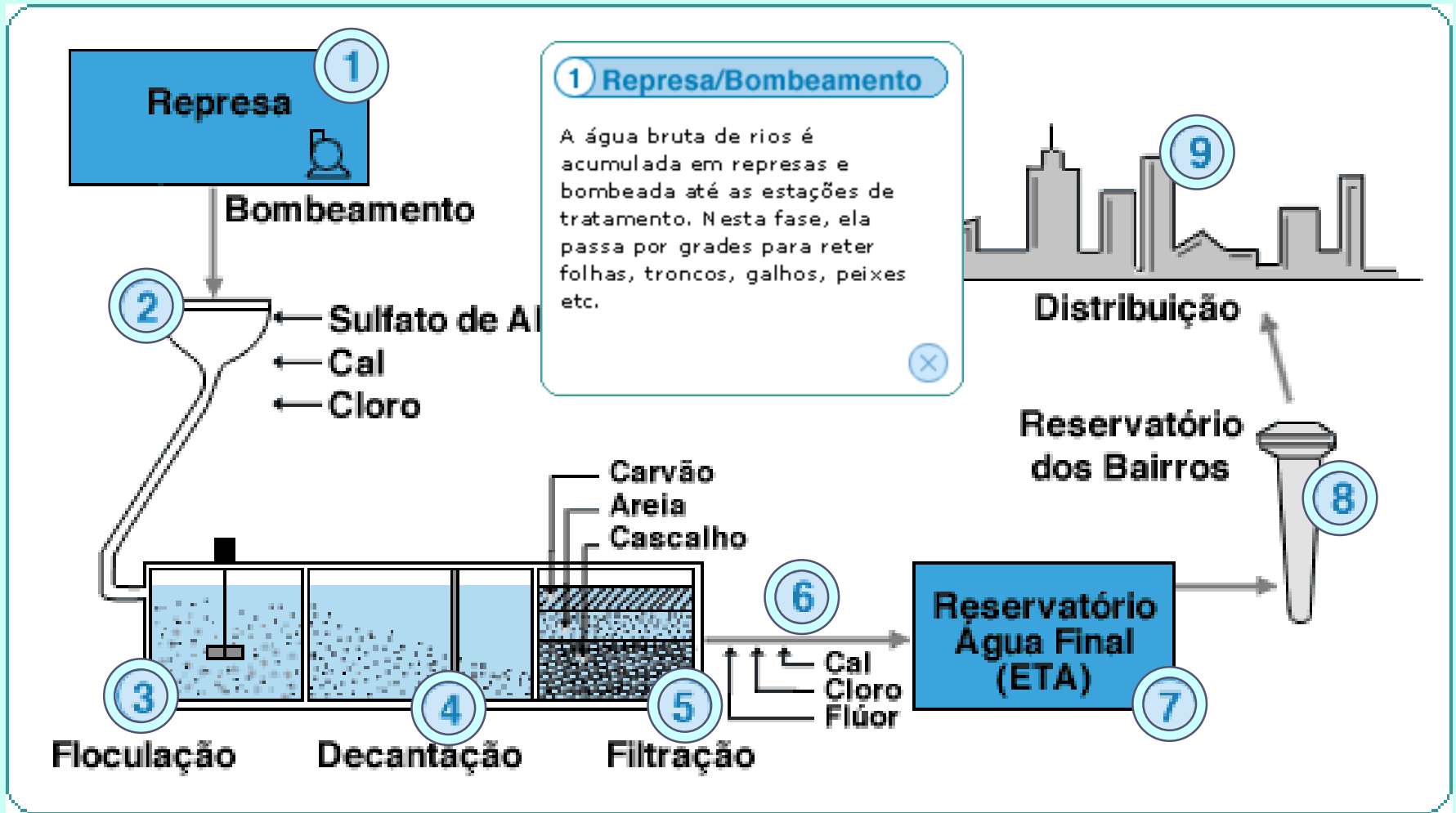


Tratamento

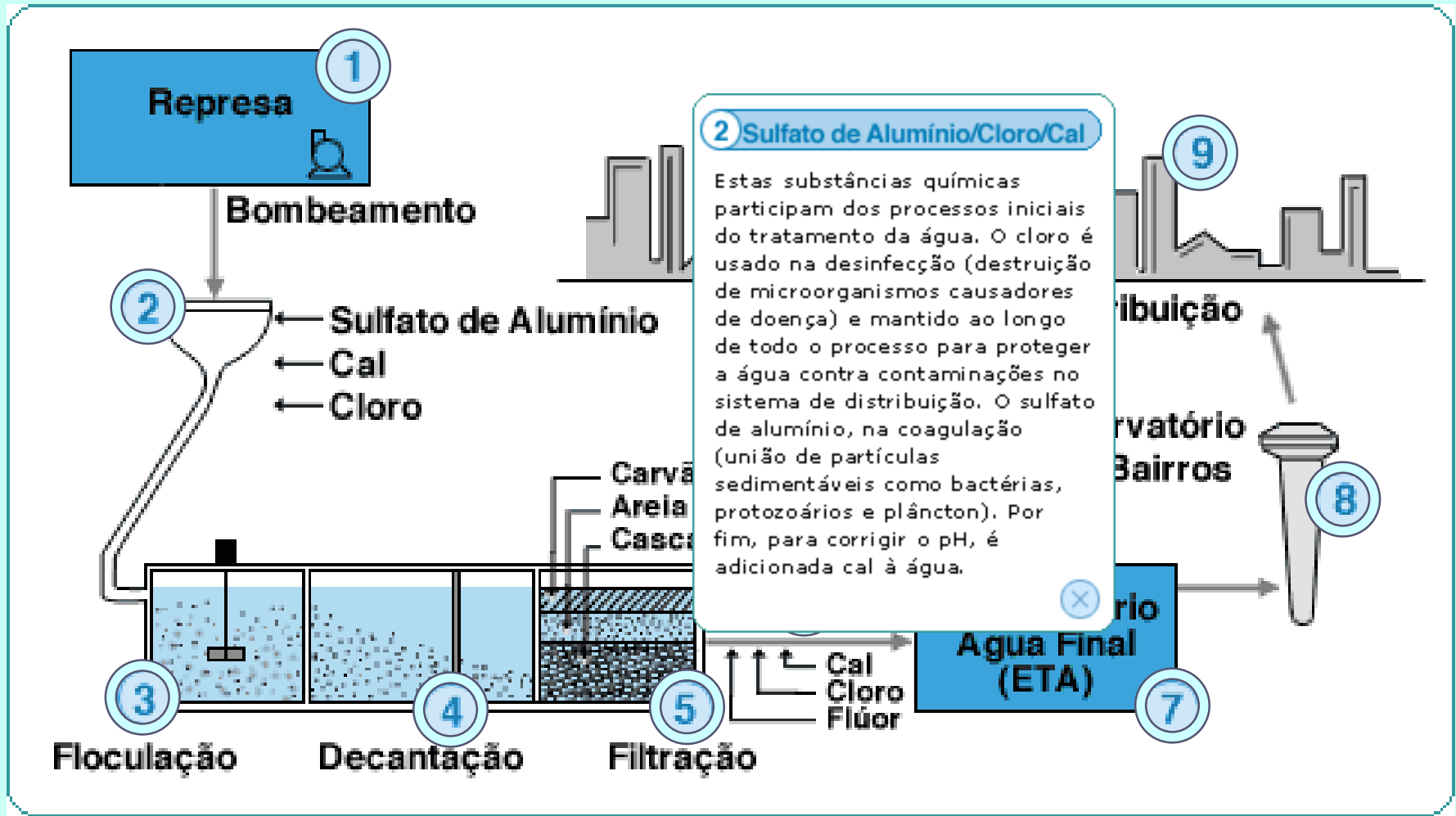
Sistema de Abastecimento de Água



Sistema de Abastecimento de Água



