

Uso, controle e gestão dos recursos hídricos

José Antonio Tosta dos Reis
Departamento de Engenharia Ambiental
Universidade Federal do Espírito Santo



CONSIDERAÇÕES GERAIS

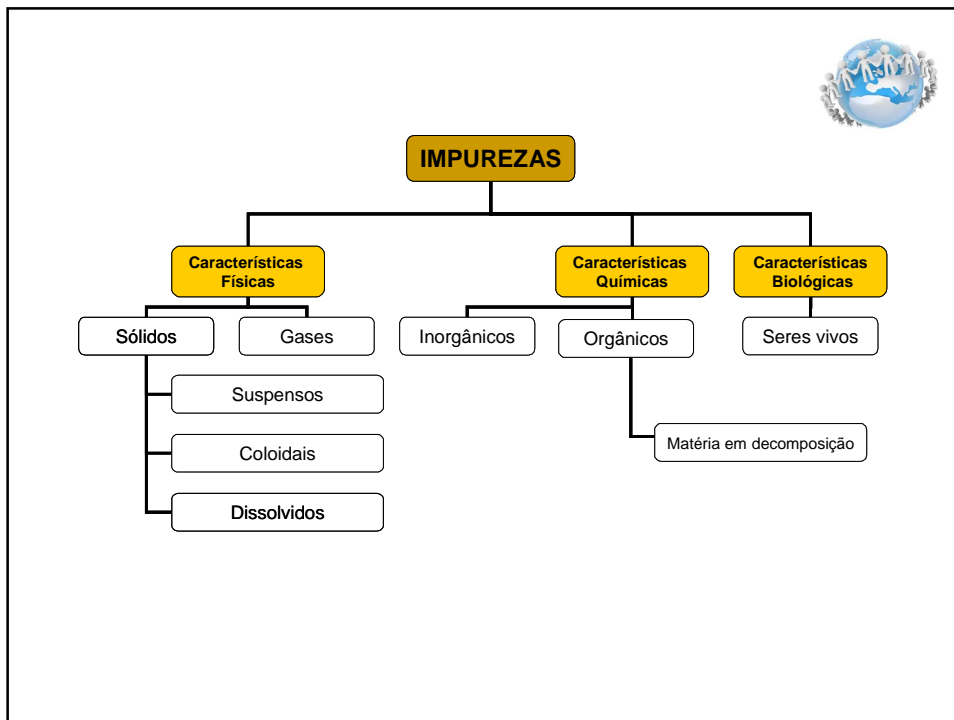


A quantidade e a natureza dos constituintes presentes na água

Natureza do solo de onde são originárias, das **condições climáticas** e do **grau de poluição**

Uma análise completa de uma água natural indicaria a presença de mais de cinquenta constituintes dissolvidos ou em suspensão:

- Sólidos dissolvidos ionizados,
- Gases,
- Compostos orgânicos,
- Matéria em suspensão, incluindo microorganismos e material coloidal.

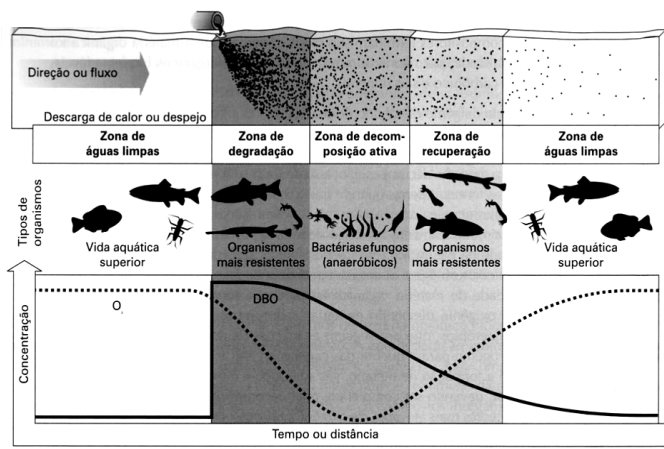


A água permanentemente sofre alterações em sua qualidade

- Nas **condições naturais**, em razão das inter-relações dos componentes do sistema de meio ambiente,
- Em **função do uso** para abastecimento humano, industrial, agrícola e das **alterações do solo**, urbano e rural.

Os recursos hídricos têm capacidade de diluir e assimilar esgotos e resíduos, mediante processos físicos, químicos e biológicos

AUTODEPURAÇÃO !



