

## 6. ESTIMATIVA DE CUSTOS PARA ATENDIMENTO DAS NECESSIDADES DE SANEAMENTO BÁSICO

### 6.1. Introdução

O presente capítulo destina-se a estabelecer a ordem de grandeza dos investimentos necessários ao suprimento da demanda de saneamento básico para o país, com base nas informações demográficas e ordens de magnitude apontadas nos capítulos anteriores. Até aqui, este trabalho procurou descrever as mudanças havidas na cobertura do saneamento básico, além de dimensionar as necessidades atuais. Este capítulo leva esse esforço um passo adiante, tentando avaliar que recursos seriam necessários para atender a essas necessidades, em curto e médio prazos.

Para este fim, foram elaboradas diferentes hipóteses de como esse atendimento poderia se dar. As hipóteses foram concebidas exclusivamente para a obtenção de valores agregados totais em situações de atendimento distintas, que não guardam referência com nenhum tipo de estratégia e/ou planejamento de eventual implementação. São, portanto, valores indicativos do esforço financeiro global necessário para o atendimento das necessidades de saneamento básico.

Além da simplificação assumida no estabelecimento das hipóteses de atendimento, deve-se ter presente que a precariedade das informações disponíveis sobre o nível de atendimento de serviços de saneamento, aliada às grandes diferenças que coexistem no país, seja no que se refere a padrões de atendimento, seja quanto aos crescimentos localizados, exigem cuidados suplementares na leitura dos valores obtidos. Trata-se, portanto, de exercício que, embora tenha o mérito de ter sido desenvolvido a partir de premissas verdadeiras, com custos unitários criteriosos-

mente estimados, não corresponde a nenhuma proposta concreta de investimentos, já que não se ocupou do exame das estratégias possíveis de implantação de programa de suprimento à demanda detectada.

O capítulo é dividido em subitens. O primeiro faz uma série de considerações referentes a possíveis soluções, do ponto de vista da engenharia sanitária, onde são levantadas as diferentes hipóteses adotadas para abastecimento de água, esgotamento sanitário e limpeza pública. O segundo trata dos custos unitários dessas hipóteses. A última parte apresenta as estimativas de custos derivadas da aplicação das diversas hipóteses subjacentes a este exercício.

### 6.2. Soluções de engenharia

A expansão dos serviços de saneamento básico à população atualmente não atendida pode ser obtida com duas estratégias distintas.

A primeira consiste em estabelecer metas de atendimento progressivo, onde serão colocados os serviços de forma completa. No caso do abastecimento público de água nas áreas urbanas, pode-se estabelecer como metas:

- abastecer 30% da população hoje fora do sistema nos cinco primeiros anos; 60% ao final de dez anos; e 100% ao cabo de 15 anos;
- em todas as etapas, fornecer água em qualidade e sem reprimir demanda;
- dotar as residências, em todas as etapas, de instalação hidráulica;

lica mínima para satisfazer o consumo de água e as necessidades de higiene e conforto de uma família.

Como segunda estratégia de ação, pode-se estabelecer padrões de atendimento, que serão melhorados por etapas. As metas de atendimento, em compensação, serão mais amplas em termos de população atendida. Como exemplos dessa segunda estratégia, podem ser consideradas como metas de abastecimento público de água:

- atender com sistema simplificado de distribuição (abastecimento por chafarizes públicos) 60% da população urbana hoje não atendida por sistemas públicos de água potável, nos cinco primeiros anos; 90% nos oito primeiros anos; e 100% em dez anos;
- atender com sistema de distribuição completo (com ligações domiciliares), 100% da população hoje fora dos sistemas públicos de água, em 15 anos;
- dotar as residências hoje fora dos sistemas públicos de água, de instalações domiciliares adequadas, com a seguinte sequência de atendimento: em cinco anos, 60% delas com, no mínimo, reservatórios para guardar com segurança a água; em dez anos, 100% com, no mínimo, reservatórios para guardar com segurança a água; em 15 anos, 100% das residências com instalação hidráulica mínima para satisfazer o consumo de água e as necessidades de higiene e conforto de uma família.

Para os serviços de esgotos sanitários e de coleta de lixo podem ser,

da mesma forma, propostas duas estratégias diferentes. Uma com metas de atendimento mais modestas, mas com serviços completos. Outra, com metas que atingirão, em prazos menores, parcelas maiores de população, com serviços inicialmente simplificados, para melhorá-los progressivamente.