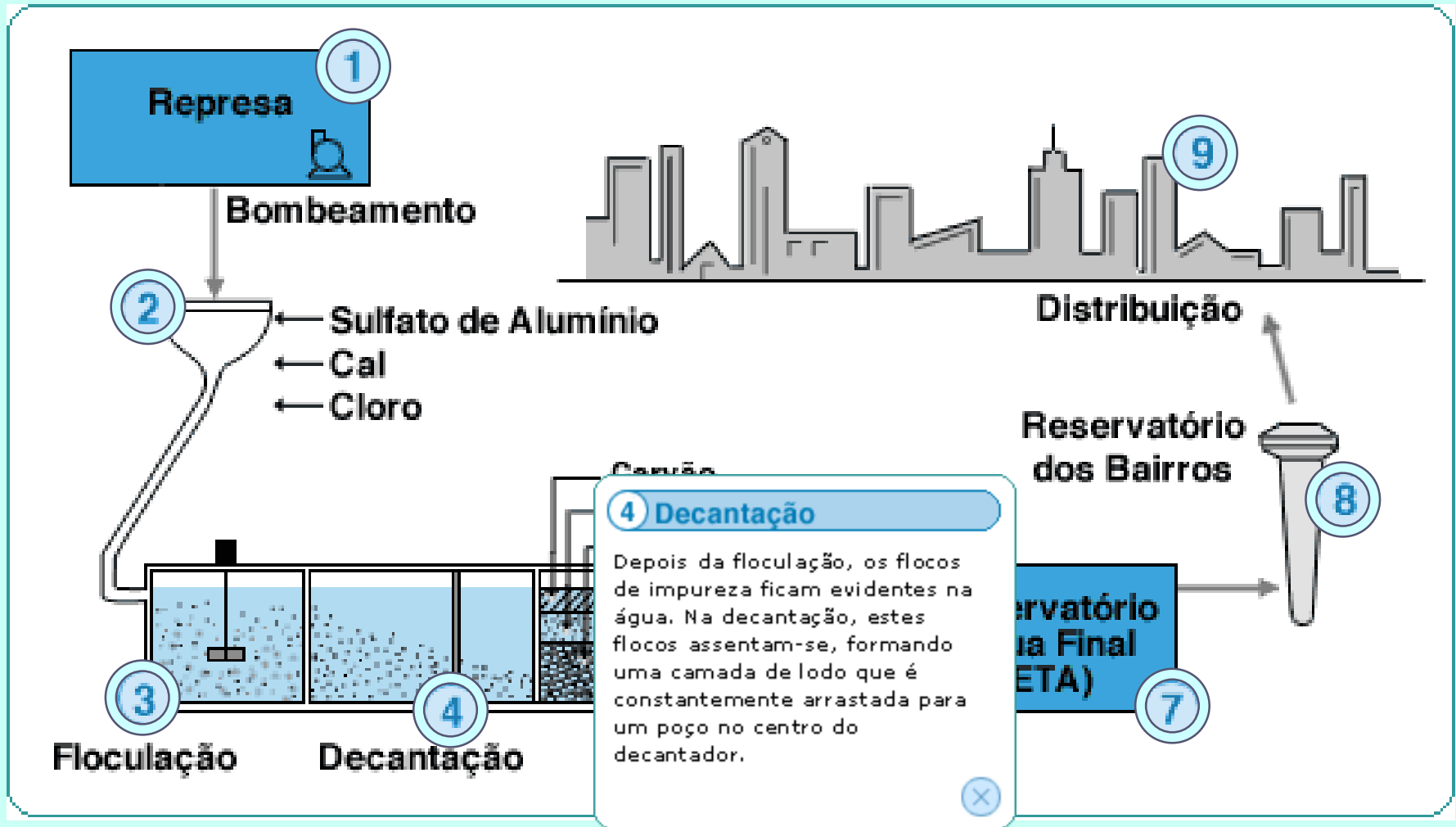
Sistema de Abastecimento de Água



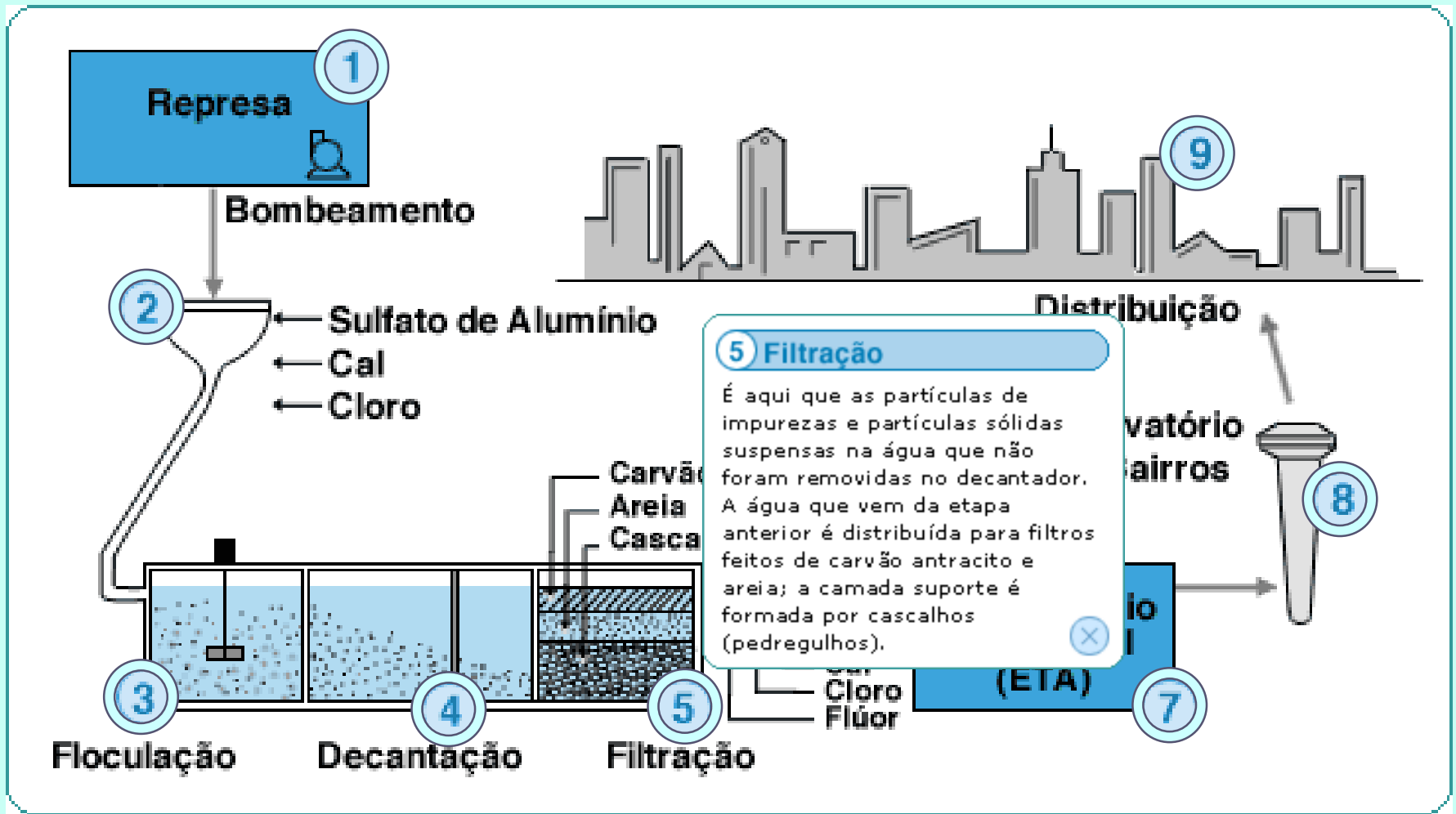
Sistema de Abastecimento de Água



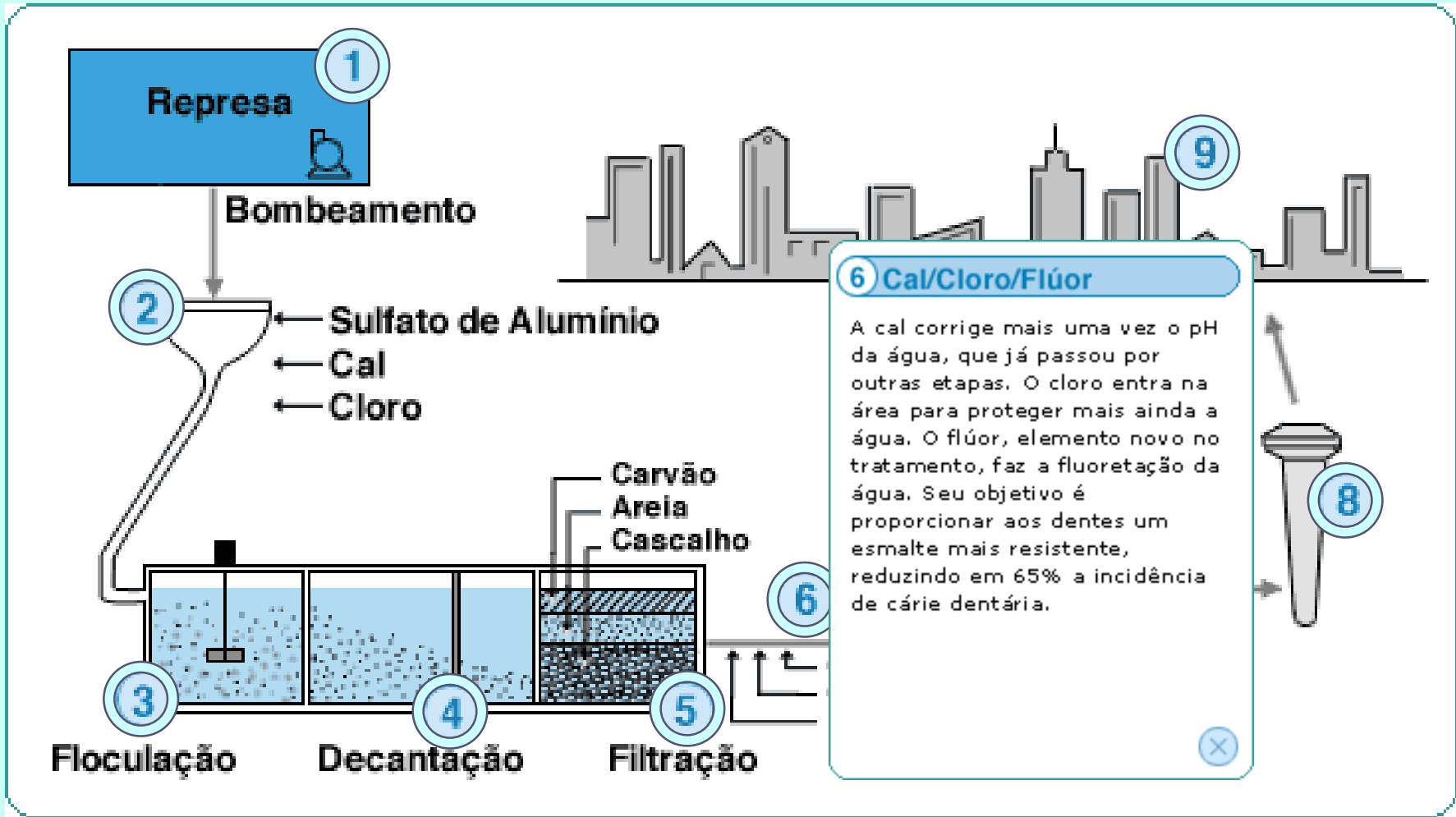
