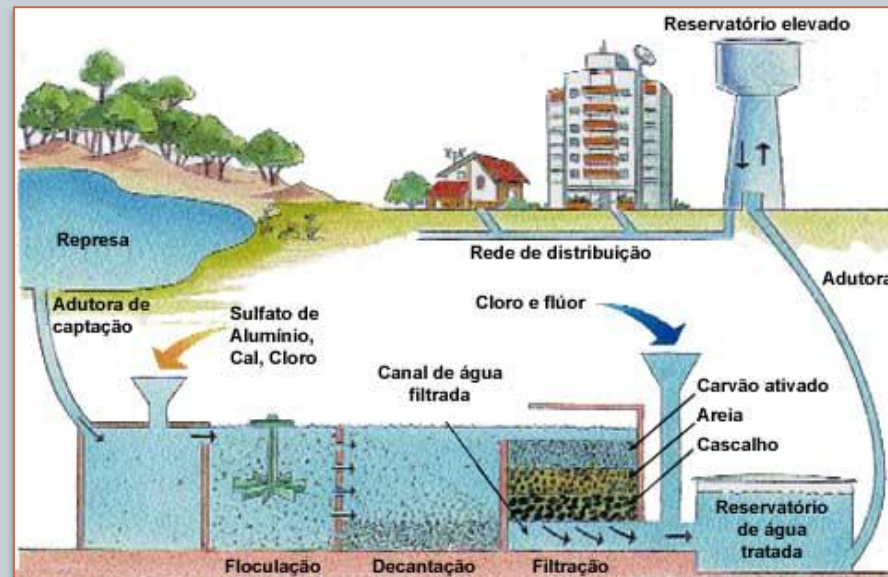


INTRODUÇÃO AO TRATAMENTO DA ÁGUA



PROF. MARGARITA MARÍA DUEÑAS OROZCO
E-MAIL: margarita.unir@gmail.com



ÁGUA E SUA QUALIDADE



- Substância muito complexa
- Excelente solvente
- Águas naturais – impurezas
 - Inócuas
 - Extremamente perigosas



ÁGUA E SUA QUALIDADE



- Características **FÍSICAS**: sólidos na água. Maiores, suspensos ou dissolvidos
- Características **QUÍMICAS**: matéria orgânica (em decomposição) e inorgânica (mineral)
- Características **BIOLÓGICAS**: seres vivos ou mortos presentes na água (organismos macro e microscópicos)

ÁGUA E SUA QUALIDADE



Requisitos de qualidade para consumo doméstico:

- Isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais à saúde
- Adequada para serviços domésticos
- Baixa dureza e agressividade
- Esteticamente agradável e ausência de organismos visíveis

Associação entre os usos da água e os requisitos de qualidade

Uso geral	Uso específico	Qualidade requerida
Abastecimento doméstico de água	Consumo humano, higiene pessoal e usos domésticos	Isentas de substâncias químicas prejudiciais à saúde Adequada para serviços Domésticos Baixa agressividade e dureza Esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor; ausência de micro e macro organismos)
Abastecimento industrial	A água não entra em contanto com o produto (refrigeração, caldeira, etc.)	Baixa agressividade e dureza
	A água entra em contanto com o produto	Variável com o produto
	A água é incorporada ao produto (alimentos, bebida, etc.)	Isenta de substâncias químicas e organismos patógenos Esteticamente agradável
Irrigação	Hortaliças, produtos ingeridos crus ou com casca	Isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais à saúde Salinidade não excessiva
	Demais culturas	Isenta de substâncias químicas prejudiciais ao solo e às plantações Salinidade não excessiva
Dessedentação de animais	----	Isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais à saúde dos animais
Preservação da fauna e da flora	----	Variável com os requisitos ambientais da fauna e da flora que se deseja preservar
Recreação lazer de	Contato primário (contato direto com o meio líquido)	Isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais à saúde Baixos teores de sólidos em suspensão, óleos e graxas
	Contato secundário (não há contato direto com o meio líquido)	Aparência agradável
Geração de energia	Usinas hidrelétricas	Baixa agressividade
	Usinas nucleares ou termelétricas	Baixa dureza
Diluição despejos de	----	----
Transporte	----	Baixa presença de material grosseiro que possa colocar em risco as embarcações
Aquicultura	----	Presença de nutrientes e qualidade compatível com as exigências das espécies a serem cultivadas
Paisagismo e manutenção da umidade do ar e da estabilidade do clima	Estética e conforto térmico	----

PADRÕES DE POTABILIDADE



- Normas de qualidade para as águas de abastecimento.

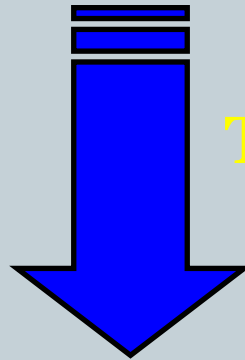
- Normas Nacionais
- Normas Internacionais
 - ✦ O.M.S.
 - ✦ O.P.S