- Capacidade limitada pela quantidade e qualidade de recursos hídricos
- Algumas substâncias não são degradadas nos cursos d'água, causando poluição cumulativa, com sérios riscos ao homem, à fauna e à flora
- A água como veículo para a transmissão de doenças
principalmente quando recebe lançamento de esgotos sanitários não tratados



Eutrofização:

- Fenômeno de enriquecimento natural ou artificial da água por nutrientes, não sendo, portanto, um fenômeno associado à poluição de um corpo d'água.
- É parte do processo natural de envelhecimento dos lagos e ocorre independentemente de qualquer interferência antrópica.
- Processo de poluição desencadeado pelo desenvolvimento de atividades agrícolas ou pela urbanização acelerada.



- **Qual o aspecto mais característico do fenômeno de eutrofização ?**
 - crescimento exagerado de algas e das macrófitas aquáticas.
 - **Quais os principais problemas da intensa produção de algas?**
 - aumento da dificuldade para o tratamento da água destinada ao abastecimento.
 - Algumas algas podem provocar odor e sabor desagradáveis e, com mais frequência, podem entupir os filtros;
 - Comprometimento da utilização do lago para a recreação, navegação e outros usos.
 - Além de odores desagradáveis, distúrbios com mosquitos e outros insetos, elevada turbidez, crescimento excessivo de macrófitas e freqüentes florações de algas podem comprometer diferentes usos do corpo d'água;
 - Severas flutuações dos níveis de OD.
 - Estabelecimento de condições anaeróbias no fundo do corpo d'água, função do aumento da carga orgânica produzido com a deposição de algas mortas e da ausência de fotossíntese.
- **Quais a dinâmica do fenômeno?**



Graus de trofia:

Os graus de trofia constituem um sistema classificatório a partir do qual pode-se caracterizar o estágio de eutrofização de lagos e reservatórios.

Classificação trófica dos lagos e reservatórios

Item	Classe de trofia				
	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Biomassa	Bastante baixa	Reduzida	Média	Alta	Bastante alta
Fração de algas verdes/cianofíceas	Baixa	Baixa	Variável	Alta	Bastante alta
Macrófitas	Baixa ou ausente	Baixa	Variável	Alta ou baixa	Baixa
Dinâmica da população	Bastante baixa	Baixa	Média	Alta	Alta, instável
Dinâmica de OD na camada superior	Normalmente saturado	Normalmente saturado	Variável em torno da saturação	Freqüentemente supersaturado	Bastante instável, de supersaturação à ausência
Dinâmica de OD na camada inferior	Normalmente saturado	Normalmente saturado	Variável abaixo da saturação	Abaixo da saturação ou completa ausência	Bastante instável, de supersaturação à ausência
Prejuízos aos usos múltiplos	Baixo	Baixo	Variável	Alto	Bastante alto

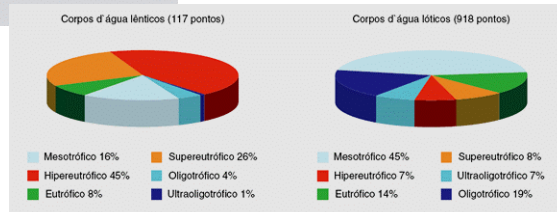
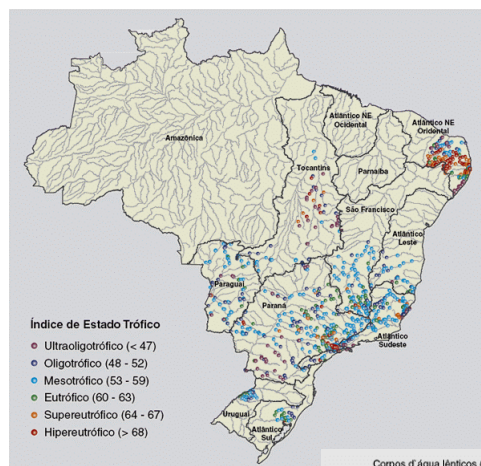