Sobre a opção a ser adotada, alguns aspectos devem ser ponderados. Inicialmente deve ser considerado que a imensa maioria da população que está fora do atendimento por serviços de saneamento básico tem baixo nível de instrução e pouca experiência com equipamentos sanitários adequados. Assim, a colocação desses serviços à sua disposição, para que tragam os benefícios esperados em termos de melhoria dos níveis de saúde pública, deverá ser acompanhada de programa paralelo de educação sanitária, que os instrua sobre como utilizar adequadamente esses serviços. A colocação inicial de serviços simplificados, a serem gradativamente melhorados, poderia servir como um processo de formação da necessária educação sanitária para bem utilizá-los.

Para que a população use plenamente os serviços públicos de água e esgotos, é necessária a implantação de instalações internas mínimas nas residências. Essas instalações, pelo baixo nível de renda da maioria da população que se quer atingir, terão também que ser financiadas.

Ao se implantar sistemas completos de abastecimento de água, com ligações domiciliares, sem restrição de consumo, forçoso é implantar logo em seguida sistema coletor de esgotos, sob pena de se ter águas servidas escorrendo pelas vias públicas, com graves riscos sanitários. Os investimentos concomitantes seriam, portanto, muito pesados.

Assim, parece que a estratégia de se graduar a forma de atendimento, aumentando sua qualidade ao longo do tempo, seria mais recomendável. Além disso, nada impede que as duas estratégias sejam adotadas, dependendo do local, dos recursos disponíveis e da população a

ser atendida. A grande diversidade cultural, econômica e física do Brasil talvez recomende algum tipo de composição dessas estratégias.

### 6.2.1. Abastecimento de água

Caso se opte pela melhoria gradativa dos serviços para a universalização do atendimento, as etapas de implantação dos sistemas de abastecimento de água deverão ser as seguintes: fornecimento de água potável através de chafarizes e torneiras públicas; fornecimento de água através de ligações domiciliares com limitadores de consumo; e fornecimento de água por ligações domiciliares com hidrômetros.

No caso do fornecimento de água potável através de chafarizes e torneiras públicas, o consumo *per capita* de água nessa primeira etapa será bastante reduzido, já que haverá necessidade de se buscar a água em chafarizes públicos, que podem estar situados a até 200m das residências. Estima-se em 50 litros por pessoa o consumo de água nessa fase.

A instalação predial mínima necessária para esse atendimento resume-se a um depósito residencial de água. O depósito, no qual a família colocará a água necessária para um dia de consumo, poderá consistir em um tambor ou mesmo de uma caixa d'água de 500 litros, que servirá para implantação da etapa posterior.

O sistema público consistirá, por sua vez, de: sistema produtor, com capacidade para fornecer água com consumo *per capita* reduzido; reservatório de distribuição, construído para atender a 1/3 do consumo diário da população atendida; e adutoras e rede de distribuição, construída até os anéis principais, nos quais serão instalados os chafarizes.

No que se refere aos sistemas produtor e distribuidor, é importante que sua implantação se dê, nesta etapa, de forma a permitir seu

integral aproveitamento nas etapas posteriores. Assim, unidades como as adutoras e anéis principais das redes de distribuição devem ser dimensionadas para a etapa final. A economia que será feita nesta fase deverá ocorrer na modulação de unidades de decantação e filtração de estações de tratamento de água e de reservatórios de distribuição, e no fato de não se implantar ramais de distribuição da rede e ligações domiciliares.

No caso do fornecimento de água através de ligações domiciliares com limitadores de consumo, deverá ocorrer aumento do consumo *per capita* para cerca de 100 litros por pessoa por dia, por haver disponibilidade de água nas residências. Consumos acima desse valor poderão ser evitados através da instalação de limitadores de consumo, do tipo pena d'água, ao invés de medidores<sup>9</sup>.

Para essa forma de atendimento, a instalação predial mínima necessária é composta de uma caixa d'água de 500 litros, um lavatório, uma pia de cozinha, um chuveiro e um vaso sanitário com caixa de descarga.

O sistema público, por sua vez, deverá ter ampliadas as seguintes unidades: capacidade de produção de água (no caso de poços subterrâneos, escavação de mais poços), módulos de floculação e decantação da estação de tratamento de água, de forma a dobrar sua capacidade de produção, construção de mais um módulo de reservatório de distribuição, implantação dos ramais da rede de distribuição e implantação das ligações domiciliares, colocando limitadores de vazão (pena d'água).

Para o fornecimento de água por ligações domiciliares com hidrômetros, última fase de implantação do sistema, não deverá haver in-

---

<sup>9</sup> Segundo E. Yassuda, o consumo *per capita* essencial para satisfazer as necessidades mínimas de uma pessoa será composto, basicamente, de: alimentação (bebida e cozinha), 10 l; lavagem de roupa, 10 l; banho e lavagem de mãos, 25 l; instalações sanitárias, 15 l; outros usos, 15 l; perdas e desperdícios, 25 l; total, 100 l.

terferência do poder público nas instalações domiciliares, uma vez que o mínimo necessário já foi implantado na fase anterior. As ampliações das possibilidades de consumo ficarão, de agora em diante, por conta das necessidades e capacidade de investimento do próprio usuário, dependendo do tamanho de sua família e de sua renda, por exemplo.