PADRÕES DE POTABILIDADE



Água bruta



Tecnologia disponível

Água potável

Água para consumo humano
PADRÃO DE POTABILIDADE

PADRÕES DE POTABILIDADE



ABASTECIMENTO DOMÉSTICO

ÁGUA DE
CONSUMO



PADRÃO DE
QUALIDADE



Portaria MS Nº
2914 DE
12/12/2011

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

PADRÕES DE POTABILIDADE



- Turbidez
- Cor
- Sabor e odor
- Coliformes
- Fe – Mn – Sulfatos

DOENÇAS RELACIONADAS COM ÁGUA



Transmissão	Doença	Agente Patogênico	Medida
Pela água	Cólera Febre tifóide Leptospirose Giardíase Amebíase Hepatite infecciosa Diarréia aguda	<i>Vibrio cholerae</i> <i>Salmonella typhi</i> <i>Leptospira interrogans</i> <i>Giardia lamblia</i> <i>Entamoeba histolytica</i> <i>Hepatite vírus A</i> Balantidium coli, Cryptosporidium, Bacillus cereus, S. aureus, Campylobacter, E. coli enterotoxogênica e enteropatogênica, Shigella, Yersinia enterocolitica, Astrovírus, Calicivírus, Norwalk, Rotavírus A e B	<ul style="list-style-type: none"> - Implantar sistema de abastecimento e tratamento da água, com fornecimento em quantidade e qualidade para consumo, uso doméstico e coletivo; - Proteção de contaminação dos mananciais e fontes de água;
Pela falta de limpeza, higienização com a água	Escabiose Pediculose (piolho) Tracoma Conjuntivite bacteriana aguda Salmonelose Tricuríase Enterobiase Ancilostomíase Ascaridíase	<i>Sarcoptes scabiei</i> <i>Pediculus humanus</i> <i>Chlamydia trachoma</i> <i>Haemophilus aegyptius</i> <i>Salmonella typhimurium</i> <i>Trichuris trichiura</i> <i>Enterobius vermicularis</i> <i>Ancylostoma duodenale</i> <i>Ascaris lumbricoides</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Implantar sistema adequado de esgotamento sanitário; - Instalar abastecimento de água preferencialmente com encanamento no domicílio; - Instalar melhorias sanitárias domiciliares e coletivas; - Instalar reservatório de água adequado com limpeza sistemática;
Através de vetores que se relacionam com a água	Malária Dengue Febre amarela Filariose	<i>Plasmodium vivax</i> , <i>P. malariae</i> e <i>P. falciparum</i> Grupo B dos arbovírus RNA vírus <i>Wuchereria bancrofti</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminar o aparecimento de criadouros com inspeção sistemática e medidas de controle (drenagem, aterro e outros); - Dar destinação final adequada aos resíduos sólidos;
Associada à água	Esquistossomose	<i>Schistosoma mansoni</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Controle de vetores e hospedeiros intermediários;

DOENÇAS RELACIONADAS COM ÁGUA



Doenças mais comuns, de veiculação hídrica

DOENÇAS	AGENTES CAUSADORES
Febre tifóide	Salmonela tifóide
Febres paratifóides	Salmonelas paratifóides (A, B, C)
Disenteria bacilar	Bacilo disentérico
Disenteria amebiana	Entamoeba histolítica
Cólera	Vibrião de cólera
Diarréia	Enterovírus, E. coli
Hepatite infecciosa	Vírus Tipo A
Giardiose	Giárdia Lamblia

Fonte: Richter, 1991

DOENÇAS RELACIONADAS COM ÁGUA



Principais doenças promovidas por agentes químicos associados à água

Químico	Origem	Manifestações
Arsênio	Metalurgia; manufatura de vidros e fundição.	Câncer (seios paranasais)
Cádmio	Soldas; tabaco; reatores nucleares; baterias e pilhas.	Câncer de pulmões e próstata; lesão nos rins; agente teratogênico
Chumbo	Fabricação e reciclagem de baterias de autos; indústria de tintas; pintura em cerâmica; soldagem.	Saturnismo (cólicas abdominais, tremores, fraqueza muscular, lesão renal e cerebral), agente teratogênico, eleva pressão arterial
Cromo	Indústrias de corantes, esmaltes, tintas, ligas com aço e níquel; cromagem de metais, curtimento de couros, galvanoplastias.	Úlceras cutâneas, inflamação nasal, Asma (bronquite); câncer de pulmão
Mercúrio	Moldes industriais; certas indústrias de cloro-soda; garimpo de ouro; lâmpadas fluorescentes.	Intoxicação do sistema nervoso central, náuseas violentas, vômito, dor abdominal, diarreia com sangue, danos aos rins e até morte
Níquel	Baterias; aramados; fundição e niquelagem de metais; refinarias.	Câncer de pulmão e seios paranasais