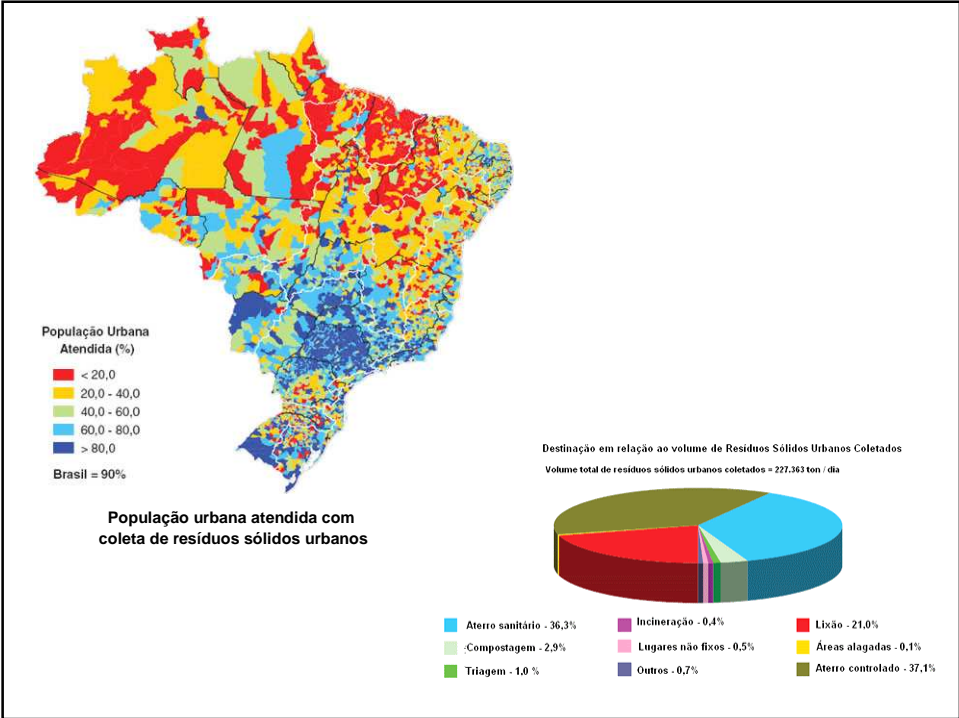
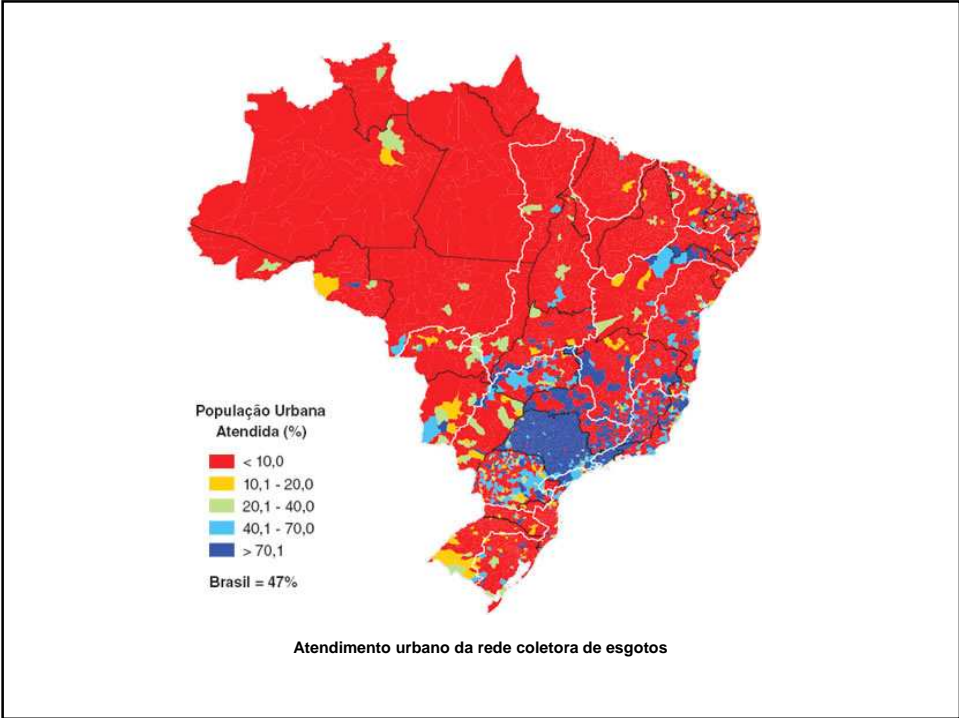
- Um sistema classificatório em função das concentrações de fósforo:

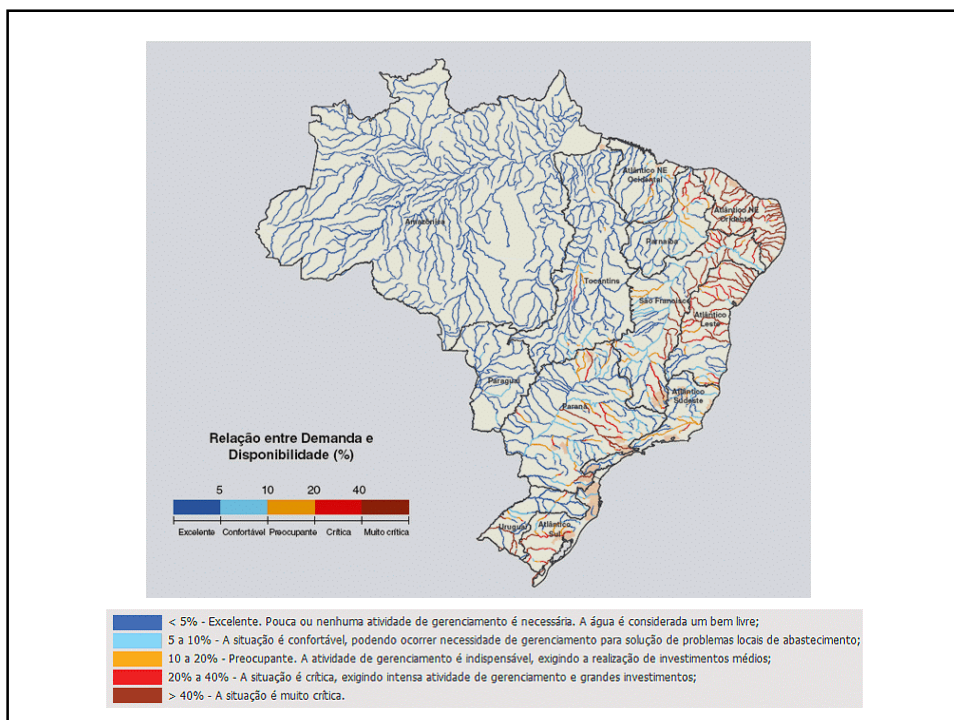
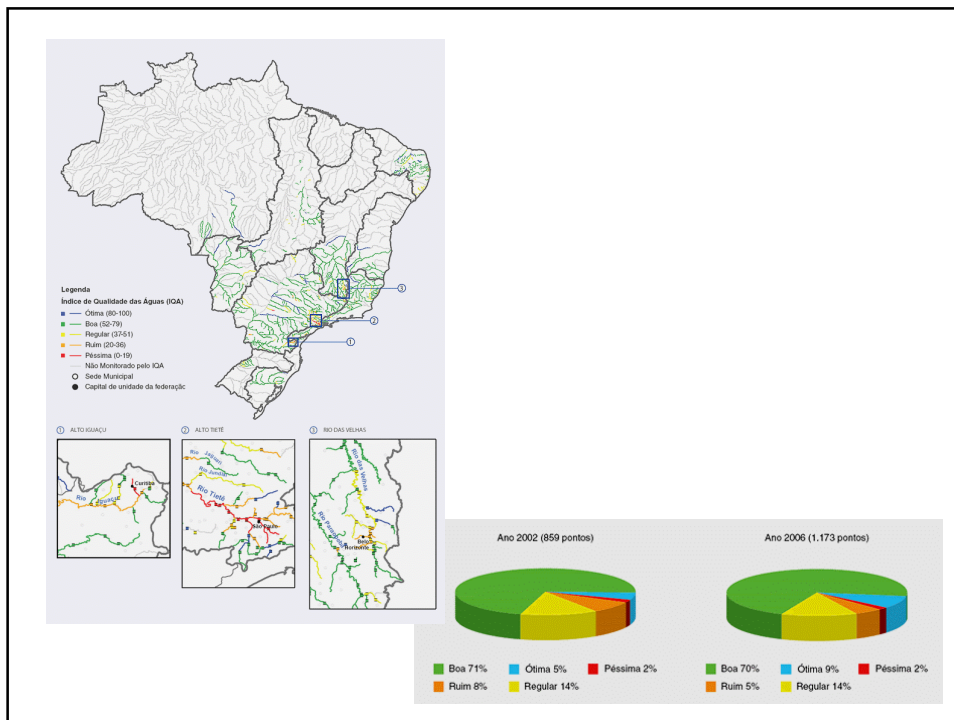
Concentrações aproximadas de fósforo por nível de trofia

Classe de trofia	Concentração de fósforo total no corpo d'água (mg/m ³)
Ultraoligotrófico	< 5
Oligotrófico	< 10 - 20
Mesotrófico	10 - 50
Eutrófico	25 - 100
Hipereutrófico	> 100

- A maior parte dos lagos e reservatórios da América latina é limitada por fósforo.
- Algumas algas possuem a capacidade de fixar o nutriente presente na atmosfera, tornando inócuo o controle do nitrogênio afluente ao corpo d'água.







Doenças relacionadas à deficiências no abastecimento de água ou na disposição de dejetos
(Saunders & Warford, 1983).