Sistema de Abastecimento de Água



Sistema de Abastecimento de Água



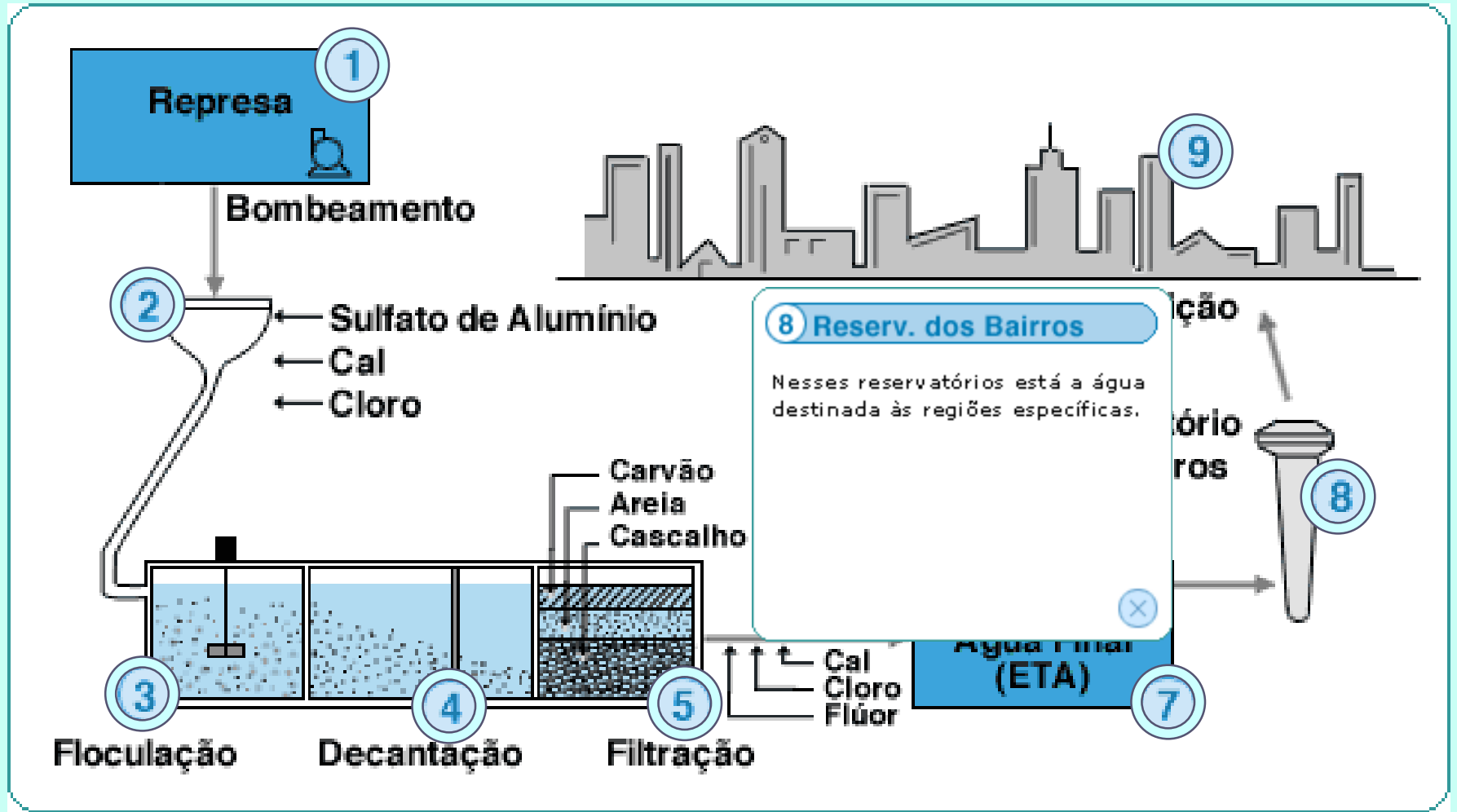
Sistema de Abastecimento de Água



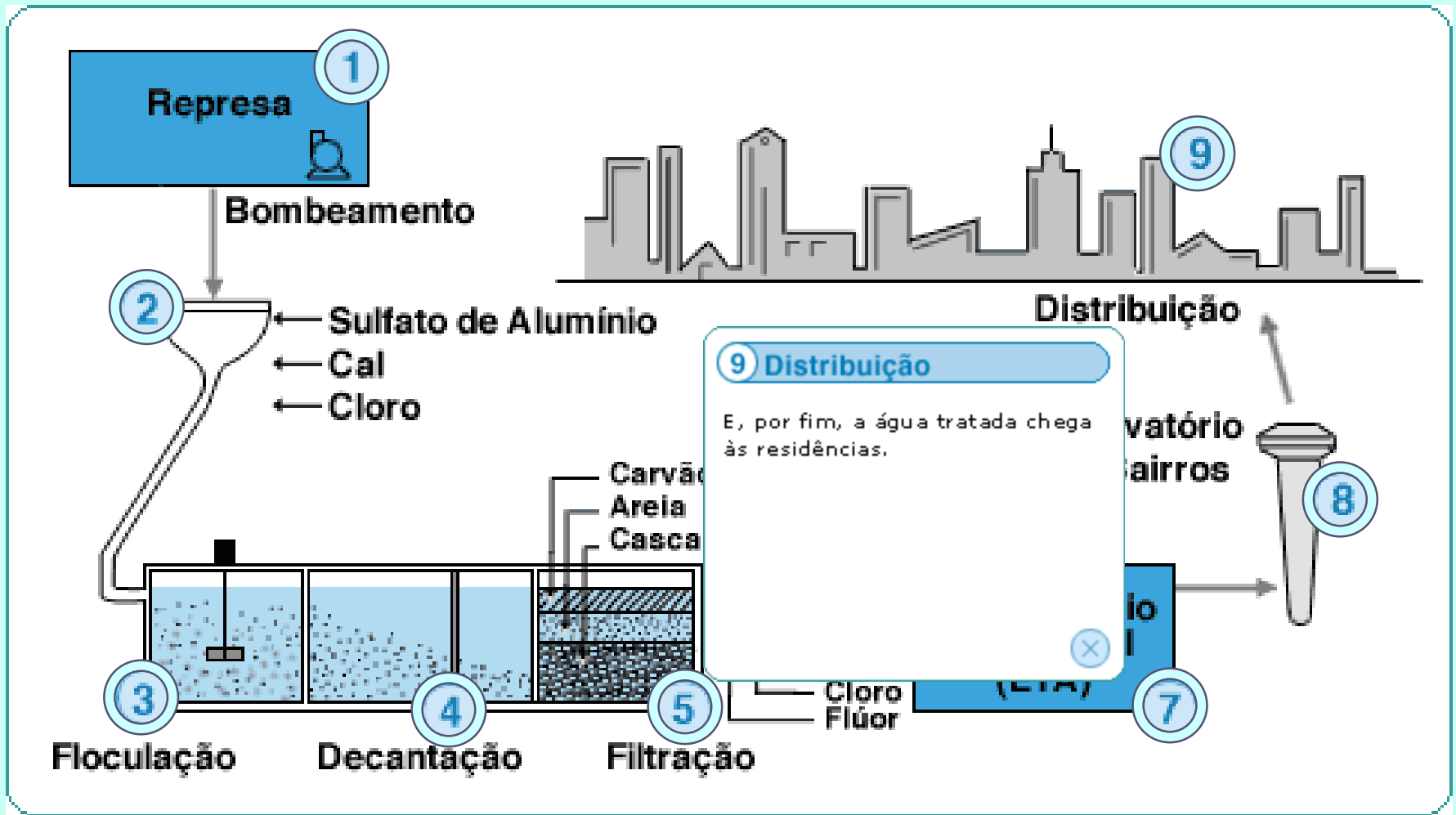
Sistema de Abastecimento de Água



Sistema de Abastecimento de Água



Sistema de Abastecimento de Água









Filtro

CAMADA	ALTURA	MATERIAL
1	56 cm	Carvão antracito
2	30 cm	Areia (quartzola)
3	7,5 cm	Pedregulho (seixo)
4	7,5 cm	Pedregulho (seixo)
5	7,5 cm	Pedregulho (seixo)
6	7,5 cm	Pedregulho (seixo)
7	16 cm	Pedregulho (seixo)