ABASTECIMENTO DE ÁGUA



Cartograma 1 - Municípios sem rede geral de abastecimento de água - 2008



21 Mun. (63,3%) – Região Nordeste:
Paraíba (11 municípios)
Piauí (5);

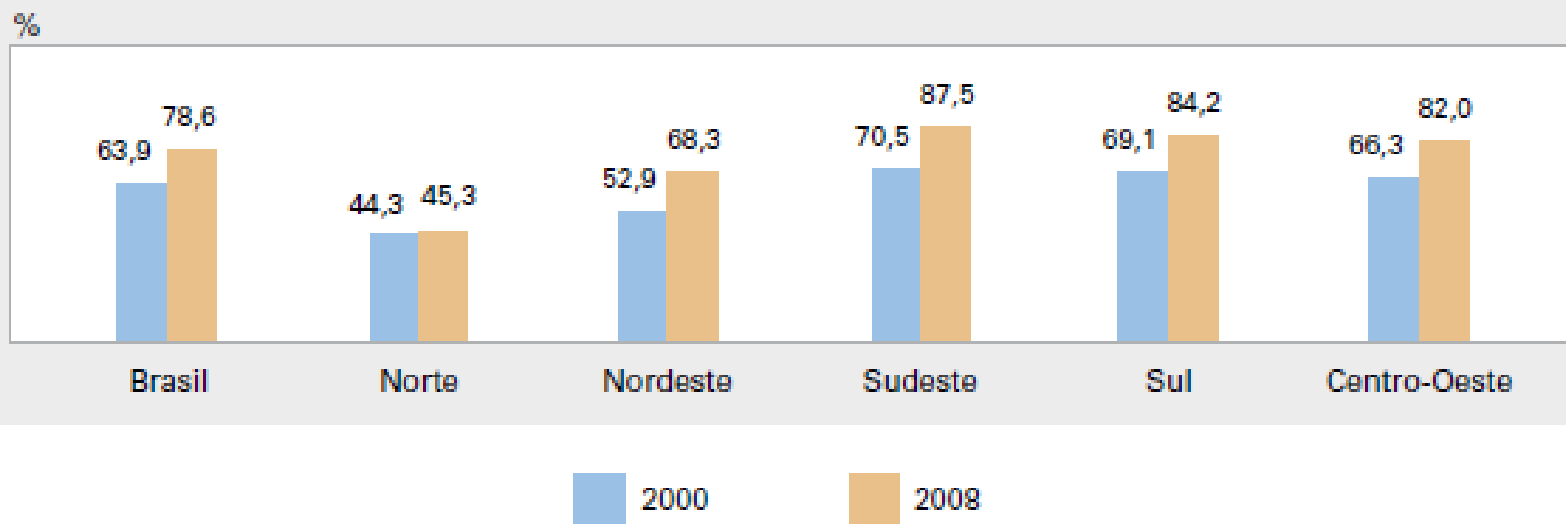
7 Mun. (21,2%) - Região Norte:
Rondônia (4 municípios).

● Municípios sem rede de abastecimento de água

ABASTECIMENTO DE ÁGUA



Gráfico 5 - Domicílios abastecidos de água por rede geral, segundo as Grandes Regiões - 2000/2008

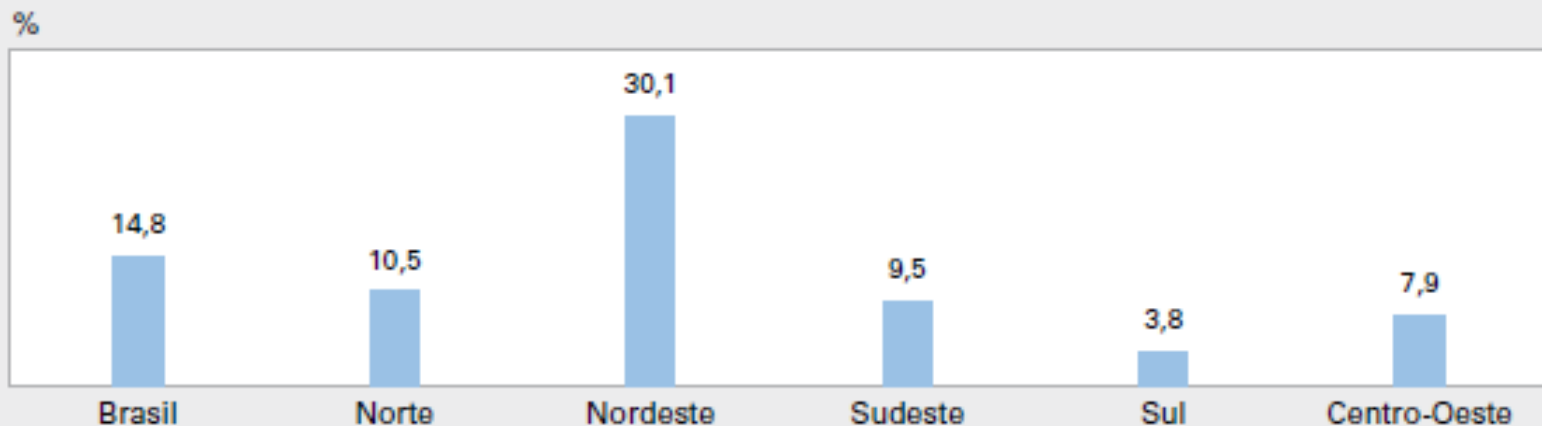


Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000/2008.

ABASTECIMENTO DE ÁGUA



Gráfico 6 - Percentual de municípios que possuem formas alternativas de abastecimento de água, segundo as Grandes Regiões - 2008



Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.

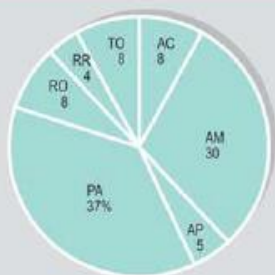
DEMANDA DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO URBANO



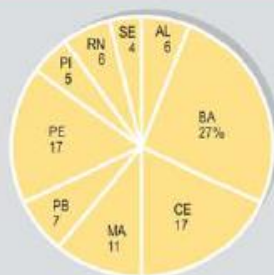
DEMANDAS MÉDIAS PARA ABASTECIMENTO URBANO

Ano	Demanda por Região Geográfica (m³/s)					Total Brasil (m³/s)
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	
2005	34	115	33	247	65	494
2015	45	136	39	275	75	570
2025	54	151	44	298	83	630