No que se refere ao sistema público, prevê-se, ao retirar os limitadores de consumo das ligações domiciliares, que o consumo médio *per capita* de água suba para algo entre 150 e 200 litros por habitante por dia, aí incluídos os consumos públicos, comerciais e de pequenos estabelecimentos industriais, como padarias, açougues, restaurantes, etc.

Nesse caso, serão necessárias as seguintes ampliações no sistema público: unidades de produção de água bruta, módulos de floculação, decantação e filtração da estação de tratamento de água, módulos de reservatório de distribuição, e troca dos limitadores de consumo por hidrômetros. Nesta fase, a água passará a ser cobrada de acordo com o consumo medido, aumentando os custos de exploração do sistema. Essa cobrança é importante como meio de se evitar desperdícios.

Em todas as etapas é fundamental um trabalho paralelo de educação sanitária e de conscientização para o valor da água e da necessidade de se usá-la racionalmente. Nesse sentido, devem ser verificados, por exemplo, se os usuários mantêm bóias de nível em suas caixas d' água, para evitar desperdícios, se as caixas d' água são mantidas limpas e protegidas, se não estão ocorrendo perdas de água por depredação das instalações públicas, se existem ligações clandestinas de água, etc.

### 6.2.2. Esgotamento sanitário

A implantação dos sistemas de esgotos sanitários deve ser coe-

rente com os de água, para que os benefícios do primeiro não sejam diminuídos pelas deficiências ou ausência do segundo.

O sistema de esgotos deve assegurar que as águas servidas não prejudiquem a saúde pública, como veiculadoras de doenças, e o meio ambiente, como fonte de poluição das águas. Assim, o abastecimento de água através de ligações domiciliares deve vir acompanhado, obrigatoriamente, de um sistema eficiente de coleta e destinação final dos esgotos. Nesse sentido, as etapas do sistema de esgotos sanitários serão concomitantes com as de água.

Para o caso do abastecimento de água através de chafarizes públicos, não havendo água em quantidade suficiente para gerar volumes consideráveis de esgotos, serão suficientes soluções individuais de esgotamento sanitário. Nesse caso, as instalações domiciliares mínimas serão soluções simples, como fossa seca, não se prevendo necessidade de instalações mais sofisticadas, como bacias sanitárias, etc. Quanto ao sistema público, não haverá necessidade de nenhuma instalação nessa primeira fase. A disposição dos dejetos dar-se-á em fossa seca. Para o caso de abastecimento através de ligações domiciliares com limitadores de consumo, as instalações domiciliares deverão ser destinadas a dar vazão aos esgotos gerados por uma bacia sanitária, um lavatório e uma pia de cozinha.

Quanto ao sistema público, considera-se que nessa fase, onde o solo apresentar boas condições de percolação, deve-se adotar soluções de disposição dos esgotos no solo. Essas soluções poderão ser: fossa séptica individual, seguida de sumidouro ou de valas de infiltração; fossa coletiva ou tanque Imhoff, seguida de valas de infiltração; fossa coletiva ou tanque Imhoff, seguida de valas de filtração, com posterior lançamento em um corpo d' água, se houver condições.



Haverá casos em que a disposição no solo será inconveniente, ou em que o corpo hídrico receptor exigirá tratamento. Nesses casos, deverá ser implantado, já nessa fase de atendimento, o sistema completo de coleta, tratamento e disposição final dos esgotos, como enumerado na fase seguinte.

Para o caso do abastecimento de água sem limitação de consumo, as instalações prediais não deverão ser objeto de financiamento pelo poder público, pois o mínimo necessário para garantir condições sanitárias adequadas já foi implantado na etapa anterior. As ampliações que dizem respeito apenas à melhoria do nível de conforto ficarão por conta da disponibilidade de recursos próprios e necessidades dos moradores.

No que se refere ao sistema público, antes de sua implantação deve-se verificar se podem permanecer os sistemas individuais de disposição dos esgotos. Em casos como lotes amplos, solos com boas condições de percolação e não-uso do lençol freático para abastecimento de água, as soluções individuais da etapa anterior podem perfeitamente prevalecer.

No caso de necessidade de sistema público, ele terá os seguintes componentes principais: ligações domiciliares de esgotos; rede coletora, que recebe as ligações domiciliares; coletores troncos e interceptores, que reúnem os esgotos das redes coletoras, concentrando-os em locais determinados; estações elevatórias, nos casos de necessidade de transposição de bacias de drenagem; emissários, para conduzir os esgotos até o local de tratamento ou de destino final; estação de tratamento, cuja tecnologia, dimensões e sofisticação dependerão de condições específicas de localização, disponibilidade de área, capacidade de autodepuração do corpo receptor e recursos financeiros, dentre outros fatores.