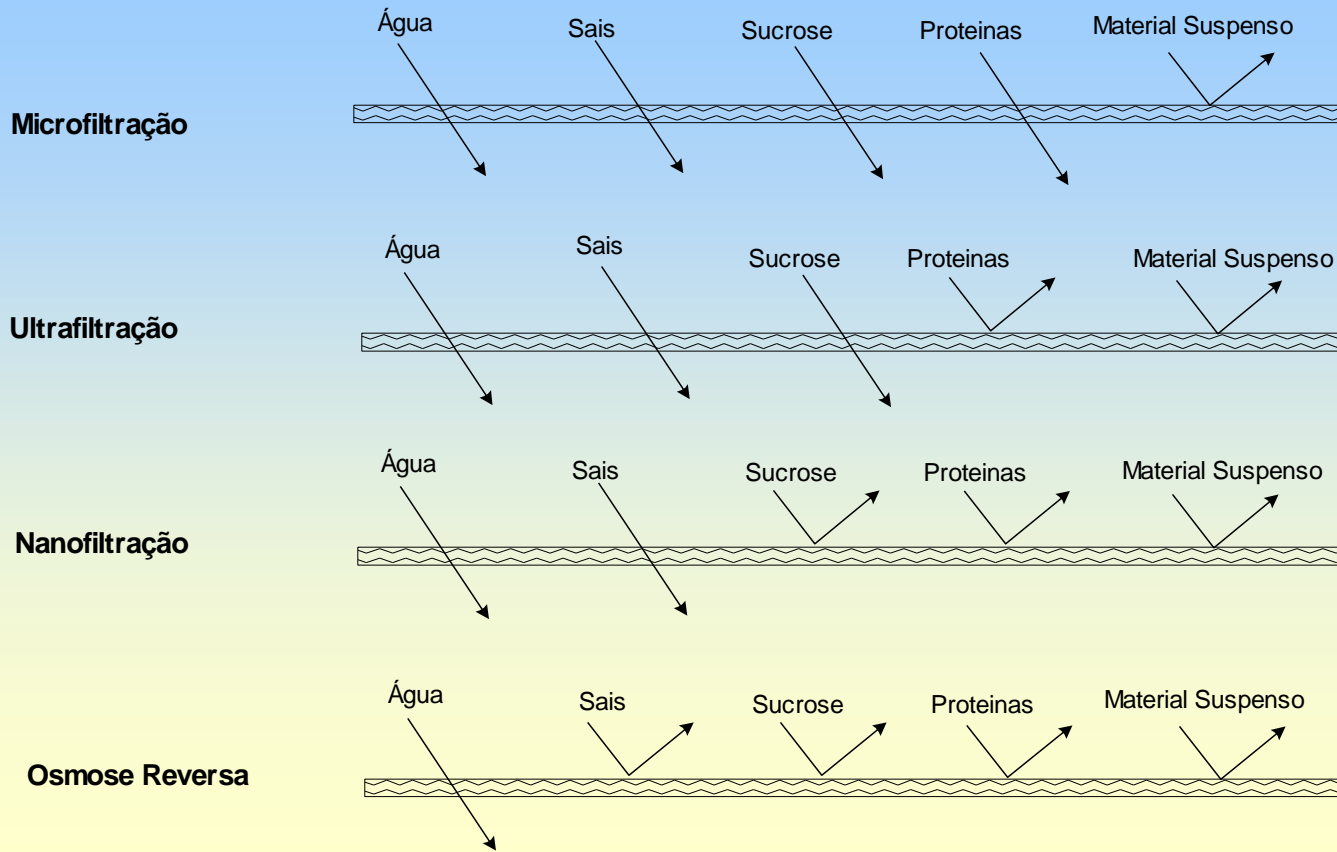








Processos com membranas





ULTRAFILTRAÇÃO



ULTRAFILTRAÇÃO

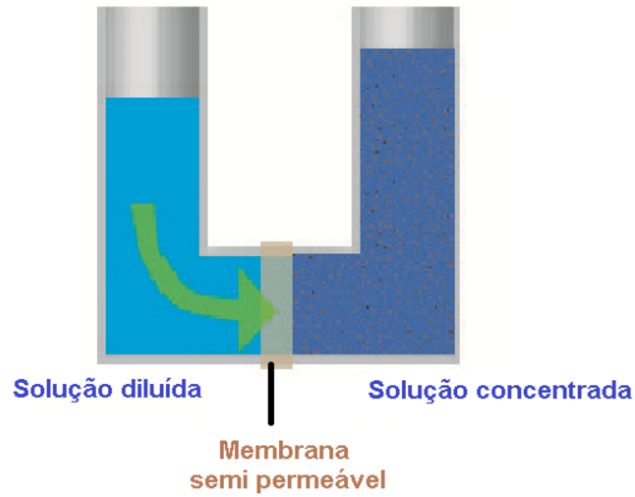


NANOFILTRAÇÃO

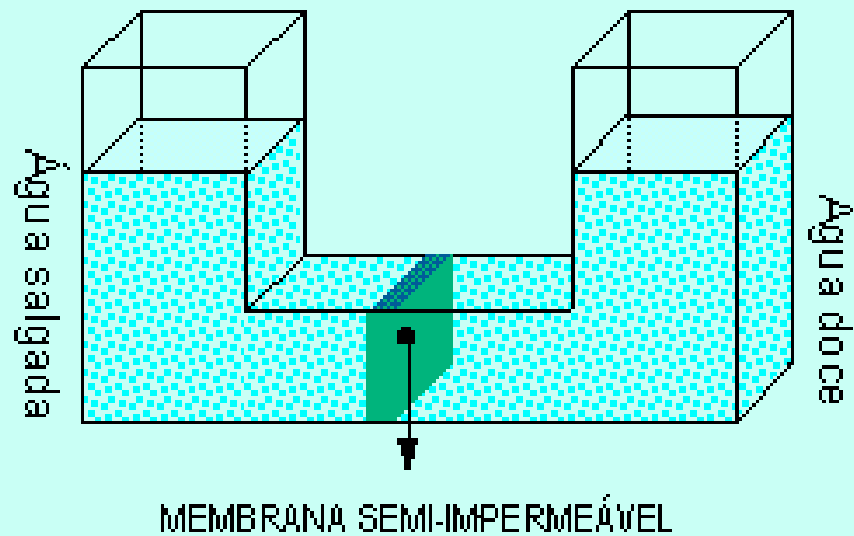
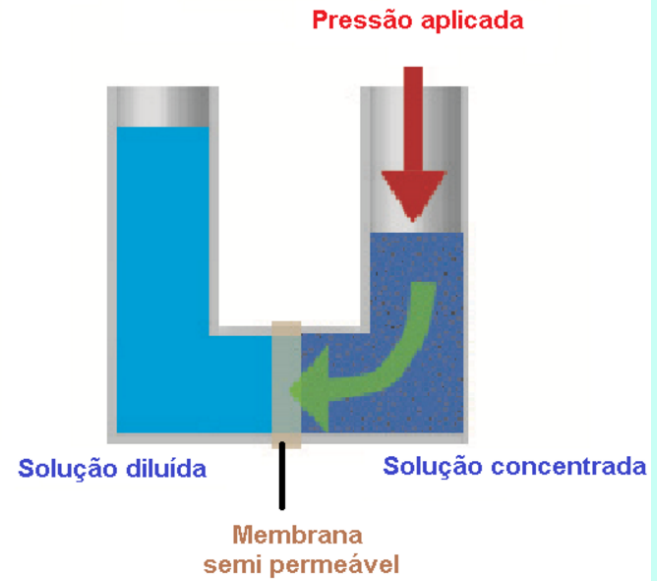