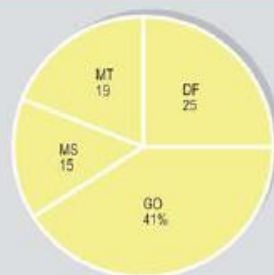
Participação Estadual na Demanda Média Total - Abastecimento Urbano - nas Regiões Geográficas e das Regiões Geográficas na Demanda Média Total Nacional - 2025



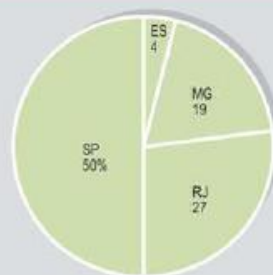
NORTE



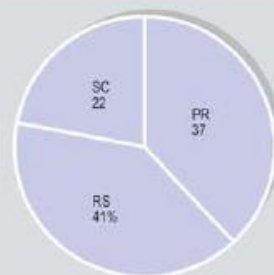
NORDESTE



CENTRO-OESTE



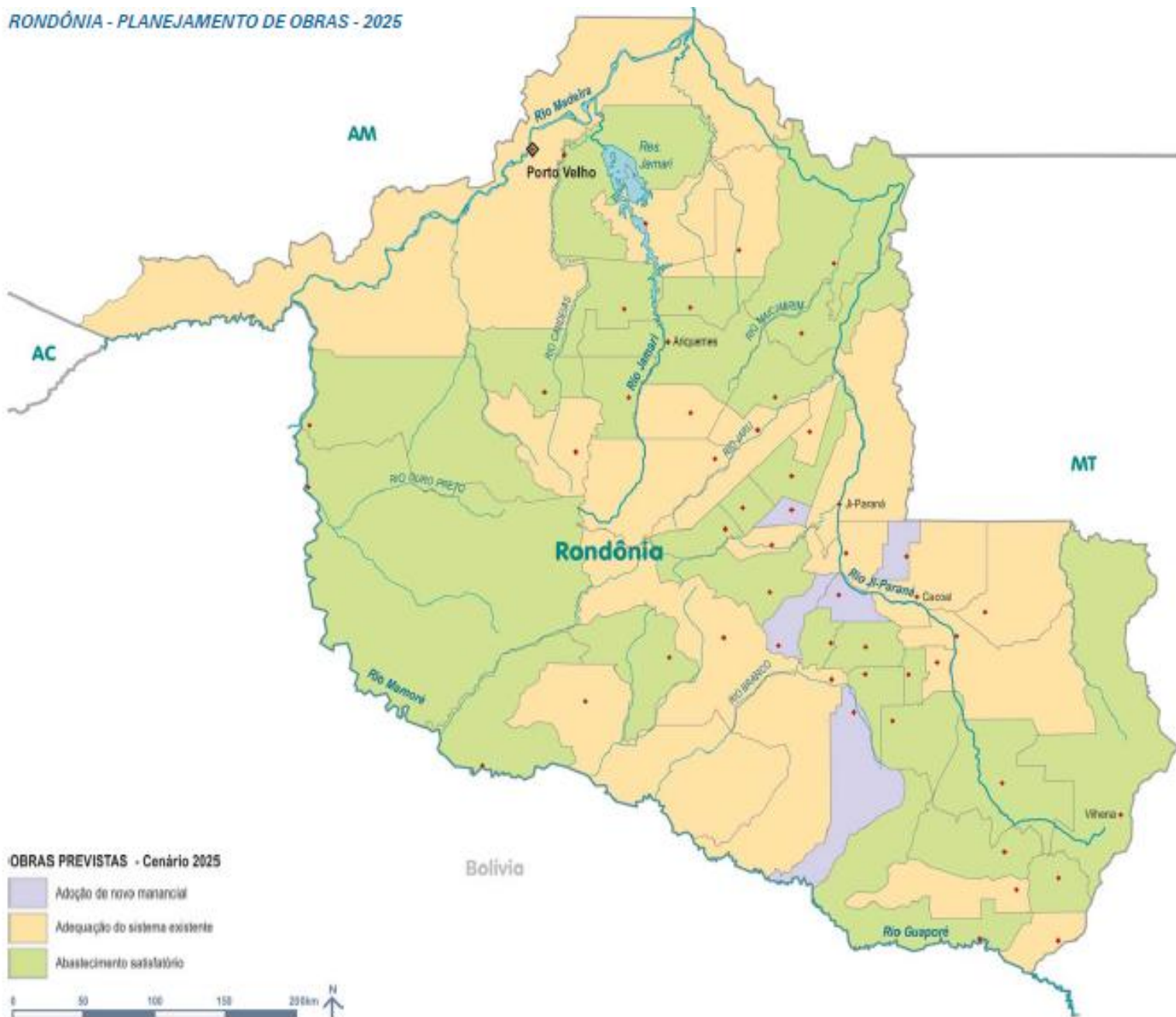
SUDESTE



SUL



BRASIL

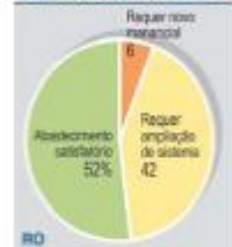


OBRAS PREVISTAS - Cenário 2025

- Adoção de novo manancial
- Adequação do sistema existente
- Abastecimento satisfatório