Grupo	Doenças	Via de saída do corpo humano	Via de entrada no corpo humano
Doenças transmitidas pela água	Cólera	F	O
	Febre tifóide	F, U	O
	Leptospirose	U, F.	P, O
	Giardiase	F	O
	Amebíase	F	O
	Hepatite infecciosa	F	O
Doenças controladas pela limpeza com água	Escabiose	C	C
	Sepsia dérmica		
	Bouba	C	C
	Lepra	C	C
	Piolhos e tifo	N(?)	?
	Tracoma	B	B
	Conjuntivite	C	C
	Disenteria bacilar	C	C
	Salmonelose	F	O
	Diarréias por enterovirus	F	O
	Febre paratifóide	F	O
	Ascariíase	F	O
	Tricurose	F	O
	Enterobiose	F	O
	Ancilostomose	F	O

F= fezes; O = oral; U = urina; P = percutâneo; C = cutâneo; B = picada; N = nariz; S = saliva.

Doenças relacionadas à deficiências no abastecimento de água ou na disposição de dejetos
(Saunders & Warford, 1983).

Grupo	Doenças	Via de saída do corpo humano	Via de entrada no corpo humano
Doenças associadas à água	Esquistossomose urinária	U	P
	Esquistossomose retal	F	P
	Dracunculose	C	O
Doenças cujos vetores se relacionam com a água	Febre amarela	B	B mosquito
	Dengue e febre hemorrágica por dengue	b	B mosquito
	Febre do oeste do Nilo e do Vale do Rift	B	B mosquito
	Encefalite por arbovirus	B	B mosquito
	Filiarose Bancroft	B	B mosquito
Doenças cujos vetores se relacionam com a água	Malária	B	B mosquito
	Ancorcerose	B	B mosca simulium
	Doenças do sono	B	B Tsé – Tsé
Doenças associadas ao destino de dejetos	Necatoriose	F	P
	Clonorquíase	F	Peixe
	Difilobotríase	F	Peixe
	Fasciolose	F	Planta Comestível
	Paragonimíase	F,S	Camarão-de-água-doce

F= fezes; O = oral; U = urina; P = percutâneo; C = cutâneo; B = picada; N = nariz; S = saliva.

- Quando há abundância de água, ela pode ser tratada como bem livre, sem valor econômico.
- Com o crescimento da demanda, surgem conflitos entre usos e usuários da água, que passa a ser escassa e precisa ser gerida como bem econômico.

FUNDAMENTO DA PNRH !

- A escassez também pode decorrer devido aspectos qualitativos.
A poluição afeta de tal forma a qualidade da água que os valores excedem os padrões admissíveis para determinados usos.

A gestão dos recursos hídricos deve proporcionar o uso múltiplo das águas

- Geração de energia elétrica,
- Abastecimento doméstico e industrial,
- Irrigação de culturas agrícolas,
- Navegação,
- Recreação,
- Aqüicultura,
- Piscicultura e pesca
- Assimilação e afastamento de esgotos.

OUTRO FUNDAMENTO DA PNRH !

Usos da água (adaptado de Barth, 1987)

Forma	Finalidade	Tipo de Uso	Uso Consultivo	Requisitos de qualidade	Efeitos nas águas
Com derivação de águas	Abastecimento urbano	Abastecimento doméstico industrial comercial e público	Baixo, de 10%, sem contar as perdas nas redes	Altos ou médios, influndo no custo do tratamento	Poluição orgânica e bacteriológica
	Abastecimento industrial	Sanitário, de processo, incorporação ao produto, refrigeração e geração de vapor	Médio, de 20%, variando com o tipo de uso e de indústria	Médios, variando com o tipo de uso	Poluição orgânica, substâncias tóxicas, elevação de temperatura
	Irrigação	Irrigação artificial de culturas agrícolas segundo diversos métodos	Alto, de 90%	Médios, dependendo do tipo de cultura	Carreamento de agrotóxicos e fertilizantes
	Abastecimento	Doméstico ou para dessedentação de animais ¹⁰	Baixo, de 10%	Médios	Alterações na qualidade com efeitos difusos
	Aqüicultura	Estações de piscicultura e outras	Baixo, de 10%	Altos	Carreamento de matéria orgânica

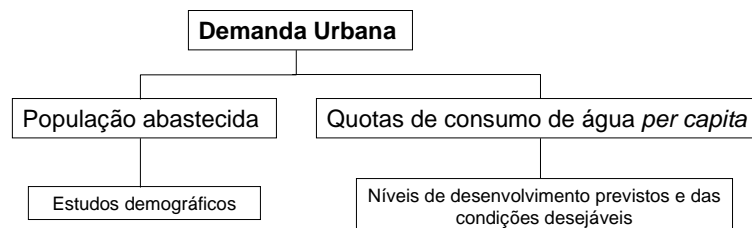
Usos da água (adaptado de Barth, 1987)