### 6.2.3. Serviços de limpeza urbana

Os serviços de limpeza urbana incluem a varrição de vias e logradouros públicos, a coleta do lixo doméstico e comercial e o tratamento e destino final do lixo coletado.

Para extensão desses serviços à grande parcela da população urbana brasileira que hoje não tem acesso a eles, de forma a otimizar o uso dos recursos aplicados, deve-se partir dos seguintes pressupostos:

- envolvimento comunitário, principalmente no que se refere à varrição de calçadas e vias públicas e ao adequado acondicionamento do lixo antes de sua coleta;
- emprego de meios de transporte, para coleta, de acordo com as disponibilidades e conveniências locais;
- tratamento e destinação do lixo conforme fatores locais, como disponibilidade e custo de solo, distâncias dos locais de disposição final, mercado para reciclados e para composto orgânico, dentre outros;
- tratamento sanitário adequado ao lixo, inclusive quanto aos lixos especiais, como o hospitalar, tóxicos, etc.

Como no caso dos serviços de água e esgotos, é fundamental o desenvolvimento de programas efetivos de educação sanitária e de envolvimento comunitário.

### 6.2.3.1. Varrição

Os moradores deverão assumir a tarefa de manter limpas as frentes de suas moradias. O lixo varrido deverá ser colocado em recipientes fornecidos pelo serviço municipal de limpeza urbana.

Os investimentos e serviços a cargo do setor público deverão ser: colocação de recipientes para receber o lixo resultante da varrição - pode-se prever, por exemplo, o fornecimento de um recipiente para cada dez famílias, ou cerca de 50 pessoas; complementação dos serviços de varrição, como o das ruas de maior tráfego e das praças públicas; recolhimento periódico, a cada dois dias, por exemplo, do material acumulado nos recipientes; tratar e dar destino final ao lixo coletado no processo de varrição; orientar e fiscalizar o trabalho comunitário de varrição.

### 6.2.3.2. Serviço de coleta de lixo

A coleta do lixo urbano constitui-se, talvez, na parte mais onerosa do serviço de limpeza urbana, por envolver, muitas vezes, operações complexas de planejamento e execução de transporte, investimentos em veículos coletores, etc.

Como meio de se reduzir os custos da coleta, pode-se optar por distribuir *containers* ao longo de rotas, afastados no máximo de 200m das residências. Os moradores encarregar-se-ão de levar o lixo até os *containers*, a partir dos quais será feita a coleta pública. Esse procedimento proporcionará economia de transporte, com menos desgaste dos veículos coletores, redução do tempo despendido em cada rota de coleta, etc.

Em locais onde ainda são utilizados veículos a tração animal e cujo volume de lixo produzido não justifica a aquisição de um cami-

nhão coletor, podem ser utilizadas carroças para transporte do lixo até os locais de tratamento ou destino final.

A racionalização das atividades de coleta, como a implantação de estações de transferência nos casos de médias e grandes cidades, visando otimizar o uso dos veículos coletores, é objetivo que deve ser perseguido.

Os investimentos e serviços a cargo da população deverão ser: aquisição de recipientes para lixo domiciliar (tambor plástico e sacos para lixo, que podem ser substituídos por sacos de compras, usados); e colocação do lixo nos locais apropriados para ser apanhado pelo veículo coletor.

Os investimentos e serviços a cargo do setor público deverão ser: aquisição de veículos coletores; implantação, quando for o caso, de estações de transferência ou de recepção de lixo; colocação de *containers* para recepção de lixo, quando se optar por concentrar os pontos de coleta; e efetuar a coleta do lixo, no mínimo, a cada dois dias.

### 6.2.3.3. Tratamento e disposição final do lixo

A forma de tratamento e disposição final do lixo dependerá de uma série de fatores locais, valendo citar: a disponibilidade e o custo de terrenos, em locais próximos às áreas urbanas, para a implantação de aterros sanitários; a existência de mercado para produtos reciclados do lixo, como metais (sucatas), papel e papelão, vidros e plásticos em geral; e a existência de mercado para composto orgânico, de uso na agricultura como condicionador de solo (solos locais com baixos teores de matéria orgânica).

Nas regiões metropolitanas, com carência de terrenos e alto custo do solo, podem ser viáveis formas de tratamento que implicam reciclagem de materiais aproveitáveis e produção de composto orgânico. A compostagem do lixo, em usinas especialmente construídas, reduzirá os volumes a

serem remetidos aos aterros a dimensões muito pequenas. Além disso, a parcela a ser aterrada será de materiais inertes e de matéria orgânica estabilizada, que não produzirão chorume ou outros inconvenientes.