Avaliação Oferta/Demanda das Sedes Urbanas - 2015



Demanda total - 2025:
4,43 m³/s

ATENDIMENTO

Região	Índice de atendimento com rede (%)				Índice de tratamento dos esgotos (%)	
	Água		Coleta de esgotos		Esgotos gerados	Esgotos coletados
	Total	Urbano	Total	Urbano	Total	Total
	(IN ₀₅₅)	(IN ₀₂₃)	(IN ₀₅₆)	(IN ₀₂₄)	(IN ₀₄₆)	(IN ₀₁₆)
Norte	52,4	62,4	6,5	8,2	14,7	85,3
Nordeste	72,1	89,8	22,1	29,3	28,8	78,1
Sudeste	91,7	96,8	77,3	82,2	43,9	64,3
Sul	87,4	97,4	38,0	44,2	35,1	78,9
Centro-Oeste	88,2	96,3	42,2	48,6	45,9	91,6
Brasil	82,5	93,0	48,6	56,3	39,0	69,4

Nota: para o cálculo do índice de tratamento dos esgotos gerados (IN₀₄₆) estima-se o volume de esgoto gerado como sendo igual ao volume de água consumido.

Níveis de atendimento com água e esgotos dos municípios cujos prestadores de serviços são participantes do SNIS em 2013, segundo região geográfica e Brasil.

Fonte: SNIS, 2013

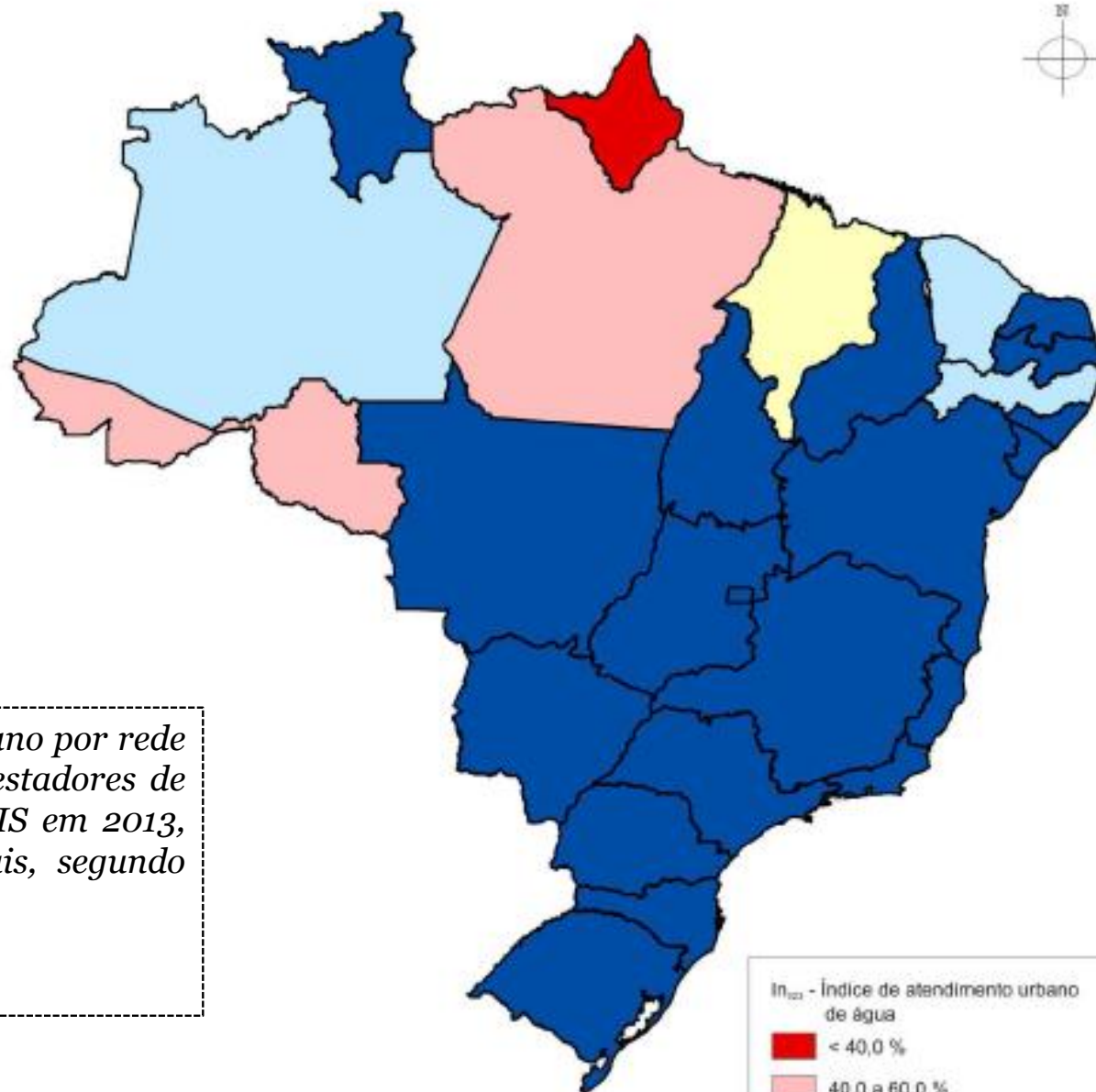
Índice médio de atendimento urbano por rede de água dos municípios cujos prestadores de serviços são participantes do SNIS em 2013, distribuído por faixas percentuais, segundo estado.

Fonte: SNIS, 2013

0137,575 550 825 1.100



Projeção POLICÔNICA
Meridiano Central: -54° W. Gr.