OSMOSE REVERSA

Osmose



Osmose Reversa



DESINFECÇÃO

- **Fatores que interferem na eficiência da desinfecção**
- **Espécie e concentração do *organismo* a ser destruído**
- **Espécie e concentração do desinfetante**
- **Tempo de contato**
- **Características químicas e físicas da água**
- **Grau de dispersão do desinfetante na água**

OUTRAS FORMAS DE DESINFECÇÃO DAS ÁGUAS

- **OZONIZAÇÃO**
- **CALOR E OUTROS MEIOS FÍSICOS**
- **IRRADIAÇÕES**
- **AÇÃO OLIGODINÂMICA DOS METAIS (prata e cobre)**
- **ÁLCALIS E ÁCIDOS**
- **TENSOATIVOS (detergentes)**
- **OXIDANTES QUÍMICOS (bromo, permanganato de potássio)**

Atributos para os desinfetantes utilizados no tratamento da água

- Poder destruir, em tempo razoável os organismos patogênicos a serem eliminados, na quantidade que se apresentam e nas condições encontradas nas águas;
- Não devem ser tóxicos para o homem e para os animais
- Nas concentrações usuais, não causar à água cheiro e gosto que prejudiquem o seu consumo;
- Estar disponíveis a custo razoável, apresentar facilidade e segurança no transporte, armazenamento, manuseio e aplicação;
- Concentração na água tratada fácil e rapidamente determinável, de preferência automaticamente;
- Produzir residuais resistentes na água, de maneira a constituir uma barreira sanitária contra eventuais recontaminações antes do uso.

DESINFECÇÃO COM CLORO

A ação do cloro depende basicamente de:

- Concentração: quanto maior, mais efetiva a ação;
- Forma como se apresenta: ácido hipocloroso ou íon hipoclorito (cloro livre) ou cloraminas (cloro combinado);
- Tempo de contato: quanto maior, mais efetiva a ação;
- Temperatura da água: o aumento da temperatura favorece a desinfecção;
- pH: influi na dissociação do ácido hipocloroso ou agente desinfetante;
- Tipo de microrganismo: alguns são resistentes à ação do cloro;
- Turbidez: organismos envoltos por determinados materiais que dão turbidez à água poderão proteger-se contra a ação do desinfetante;
- Contato: relação direta entre o grau de mistura e o tempo de contato.

O residual de cloro nas águas de abastecimento é regulamentado pela Portaria 2914/2011* do

Ministério da Saúde:

Artigo 34

*É obrigatória a manutenção de, **no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre** ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede).*

Artigo 39

*§ 2º Recomenda-se que o **teor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de 2 mg/L.***

**Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.*

**Revogada pela PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO nº 5, de 28/09/2017, que dispõe sobre a Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde.*

Para a utilização de outro agente desinfetante,
a PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO nº 5, de 28/09/2017 estabelece que:

*Art. 35. No caso do uso de ozônio ou radiação ultravioleta como desinfetante, **deverá ser adicionado cloro ou dióxido de cloro**, de forma a manter residual mínimo no sistema de distribuição (reservatório e rede), de acordo com as disposições do art. 34 desta Portaria.*

Art. 36. Para a utilização de outro agente desinfetante, além dos citados nesta Portaria, deve-se consultar o Ministério da Saúde, por intermédio da SVS/MS.

Principais Compostos e Produtos de Cloro Usados para a Desinfecção de Água

Nome do Composto	Fórmula Química	% Cloro Disponível	Características	Embalagem	Prazo de Validade	Nome Comercial
Hipoclorito de Sódio	NaOCl	10% – 15%	Solução aquosa, alcalina, de cor amarelada, límpida e de odor característico.	Recipientes opacos de materiais compatíveis com o produto. Volumes variados.	1(um) mês. Decompõe-se pela luz e calor, deve ser estocado em locais frios e ao abrigo da luz.	Hipoclorito de Sódio.
Hipoclorito de Cálcio	Ca(OCl) ₂	Superior a 65%	Coloração branca, pode ser em pó ou granulado.	Recipientes plásticos ou tambores metálicos com revestimento.	6 meses	Hipoclorito de Cálcio.
Cloro	Cl ₂	100%	Gás liquefeito sob pressão de coloração verde amarelado, e de odor irritante.	Cilindros verticais de aço de 68Kg e horizontais de 940Kg.		Cloro Gasoso.
Cal Clorada	CaOCl	35% – 37%	Pó branco.	Embalagens de 1 a 50 quilogramas. Sacos de polipropileno. Manter em local seco e ao abrigo da luz.	Pouco estável. Perda de 10% no teor de cloro ativo a cada mês.	Cloreto de Cal.
Água Sanitária	Solução aquosa à base de hipoclorito de sódio ou de cálcio.	2% – 2,5% durante o prazo de validade.	Solução de coloração amarelada.	Embalagem de 1 litro, plástico opaco.	Verificar no rótulo do produto.	Água sanitária ou Água de lavadeira.

Eutrofização

- Enriquecimento excessivo de nutrientes, tais como nitrogênio e o fósforo, nos cursos de água, levando à proliferação de algas.
- A sua decomposição leva ao aumento de microorganismos e consequente deteriorização da qualidade da água.
- Os usos da água ficam comprometidos



Processo de eutrofização:

Eutrofização natural



Processo muito demorado, associado à evolução de ecossistemas durante o fenômeno de sucessão ecológica. Processo evolutivo dos sistemas aquáticos para o sistema terrestre

Eutrofização acelerada ou artificial



Processo de enriquecimento de nutrientes provenientes de atividades humanas, como por exemplo, a agricultura, a indústria e os esgotos oriundos das atividades urbanas.