Nas cidades médias e pequenas ou nos bairros isolados de áreas metropolitanas, onde exista mercado para reciclados e para composto orgânico, podem ser adotadas soluções mais simples de separação de recicláveis (catação em bandejas, por exemplo) e de compostagem (compostagem por enleiramento, por exemplo).

Nas cidades onde não sejam viáveis a separação de recicláveis e a produção de composto, os aterros sanitários são a solução mais adequada para a disposição do lixo, se houver áreas disponíveis. Os aterros sanitários não podem ser confundidos com os lixões - simples depósitos de lixo -, que devem ser eliminados dos centros urbanos, por constituírem graves focos de poluição do solo e da água e criadouros de insetos e roedores vetores de doenças.

A disposição do lixo nos cursos d'água (córregos, rios, lagos, etc.) ou no mar, embora seja solução utilizada em boa parte das cidades brasileiras, deve ser eliminada, pelos graves prejuízos ao meio ambiente e pelos riscos a que expõe a saúde pública.

### 6.3. Custos unitários

A estimativa dos custos unitários médios de serviços de saneamento básico - abastecimento de água potável, esgotos sanitários e limpeza urbana - apresenta uma série de dificuldades, decorrentes, dentre outros, dos seguintes fatores:

- grande diversidade de soluções, em função de características regio-

nais, como tipo de manancial, disponibilidade de corpo receptor para os efluentes, disponibilidade de área para disposição de lixo, etc.

- tamanho dos centros urbanos - grandes cidades podem apresentar deseconomias de escala ou complexidade urbana capazes de encarecer significativamente seus sistemas;
- diversidade de soluções técnicas e de critérios e parâmetros dos projetos;
- capacidade gerencial e técnica dos responsáveis pelos investimentos e administração dos sistemas;
- o fato de raramente os projetos se referirem a centros urbanos completos, partindo-se quase sempre de situações de atendimento pelo menos parcial, tanto em termos quantitativos como qualitativos.

Para se estimar os custos dos sistemas de saneamento básico, procurou-se obter custos unitários *per capita*, referentes ao custo de atendimento de um habitante e custos unitários de produção, ou seja, o custo de se produzir um metro cúbico de água ou coletar e tratar um metro cúbico de esgotos, por exemplo.

### 6. 3.1. Investimentos *per capita* em sistemas de água e esgotos

Para obtenção dos custos médios de investimentos em sistemas de abastecimento de água e de esgotos recorreu-se às seguintes fontes:

- levantamento dos investimentos *per capita* efetuados pelas empresas estaduais de saneamento, publicados nos Cabes<sup>10</sup>;
- publicações diversas, apresentando custos médios de investimentos e operação;
- casos específicos, que serviram de parâmetro de comparação ou de base de estimativa;
- no caso de instalações domiciliares, partiu-se da hipótese de instalações mínimas necessárias para cada fase de investimento.

Os dados dos Cabes permitiram obter valores médios de investimentos em sistemas de abastecimento de água e de esgotos sanitários, da ordem de US\$ 90,00 e US\$ 60,00, respectivamente, por habitante, considerando o valor de compra do dólar de 1976. Cabe ressaltar que os valores nem sempre foram coerentes, havendo casos de grandes discrepâncias dentro da mesma região ou até no mesmo estado, de ano para ano. Os valores apresentados pelos Cabes constam das Tabelas 6.1 e 6.2.

Sobre os dados obtidos nos Cabes, cabem as seguintes ressalvas: em algumas cidades, principalmente nas capitais, estavam sendo realizados investimentos maciços na ampliação de sistemas produtores, cuja população beneficiada já era abastecida, ainda que precariamente. E os sistemas de esgotos não incluíam, com raras exceções, as estações de tratamento, o que os tornava muito baratos.

---

10 Cabes - Catálogo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1976, 1977, 1981, 1986/89, 1990 e 1994.

**Tabela 6.1**

**Brasil - Investimentos *per capita* em sistemas de abastecimento de água efetuados por empresas estaduais de saneamento - 1976, 1977 e 1981**