In_{ua} - Índice de atendimento urbano de água

< 40,0 %

40,0 a 60,0 %

60,1 a 80,0 %

80,1 a 90,0 %

> 90,0 %

ABASTECIMENTO DE ÁGUA



PROBLEMAS NOS SAA (OPAS *apud* Brasil, 2004)

- Instalações de abastecimento público ou abastecimento individual em mau estado, com deficiências nos projetos ou sem a adequada manutenção;
- Deficiência nos sistemas de desinfecção de água destinada ao consumo humano com especial incidência em pequenos povoados;
- Contaminação crescente das águas superficiais e subterrâneas por causa de deficiente infra-estrutura de sistema de esgotamento sanitário, ausência de sistema de depuração de águas residuárias, urbanas e industriais e inadequado tratamento dos resíduos sólidos com possível repercussão no abastecimento de água, em área para banhos e recreativas, na irrigação e outros usos da água que interfira na saúde da população

CUIDADOS NA ESCOLHA DO MANANCIAL



- Estudos amplos
 - Qualidade da água
 - Tendências futuras – preservação
 - Condições de segurança



OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO



- Operação hábil
- Brasil: treinamento, credenciamento e carreira de operadores de ETA's – NÃO !
- Influência em critérios de projeto
- Burocracia



TRATAMENTO



OBJETIVO

Condicionar as características da água bruta, a fim de atender a qualidade necessária a um determinado uso.

POTABILIZAÇÃO



ABASTECIMENTO
DOMÉSTICO

TRATAMENTO



Qualidade ajustada de forma a:

- Atender padrões de qualidade
- Prevenir aparecimento de doenças de veiculação hídrica
- Tornar água adequada para serviços domésticos
- Prevenir aparecimento de cárie dentária nas crianças
- Proteger o SAA

TRATAMENTO



Processos de tratamento de água

CLARIFICAÇÃO



Remoção de sólidos

DESINFECÇÃO



Eliminação de
microorganismos

FLUORETAÇÃO



Prevenção de cárie

**CONTROLE DE
CORROSÃO**



Aspectos
econômicos

TRATAMENTO



Processos de tratamento da água

Processos		Objetivos
Mais Frequentes	Menos Frequentes	
Clarificação		Remoção de turbidez, de microrganismos e de alguns metais pesados.
Desinfecção		Remoção de microrganismos patogênicos.
Fluoretação		Proteção da cárie dentária infantil.
Controle de corrosão e/ou de incrustação		Acondicionar a água, de tal maneira a evitar efeitos <i>corrosivos</i> ou <i>incrustantes</i> no sistema abastecedor e nas instalações domiciliares.
	Abrandamento	Redução da dureza, remoção de alguns contaminantes inorgânicos.
	Adsorção	Remoção de contaminantes orgânicos e inorgânicos, controle de sabor e odor.
	Aeração	Remoção de contaminantes orgânicos e oxidação de substâncias inorgânicas, como o Fe e o Mn.
	Oxidação	Remoção de contaminantes orgânicos e de substâncias inorgânicas, como o Fe e o Mn.
	Tratamento com membranas	Remoção de contaminantes orgânicos e inorgânicos.
	Troca iônica	Remoção de contaminantes inorgânicos.

Fonte: Barros *et al.*, 1995

DEFINIÇÃO DA TECNOLOGIA DE TRATAMENTO



- Características da água bruta
- Custos de implantação, manutenção e operação
- Manuseio e confiabilidade dos equipamentos
- Flexibilidade operacional
- Localização geográfica e características da comunidade
- Disposição final do lodo

CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA BRUTA



- Físicas, químicas e biológicas
- Alterações das características decorrentes da ocupação da bacia hidrográfica



CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA BRUTA



- Alterações das características decorrentes dos fenômenos naturais na bacia hidrográfica
 - ✓ Tipo de solo
 - ✓ Tipo de cobertura vegetal



CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA BRUTA



- Classificação das águas em função dos **usos**

Classificação	Tratamento requerido
Classe especial	Desinfecção
Classe 1	Tto. Simplificado
Classe 2	Tto. convencional
Classe 3	Tto. Convencional
Classe 4	Águas para usos menos exigentes

Fonte: CONAMA 357 de 2005

CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

IMPLANTAÇÃO

- Obras civis
- Terreno
- Equipamentos
- Meio filtrante
- Outros

**VARIAÇÕES
SIGNIFICATIVAS
DE ETA PARA ETA**

CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO



OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

- Energia elétrica
- Pessoal operacional e administrativo
- Manutenção e reparo de equipamentos
- Produtos químicos