Forma	Finalidade	Tipo de Uso	Uso Consultivo	Requisitos de qualidade	Efeitos nas águas
Sem derivação de águas	Geração Hidrelétrica	Acionamento de turbinas hidráulicas	Perdas por evaporação do reservatório	Baixos	Alterações no regime e na qualidade das águas
	Navegação fluvial	Manutenção de calados mínimos e eclusas	Não há	Baixos	Lançamento de óleo e combustíveis
	Recreação, lazer e harmonia paisagística	Natação e outros esportes com contato direto, como iatismo e <i>motonáutica</i>	Lazer contemplativo	Altos, especialmente recreação de contato primário	Não há
	Pesca	Com fins comerciais de espécies naturais ou introduzidas através de estações de piscicultura	Não há	Altos, nos corpos de água, correntes, lagos, ou reservatórios artificiais	Alterações na qualidade após mortandade de peixes
	Assimilação de esgotos	Diluição, autodepuração e transporte de esgotos urbanos e industriais	Não há	Não há	Poluções orgânicas, físicas, químicas e bacteriológicas
	Usos de preservação	Vazões para assegurar o equilíbrio ecológico	Não há	Médios	Melhoria da qualidade da água

DEMANDA URBANA



Demanda **doméstica** + demandas de **indústria, comércio**, prestação de **serviços** públicos e privados (do ponto de vista prático, demandas praticamente inseparáveis).



- Os consumos específicos de água crescem com a **melhoria do nível de vida da população** e com o desenvolvimento do núcleo urbano.
- Quanto maior o **tamanho da cidade**, maiores são as demandas **industriais e comerciais**.
- O abastecimento doméstico da **área rural** é **pouco significativo** (demandas dispersas e pequenas)
- Usos como a **dessedentação** de animais poderão ser de **importância em regiões semi-áridas**, embora bem menores do que as demandas para irrigação.
- Fatores sociais, econômicos, climáticos e técnicos.



Consumo médio diário, em litro/hab.dia, para **áreas rurais** de **países em desenvolvimento** (OMS)

Região da OMS	Mínimo	Máximo
África	15	35
Sudeste da Ásia	30	70
Pacífico Ocidental	30	95
Mediterrâneo Oriental	40	85
Argélia, Marrocos, Turquia	20	65
América Latina e Caribe	70	190
Média Mundial nos países em desenvolvimento	35	90



Previsão da evolução da demanda *per capita* no Distrito Federal (CAESB,1970)

Localidade *	Demanda per capita Média Diária (l/hab/dia)			Demanda per capita máxima Diária (l/hab/dia)		
	1970	1980	1990	1970	1980	1990
Brasília	535	560	590	695	730	765
Sobradinho, Taguatinga, Gama, Guarã, Núcleo Bandeirante	300	330	360	390	430	470
Brazlândia e Planaltina	200	220	240	260	285	310

Padrões de consumo para a **demanda residencial** na cidade do Rio de Janeiro:

População de Alta e Média Renda - 300 l/hab.dia

População de Baixa Renda - 180 l/hab.dia

População de Favelas - 100 l/hab.dia

Padrões de consumo para a **demanda comercial** na cidade do Rio de Janeiro:
variação de 4 l/m²/dia (prédios de escritórios) a 34,40 l/m²/dia (prédios com lanchonetes e restaurantes).

Valor médio adotado de 10 l/m²/dia.

Padrões de consumo para demanda de **hotéis**:

CLASSE "A" - Hotéis de três estrelas ou mais – 900 l/quarto/dia

CLASSE "B" - Hotéis de categoria inferior a três estrelas 500 l/quarto/dia

Padrões de consumo para demanda de **indústrias**:

Pequenos e médios consumidores industriais - 150 l/ empregado;

Grandes consumidores industriais - 550 l/empregado.

Demandas *per capita* de água para projeto de instalações prediais

Prédio	Consumo (litros)
Alojamentos provisórios	80 per capita
Ambulatórios	25 per capita
Apartamentos	200 per capita
Casas populares ou rurais	120 per capita
Cavaliarias	100 por cavalo
Cinemas e teatros	2 por lugar
Creches	50 per capita
Edifícios públicos ou comerciais	50 per capita
Escolas - externatos	50 per capita
Escolas - internatos	150 per capita
Escolas - semi-internatos	100 per capita
Escritórios	50 per capita
Garagens	50 por automóvel
Hotéis (s/ cozinha e s/ lavanderia)	120 por hóspede
Jardins	1,5 por m ²
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Matadouros - animais grande porte	300 por cabeça abatida
Matadouros - animais pequeno porte	150 por cabeça abatida
Mercados	5 por m ² de área
Oficinas de costura	50 per capita
Orfanatos, asilos, berçários	150 per capita
Postos de serviços p/ automóveis	150 por veículo
Quartéis	150 per capita
Residências	150 per capita
Restaurantes e similares	25 por refeição
Templos	2 por lugar