ESTADO	1976		1977		1981	
	CAPITAL	INTERIOR	CAPITAL	INTERIOR	CAPITAL	INTERIOR
AMAPÁ	-	-	-	-	2.80	4.26
RONDÔNIA	-	-	-	-	31.01	41.39
AMAZONAS	4.49	11.43	2.82	7.05	25.95	2.31
ACRE	-	-	0.17	-	2.27	1.99
PARÁ	1.14	2.17	1.77	3.35	9.00	6.41
MARANHÃO	5.03	2.72	31.88	2.70	37.06	29.88
PIAUÍ	3.12	0.94	1.25	1.15	-	-
CEARÁ	-	-	3.46	-	-	-
R.G. DO NORTE	-	4.22	1.12	1.46	0.11	1.55
PARAIBA	0.32	0.75	2.42	-	65.60	10.91
PERNAMBUCO	2.27	2.26	2.31	1.65	4.52	27.96
ALAGOAS	1.22	3.90	-	3.33	21.53	19.62
SERGIPE	0.18	3.68	12.97	13.51	1.00	14.15
BAHIA	2.10	3.70	4.96	3.79	16.16	1.19
GOIÁS	6.62	9.98	-	-	40.43	6.52
M. GROSSO	2.18	1.55	-	-	6.84	12.74
M.G. DO SUL	-	-	-	-	36.29	26.67
D. FEDERAL	11.08	-	3.28	-	23.42	-
M. GERAIS	3.83	3.46	3.79	3.79	-	-
E. SANTO	5.79	1.19	1.97	2.59	-	-
R. JANEIRO	0.25	1.94	0.24	1.76	5.25	5.24
SÃO PAULO	-	-	-	-	-	-
PARANÁ	1.64	1.44	1.28	1.42	6.53	14.28
S.CATARINA	0.96	3.48	0.71	2.26	35.03	8.31
R.G. DO SUL	-	4.11	-	-	-	3.33
MÉDIA	3.07	3.49	4.76	3.55	18.46	12.56

**Fonte:** Cebes 1977, 1978 e 1982.



**Tabela 6.2**

**Brasil - Investimentos *per capita* em sistemas de esgotos sanitários realizados pelas empresas estaduais de saneamento**

ESTADO	1976		1977		1981	
	CAPITAL	INTERIOR	CAPITAL	INTERIOR	CAPITAL	INTERIOR
AMAPÁ	-	-	-	-	3.64	-
RONDÔNIA	-	-	-	-	-	-
AMAZONAS	2.23	1.00	2.30	-	9.55	-
ACRE	-	-	-	-	-	-
PARÁ	4.00	-	-	-	0.56	-
MARANHÃO	3.88	5.66	15.00	3.93	23.00	3.50
PIAUÍ	3.07	-	-	-	-	-
CEARÁ	-	-	8.48	7.66	-	-
R.G. DO NORTE	-	1.93	12.80	3.16	0.54	6.70
PARAÍBA	1.11	1.53	4.40	-	22.50	16.66
PERNAMBUCO	7.78	7.79	7.78	3.12	3.97	20.16
ALAGOAS	1.94	-	8.98	-	6.80	4.90
SERGIPE	5.13	1.48	10.57	2.50	-	-
BAHIA	2.43	4.07	14.79	9.14	0.53	0.14
GOIÁS	-	-	-	-	10.86	8.42
M. GROSSO	2.17	2.18	-	-	-	-
M.G. DO SUL	-	-	-	-	30.00	35.00
D. FEDERAL	13.87	-	5.03	-	34.58	-
M. GERAIS	6.44	5.10	2.15	2.15	-	-
E. SANTO	-	-	0.43	6.26	-	-
R. JANEIRO	-	-	0.25	1.77	3.54	3.54
SÃO PAULO	-	-	-	-	-	-
PARANÁ	7.85	3.95	4.35	3.04	11.13	23.92
S. CATARINA	11.11	4.82	11.11	4.82	28.19	30.03
R.G. DO SUL	-	10.22	5.21	9.50	14.86	14.09
MÉDIA	5.22	4.14	7.10	4.75	12.76	13.92

Fonte: Cabes 1977, 1978 e 1982.

Dados levantados pelo Banco Nacional da Habitação (BNH) estimavam os investimentos *per capita* em sistemas públicos de água e esgotos em 7UPC e 14UPC, respectivamente<sup>11</sup>. À época, uma UPC (unidade padrão de capital) valia cerca de US\$ 13,00, o que permite estimar esses valores em US\$ 91,00 e US\$ 182,00, respectivamente, isto em valores de 1980. Considerando a perda de poder aquisitivo do dólar entre 1980 e 1994, pode-se estimar esses valores, para 1994, em US\$ 103,00 e US\$ 206,00, respectivamente.

Deve-se lembrar que medidas de controle de perdas de água, inclusive micromedicação, só começaram a ser implementadas a partir de 1982, quando o BNH constatou uma enorme demanda de financiamentos para a ampliação de sistemas produtores. Assim, deve-se acrescentar a esses valores os custos correspondentes à instalação de hidrômetros, hoje considerada essencial para racionalizar o consumo de água. Cada instalação de hidrômetro custa, em média, cerca de US\$ 40,00.