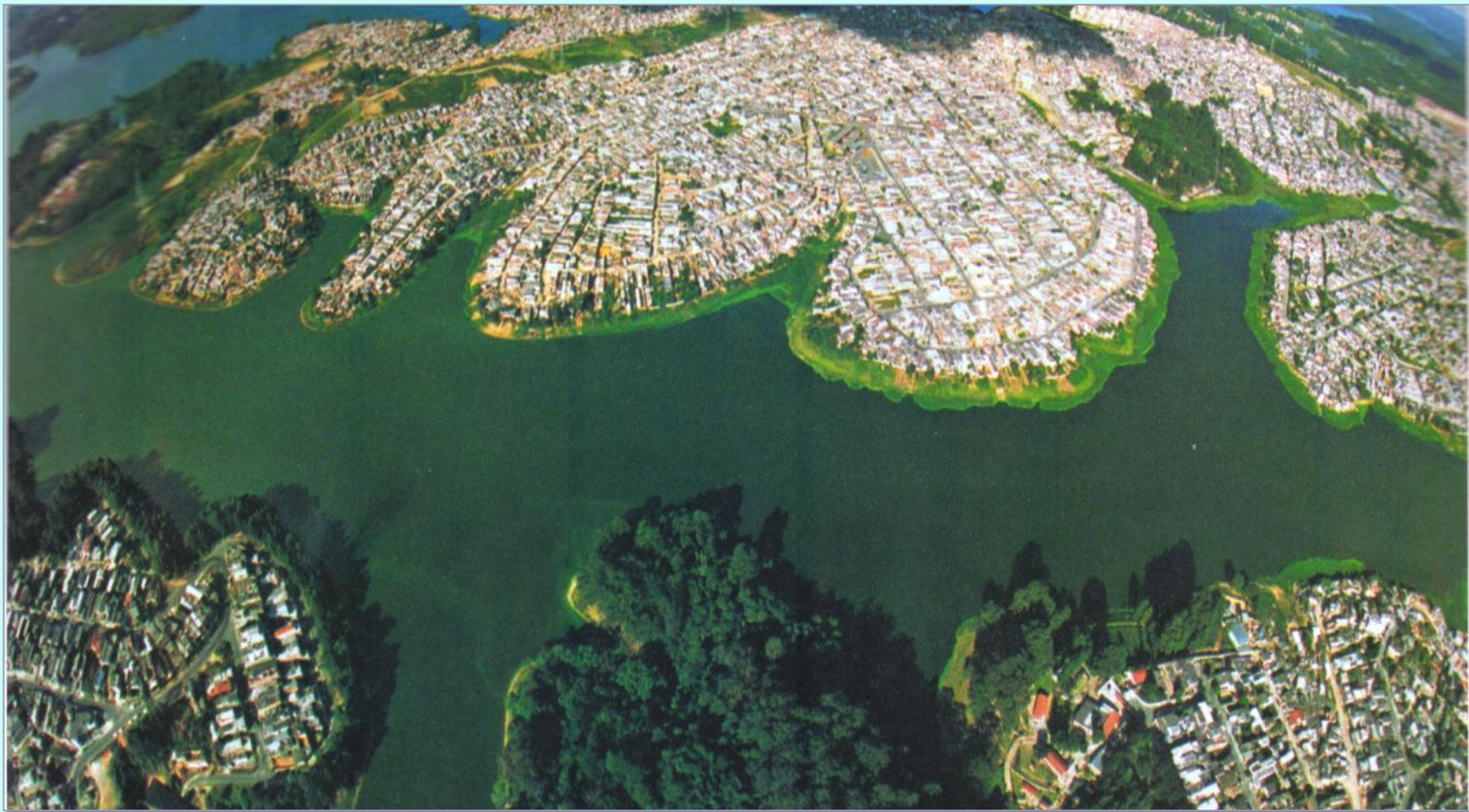


Problemas em áreas de mananciais



- Ocupação irregular
- Lançamentos de esgotos in natura





Região da Billings

CANTINHO DO CÉU







ALGAS

Os ácidos graxos presentes nas células das algas são os responsáveis pelos odores e sabores de cada grupo. A quantidade de lipídios nas células aumenta com o seu envelhecimento, ao mesmo tempo que diminui a quantidade de compostos nitrogenados, de maneira que as algas mais velhas tendem a apresentar sabor e odor pronunciados.

ODOR	ALGA
Gerânio	Cyclotella, Fragilaria, Melosira
Rabanetes	Anabaena
Violetas	Cryptomonas, Dinobryon
Noz moscada	Synura
Pepinos	Peridium
Capim ou grama	Closterium, Microcystis, Oscillatoria
Mofo ou barro	Chlamydomonas, Nostoc
Peixe	A maioria delas em elevadas concentrações
Esgoto Séptico	Hydrodictyon, Cladophora

Interferências das algas nos sistemas de tratamento de água

ALGA	Problema
<i>Chorella</i>	Coloração, odor e persistência no sistema de distribuição
<i>Anabaena</i>	Odor, interferência na coagulação, toxinas
<i>Asterionella</i>	Odor, persistência no sistema de distribuição e interferência na coagulação
<i>Euglena</i>	Odor, corrosão em concreto e interferência na coagulação
<i>Spirogyra</i>	Odor e produção de lodo

Formação de subprodutos tóxicos – Pré-oxidação

- Rompimento das células de algas
- Aumento na concentração de matéria orgânica
- Aumento no potencial de subprodutos tóxicos

Esses efeitos variam em função do tipo de agente de pré-oxidação e de sua dosagem

Potencial de liberação de toxinas

- Alguns tipos de algas, como as cianofíceas, na ocorrência de florações produzem toxinas
- A hipótese é de que estas toxinas tenham a função de proteger as algas
- De acordo com a ação farmacológica, as toxinas podem ser hepatotóxicas ou neurotóxicas
- Durante o processo de tratamento de água, estas toxinas podem ser liberadas

Algas potencialmente tóxicas

- As algas potencialmente tóxicas pertencem à divisão *Cyanophyta*, geralmente denominadas por Cianobactérias
- Vários gêneros e espécies de Cianobactérias que formam florações produzem toxinas, conhecidas como Cianotoxinas
- Algumas das toxinas produzidas pelas Cianobactérias têm ação rápida, podendo causar a morte de mamíferos.

Algas que
produzem
gosto e
odor





Algas que entopem filtros



Algas que se desenvolvem nas paredes do reservatório

Fim