Custo estimado da produção de água tratada no País: entre R\$ 0,10 a 0,50 por m³

CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

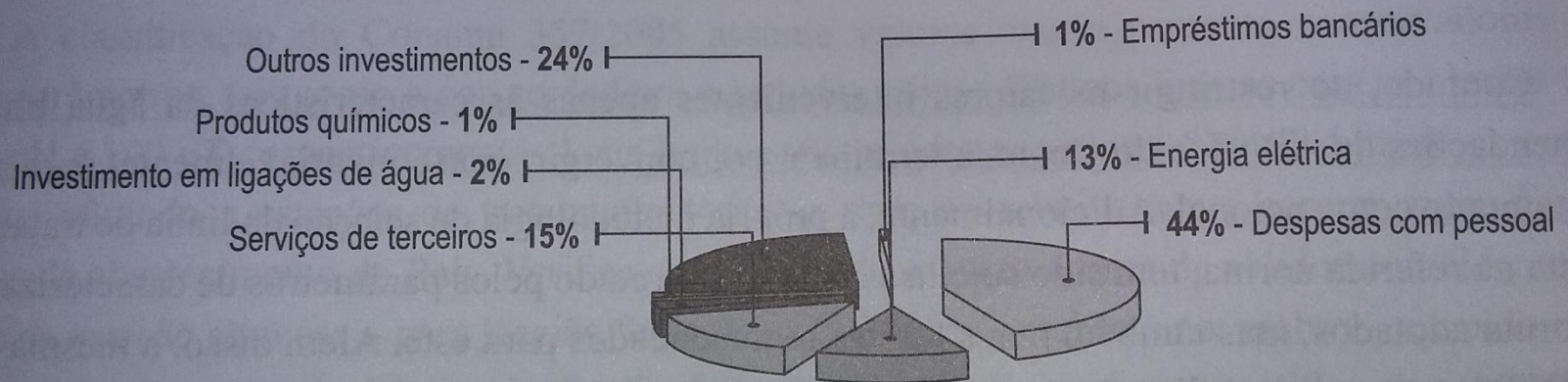


Figura 6.1. Exemplo de discriminação das despesas de uma autarquia municipal no estado de Minas Gerais.

Fonte: Libânio, 2010

CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO



*Há intrínseca relação entre as ações de proteção à **bacia hidrográfica** na qual o manancial se insere, os gastos com os produtos químicos (e de operação como um todo) necessários à potabilização e mesmo a própria qualidade da água tratada.*

LIBÂNIO, 2006

CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

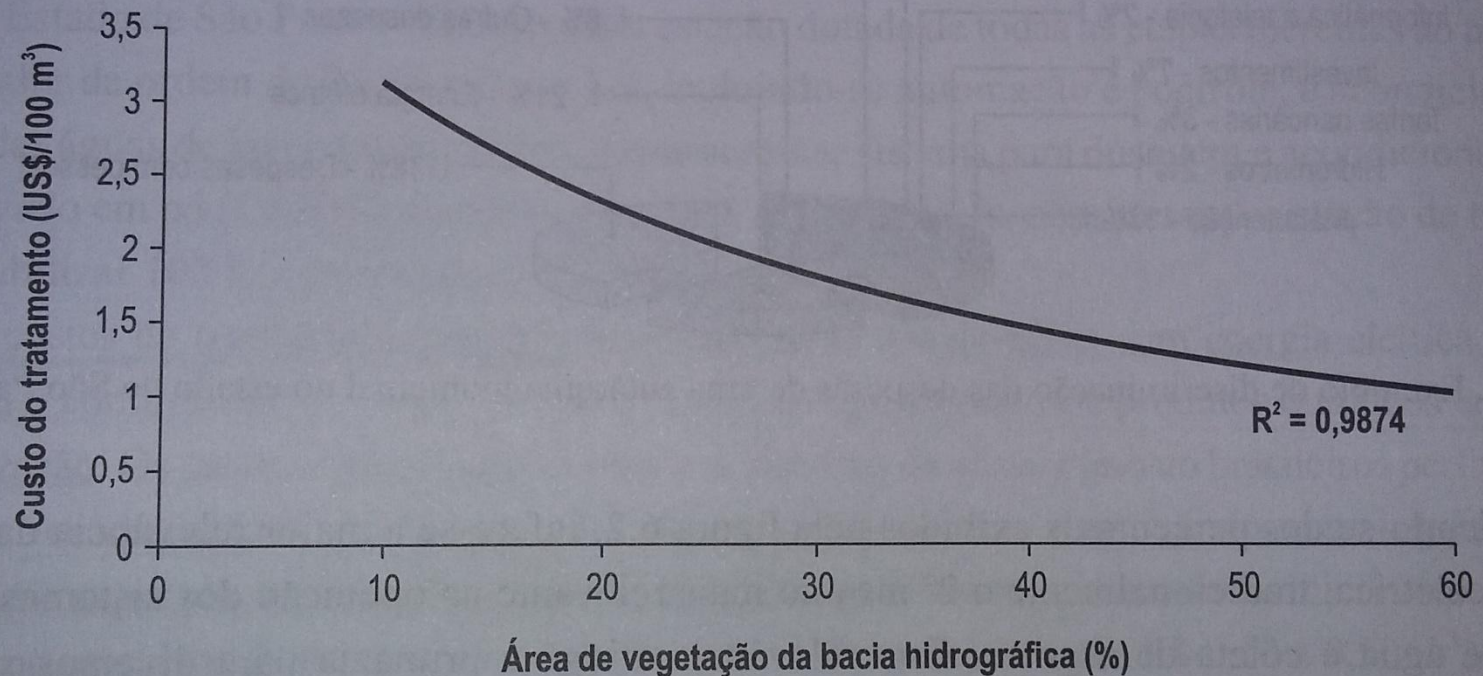


Figura 6.3. Custo operacional do tratamento em função da área preservada da bacia hidrográfica.