A observação dos dados das tabelas 6.1 e 6.2 mostra que:

- os picos de custos referem-se, normalmente, a estados do Nordeste;
- existem picos de custos, como os verificados em Mato Grosso do Sul, que refletem investimentos específicos (no caso, a consolidação de Campo Grande como capital do estado);
- existem diferenças típicas de região para região, refletindo, ao que tudo indica, sistemas produtores mais ou menos caros, de-

---

<sup>11</sup> Rego Monteiro, José Roberto A. P. - A Posição do Brasil Face à Década da Água - Engenharia Sanitária, V. 20:4, out./dez. - 1981, ABES, Rio de Janeiro.

pendendo da disponibilidade e do tipo dos mananciais.

Fica claro, pelos dados das tabelas, que os custos de investimentos variam de região para região e diferem quando se trata de populações das capitais (grandes cidades) ou do interior, onde predominam as pequenas e médias cidades.

Como já foi observado, os custos médios de sistemas de esgotos referem-se, de um modo geral, apenas às redes coletoras.

### **6.3.2. Custos unitários de produção - água**

Os custos dos sistemas públicos de abastecimento de água são formados basicamente pelas seguintes parcelas: custo do sistema produtor - captação, bombeamento de água bruta, adução e tratamento; custo do sistema de reservação - reservatórios de distribuição; custo da rede de distribuição - adutoras de água tratada, estações de recalque intermediárias, e rede de distribuição propriamente dita; e custo das ligações domiciliares e dos hidrômetros.

Destes itens, os únicos que variam significativamente de região para região são os relativos ao sistema produtor. Para os demais, o único fator que pode afetar os custos, para mais ou para menos, é o frete de materiais como tubulações, cimento, etc.

Assim, em termos de grandes regiões, devem ser considerados os seguintes aspectos relevantes que influem nos custos de investimentos em sistemas de abastecimento de água:

- na Região Norte, há facilidades de mananciais superficiais, com alturas de bombeamento normalmente baixas, com as fontes de

água próximas aos locais de consumo; para as cidades de pequeno porte, pode-se recorrer a fontes como poços tipo Amazonas, com boa qualidade da água;

- na Região Nordeste agravam-se as possibilidades de mananciais, havendo escassez de água, com longos percursos de adução e com problemas de qualidade da água próximo aos grandes centros consumidores;
- na Região Centro-Oeste há facilidade de mananciais, porém predominam alturas elevadas de bombeamento da água; os custos de tratamento são normalmente baixos;
- nas Regiões Sudeste e Sul, para os grandes centros consumidores, predominam situações em que a qualidade da água obriga a busca de mananciais a grandes distâncias, com problemas de qualidade das águas.

Embora reconhecendo a pouca consistência dos dados disponíveis, adotou-se como custo médio de investimento *per capita* em abastecimento de água cerca de US\$ 152,00, valor este coerente com os dados do Cabes (atualizados para 1994) e com a média proposta pelo BNH em 1981.

Como variação regional do valor médio, adotaram-se os seguintes critérios:

- aplicou-se um redutor de 10% para a Região Norte, em função das facilidades de produção de água;

- aplicou-se um multiplicador de 15% para a Região Nordeste, devido às dificuldades citadas de obtenção de água;
- para as Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, adotou-se redutor de 15%, em função das facilidades que oferecem em termos de disponibilidade de materiais, proximidade das indústrias, meios de transportes, mão-de-obra, etc.

Sabe-se que o investimento *per capita* varia também de acordo com o tamanho das comunidades servidas. A experiência tem mostrado que há uma notável economia de escala, principalmente nos investimentos em sistemas produtores, de adução, tratamento e reservação de água. Por outro lado, o crescimento acelerado das cidades provoca o surgimento de problemas como a poluição de mananciais, o encarecimento da implantação de redes, devido às interferências com outras infra-estruturas, etc. Levando-se em conta tais fatores, considerou-se como ideais, proporcionando o máximo de economia de escala, as cidades com população entre 100.000 e 500.000 habitantes. Para populações maiores e menores que essa faixa, adotaram-se multiplicadores entre 5% e 20%.

### **6.3.2.1. Custos unitários de operação**

Os custos unitários de operação foram obtidos com base nos dados do Cabes de 1994, tanto nos custos de produção das empresas estaduais de saneamento, como nos de serviços municipais de água e esgotos. Os dados apresentados pelo Cabes referem-se a custos totais, ou seja, não separam abastecimento de água de serviços de esgotos sanitários.