DEMANDA INDUSTRIAL



Dependem de coeficientes de **uso** e de **perdas** de cada tipo de indústria e da tecnologia adotada

Consumo de água nas indústrias (Barth, 1987)

Tipo de indústria	Consumo
Laminação de aço	85 m ³ por t de aço
Refinação do petróleo	290 m ³ por barril refinado
Indústria têxtil	1.000 m ³ por t de tecido
Couros-Curtumes	55 m ³ por t de couro
Papel	250 m ³ por t de papel
Saboarias	2 m ³ por t de sabão
Usinas de açúcar	75 m ³ por t de açúcar
Fábrica de conservas	20 m ³ por t de conserva
Laticínios	2 m ³ por t de produto
Cervejaria	20 m ³ por m ³ de cerveja
Lavandeira	10 m ³ por t de roupa
Matadouros	3 m ³ por animal abatido

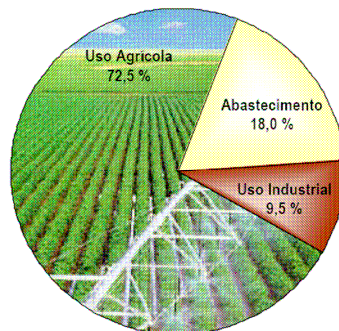
Principais poluentes de despejos industriais (Braille, C., 1979).

Poluentes	Origem dos despejos
Acetaldeído	Plásticos, borracha sintética, corante.
Ácido acético	Vinícolas, indústrias têxteis, destilação de madeira, indústria químicas
Acetileno	Sínteses orgânicas
Acrilonitrila	Plásticos, borracha sintética, pesticidas
Amônia	Manufatura de gás de carvão, operações de limpeza com "água amônia"
Acetato de amônia	Tintura em indústria têxteis e preservação da carne.
Cloreto de amônia	Tintura, lavagem do curtimento.
Dicromato de amônia	Mordentes, litografia, fotografação.
Fluoreto de amônia	Tintura em indústrias têxteis e preservação da madeira.
Nitrato de amônia	Fertilizantes, explosivos, indústrias químicas.
Sulfato de amônia	Fertilizantes.
Anilina	Tinturas, vernizes, borrachas
Bário (acetato)	Mordente em tinturaria.
Bário (cloreto)	Manufatura de tintas, operações de curtimento
Bário (fluoreto)	Tratamento de metais.
Benzeno	Indústrias químicas nas síntese de compostos orgânicos, tinturas e outras operações têxteis
Uréia	Produção de resinas e plásticos, sínteses orgânicas
Zinco	Galvanoplastia.
Zinco (cloreto)	Fábrica de papel

DEMANDA AGRÍCOLA



- Uso que estabelece as **maiores demandas**, exigindo cuidados e técnicas especiais para o aproveitamento racional com o mínimo de desperdício.
- Quando praticada incorretamente, além de **problemas quantitativos**, pode afetar drasticamente a **qualidade dos solos** e dos **recursos hídricos superficiais e subterrâneos** (fertilizantes, corretivos e agrotóxicos)



Situação estimada atual das captações de água doce no Brasil por setor (Lima,2000)

USOS NÃO CONSUNTIVOS



Geração de energia elétrica

- A disponibilidade de energia hidrelétrica é associada a **riscos**.
O potencial hidrelétrico é **produto das vazões e das quedas de água**, e, portanto, tem o mesmo **caráter aleatório** das vazões.
- **Principal** forma de uso não consuntivo de água.
- A construção de **barragens** de regularização causa alterações no regime dos cursos d'água, aumento das **perdas por evaporação** e **alterações no meio físico**.

Navegação fluvial

- Em **condições naturais**, navegabilidade apenas nos períodos de **águas altas(?)**.
- Obras nos canais fluviais e **regularização de vazões**: alternativas que aumentam os períodos em que a navegabilidade é assegurada.

USOS NÃO CONSUNTIVOS



Recreação e harmonia paisagística

Pesca

Diluição, assimilação e transporte de esgoto e resíduos líquidos

- Embora não sendo classificado como consuntivo, esse uso pode resultar em limitações do uso dos corpos de águas para outras atividades devido às restrições quanto aos padrões de qualidade.