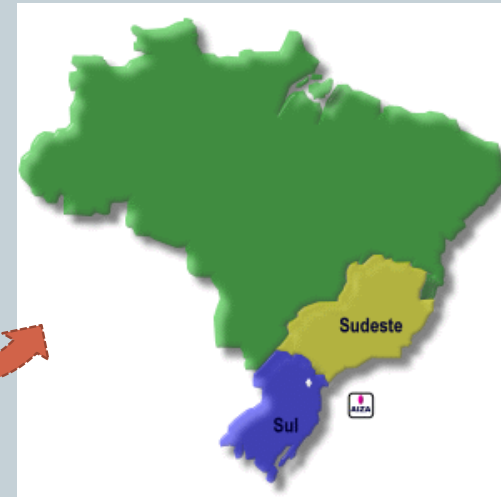
Fonte: Ernst, 2004 *apud* Libânio, 2010

MANUSEIO E CONFIABILIDADE DOS EQUIPAMENTOS

PROCESSOS DE
AUTOMAÇÃO



ETA'S
Pequeno
Médio
Grande



MANUSEIO E CONFIABILIDADE DOS EQUIPAMENTOS

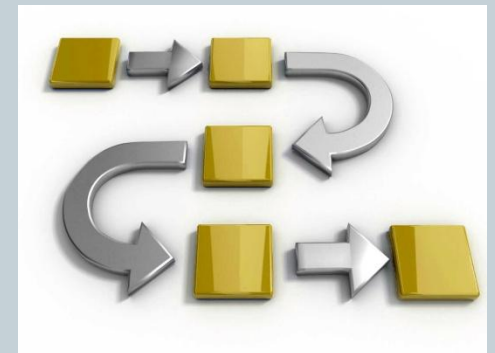


- **Monitoramento da potabilização:**
 - Confiabilidade na dosagem de produtos químicos
 - Confiabilidade no monitoramento
 - Redução de despesas com pessoal
 - Redução de gasto com energia elétrica
 - Minimização de perdas, por meio de um maior controle dos níveis dos reservatórios e das pressões nas redes (sistema de distribuição)

FLEXIBILIDADE OPERACIONAL



- Relevância por:
 - Variações das características da água bruta
 - Possíveis avarias dos equipamentos
 - Futuras alterações nos padrões de potabilidade



FLEXIBILIDADE OPERACIONAL



ESTIAGEM

Turbidez baixa
Cor elevada (*)

CHUVA

Turbidez alta
Cor baixa(*)

RESERVATÓRIOS

Variações menos
relevantes

FLEXIBILIDADE OPERACIONAL



- Relevância por:
 - As conseqüências das alterações no desempenho da estação relacionam-se, em muitos casos, às variações da vazão afluyente, mudanças bruscas das características da água bruta, devido ao aporte de sólidos - suspensos ou dissolvidos - ou ao florescimento de algas

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA



- Facilidade de acesso e transporte
- Disponibilidade de energia elétrica
- Disponibilidade de terreno com área suficiente para futuras ampliações
- Custo razoável do terreno
- Cota topográfica favorável para a adução
- Condições topográficas e geológicas satisfatórias

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA



ETA's de pequeno porte

TENDÊNCIA

Apresentam água tratada de qualidade inferior

LOCALIZAÇÃO

Áreas onde a qualidade da água bruta é melhor

Fatores:

- Menor frequência de monitoramento
- Menor confiabilidade no monitoramento
- Manuseio de equipamentos
- Pessoal não qualificado

DISPOSIÇÃO DO LODO



- UNIDADES DE MAIOR PORTE

- Exigências:

- ✦ Acondicionamento do lodo gerado
- ✦ Perspectiva de reaproveitamento das águas de lavagem dos filtros

Fatores a serem avaliados na definição da tecnologia e nos custos de implantação e operação das unidades

DISPOSIÇÃO DO LODO



**Soluções
possíveis**

Confecção de tijolos
Reaproveitamento do coagulantes
UNIDADES DE DECANTAÇÃO

A necessidade do acondicionamento e/ou tratamento do lodo e das águas de lavagem dos filtros relaciona-se à disponibilidade hídrica da região e do uso do curso de água a jusante.

Libânio, 2010

CONSIDERAÇÃO FINAL



- *“Pode-se potabilizar qualquer tipo de água, no entanto, os riscos sanitários e os custos envolvidos no tratamento de águas contaminadas, podem ser muito elevados, exigindo cada vez o emprego de técnicas mais custosas e sofisticadas, motivo pelo qual deve-se priorizar ações de proteção dos mananciais”.*
 - *Tratamento: “remoção de contaminantes aos menores custos de implantação, operação e manutenção, gerando o menor impacto ambiental nas áreas circunvizinhas”.*
- *Libânio, 2010*

BIBLIOGRAFIA



- ANA. Atlas Brasil: Abastecimento urbano de água: Panorama nacional. V 1. Brasília: Cobrape, 2010.
- ANA. Atlas Brasil: Abastecimento urbano de água: Resultados por estado. V 2. Brasília: Cobrape, 2010.
- BARROS, R.T.V et al. **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.
- HELLER, L.; PADUA, V.L. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2^a Edição. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010.
- LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.
- RICHTER, C. A. Tratamento de água: tecnologia atualizada. São Paulo: Blucher, 1991.

ATIVIDADE



- **AULA:** Leitura em duplas: "Unesco propõe 'solução verde' para melhorar gestão da água no mundo".
 - Consolidação em grupos
- **CASA:**
 - *pH*
 - *Turbidez*
 - *Cor*
 - *Condutividade Elétrica*
 - *Coliformes Totais*
 - *Coliformes Fecais*



LEITURA COMPLEMENTAR



- **CASA:** Leitura das páginas 135 a 146 do livro: LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.
- *Livro na Biblioteca*
- *Cópias disponíveis na xerocadora da Unir.*