Preservação

- Manutenção de padrões adequados de qualidade e quantidade de água para a conservação da fauna e da flora,
- Manutenção dos ambientes propícios às atividades humanas e à preservação da harmonia paisagística.

CONTROLE DOS RECURSOS HÍDRICOS



Baixa densidade demográfica, ocupação rarefeita do solo e pouco desenvolvimento industrial:

- O uso da água não exige maiores cuidados quanto ao controle.

Uso intensivo:

- Atenção à proteção dos recursos hídricos, visando o seu aproveitamento racional.

O controle do regime das águas:

- Fundamental na análise das obras que possam afetar o **comportamento hidrológico** dos rios e dos aquíferos subterrâneos
- Ações do homem que afetem o ciclo hidrológico, como o **desmatamento** e a **urbanização**.

O controle de cheias e o combate às secas:

- Formas de evitar ou reduzir prejuízos de caráter econômico e social

GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS



Gestão de recursos hídricos:

- Forma pela qual se pretende **equacionar** (e **resolver...**) as **questões de escassez** relativa dos recursos hídricos, bem como fazer o **uso adequado**, visando a **otimização** dos recursos em **benefício da sociedade** (Setti et al, 2000).

Planejamento (visão das **ciências econômicas**):

- É a forma de conciliar recursos escassos e necessidades abundantes.

Em recursos hídricos:

- Conjunto de **procedimentos organizados** que visam o atendimento das **demandas de água**, considerada a **disponibilidade restrita** desse recurso

COMPLEXO, consideradas as peculiaridades relacionadas com a avaliação de **disponibilidades** e **demandas** por recursos hídricos

O **PLANEJAMENTO** dos recursos hídricos:

- Avaliação prospectiva das demandas e das disponibilidades desses recursos e a sua alocação entre usos múltiplos.

Máximos benefícios econômicos e sociais, com a mínima degradação ambiental.

- Longo prazo.

Tempo de maturação das obras hidráulicas, da vida útil dessas obras e pela repercussão das decisões tomadas, que podem atingir várias gerações, sendo muitas vezes irreversíveis.

A **ADMINISTRAÇÃO** de recursos hídricos:

- Conjunto de ações necessárias para tornar efetivo o planejamento, com os devidos suportes técnicos, jurídicos e administrativos.
- Instrumento de revisão permanente e dinâmica do **plano**, permitindo ajuste de objetivos e metas a novas conjunturas, sem o que o plano torna-se obsoleto e irreal.

A implantação das medidas e obras previstas no **plano**:

- **Objetivo da administração** dos recursos hídricos, incluindo-se entre seus instrumentos a outorga do direito de uso, o controle e a fiscalização.
- A administração **independe** da existência do **plano**, mas, se ele existir, será indispensável para sua consecução.

GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: PLANEJAMENTO + ADMINISTRAÇÃO.

Alguns princípios fundamentais (Setti et al, 2000):

- **acesso aos recursos hídricos deve ser um direito de todos;**
- **a água deve ser considerada um bem econômico;**
- **a bacia hidrográfica deve ser adotada como unidade de planejamento;**
- a disponibilidade da água deve ser distribuída segundo critérios sociais, econômicos e ambientais;
- deve haver um sistema de planejamento e controle;
- a cooperação internacional deve visar ao intercâmbio científico e tecnológico;
- desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento de recursos humanos deve ser constante;
- quando os rios atravessam ou servem de fronteiras entre países, a cooperação internacional é indispensável;
- **os usuários devem participar da administração da água;**
- a avaliação sistemática dos recursos hídricos de um país é uma responsabilidade nacional (**???**) e recursos financeiros devem ser assegurados para isso e;
- a educação ambiental deve estar presente em toda ação programada.

Historicamente:

A **gestão** ocorre em **países ou regiões** com **reservas comprometidas** (aridez do clima ou da poluição), havendo limitação ao desenvolvimento econômico e social.

A **decisão política** é, normalmente, tomada em condições de escassez d'água.

Somente na década de 60, países como Estados Unidos, França, Alemanha e Grã-Bretanha renovaram suas leis e instituições à procura de maior eficácia na recuperação e conservação dos recursos hídricos.

Quando a escassez é prevista para **médio** ou **longo prazo**, apenas preocupações **conservacionistas** podem levar à gestão dos recursos hídricos.

Em qualquer circunstância o **PÚBLICO** deve conhecer os **CONFLITOS POTENCIAIS** quanto ao uso

Motivação política à discussão e participação nos processos gerenciais de tomada de decisão de uma dada região.

As obras de aproveitamento e controle exigem vultosos investimentos

principalmente para países do porte do Brasil e ainda carentes de infra-estrutura básica.