**Tabela 6.3**

**Custos unitários de investimentos em sistemas públicos de abastecimento de água - Fornecimento de água por torneiras públicas**

Tamanho	CUSTO (US\$)					
	R. Norte		R. Nordeste		R. C.Oeste/Sudeste/Sul	
	<i>P. Capita</i>	P/M³.dia	<i>P. Capita</i>	P/M³.dia	<i>P. Capita</i>	P/M³.dia
<20.000	107.20	821.00	137.00	1049.00	95.30	729.50
20.001 a 50.000	98.30	752.50	125.60	961.50	87.40	669.00
50.001 a 100.000	93.801	718.00	119.90	917.50	83.40	638.50
100.001 a 300.000	89.40	684.00	114.20	874.00	79.50	608.00
300.001 a 500.000	93.80	718.00	119.90	917.50	83.40	638.50
500.001 a 1.000.000	98.30	752.50	125.60	961.50	87.40	669.00
>1.000.000	107.20	821.00	137.00	1049.00	95.3	729.50

**Tabela 6.3a**

**Custos unitários de investimentos em sistemas públicos de abastecimento de água - Fornecimento de água por torneiras públicas**

Tamanho	CUSTO (US\$)					
	R. Norte		R. Nordeste		R. C.Oeste/Sudeste/Sul	
	<i>P. Capita</i>	P/M³.dia	<i>P. Capita</i>	P/M³.dia	<i>P. Capita</i>	P/M³.dia
<20.000	131.80	821.00	168.40	1049.00	117.10	729.50
20.001 a 50.000	120.80	752.50	154.40	961.50	107.40	669.00
50.001 a 100.000	115.30	718.00	147.30	917.50	102.50	638.50
100.001 a 300.000	109.80	684.00	140.30	874.00	97.60	608.00
300.001 a 500.000	115.30	718.00	147.30	917.50	102.50	638.50
500.001 a 1.000.000	120.80	752.50	154.40	961.50	107.40	669.00
>1.000.000	131.80	821.00	168.40	1049.00	117.10	729.50

**Tabela 6.3b**

**Custos unitários de investimentos em sistemas públicos de abastecimento de água - Fornecimento de água por torneiras públicas**

Tamanho	CUSTO (US\$)					
	R. Norte		R. Nordeste		R. C.Oeste/Sudeste/Sul	
	<i>P. Capita</i>	P/M <sup>3</sup> .dia	<i>P. Capita</i>	P/M <sup>3</sup> .dia	<i>P. Capita</i>	P/M <sup>3</sup> .dia
<20.000	164.20	821.00	209.80	1049.00	145.90	729.50
20.001 a 50.000	150.50	752.50	192.30	961.50	133.80	669.00
50.001 a 100.000	143.60	718.00	183.50	917.50	127.70	638.50
100.001 a 300.000	136.80	684.00	174.80	874.00	121.60	608.00
300.001 a 500.000	143.60	718.00	183.50	917.50	127.70	638.50
500.001 a 1.000.000	150.50	752.50	192.30	961.50	133.80	669.00
>1.000.000	164.20	821.00	209.80	1049.00	145.90	729.50

**Obs.:** Os custos de investimentos por unidade de volume foram estimados sempre para a situação de abastecimento sem restrição de consumo, já que a redução de consumo não reflete nos custos unitários de produção.



### 6.3.2.2. Custos das instalações prediais mínimas de água

a) para abastecimento por meio de torneiras públicas: um reservatório de 500 litros - US\$ 94,00/residência, ou US\$ 18,80/pessoa;

b) abastecimento com limitador de vazão: caixa d'água de 500l; uma pia de cozinha; uma bacia sanitária; um lavatório; um tanque de lavar roupa. Custo estimado de US\$ 500.00/residência, ou US\$ 100.00/pessoa;

c) para abastecimento sem restrição de consumo, as melhorias e ampliações das instalações domiciliares serão efetuadas pelos próprios moradores, de acordo com suas possibilidades financeiras e o tamanho da família. Portanto, não se prevê custos adicionais de financiamento para essas melhorias e ampliações.

### 6.3.3. Custos unitários dos serviços de esgotos sanitários

#### 6.3.3.1. Custos de investimento

Além dos dados dos Cabes e da média estimada pelo BNH em 1981, foram utilizados como base para a estimativa dos custos de sistemas de esgotos sanitários os orçamentos do sistema da cidade-satélite de Samambaia, no Distrito Federal. O sistema de Samambaia foi projetado para uma população de 360.000 habitantes, tendo todos os itens que compõem um sistema de esgotos sanitários, como: ligações domiciliares; rede coletora condominial e pública; coletores troncos; interceptores; estação de tratamento; e emissário final.

A estação de tratamento fica a cerca de três quilômetros da cidade, distância bastante representativa em relação às médias e grandes cidades brasileiras. Os custos *per capita* de cada item foram, assim, orçados em:

**Tabela 6.4**

**Custos de operação das empresas estaduais de saneamento  
1991/1992**

ESTADO	CUSTO OPERACIONAL (US\$/M3)		ÍNDICE DE ATENDIMENTO (%)			
			1991		1992	
	1991	1992	ÁGUA	ESGOTOS	ÁGUA	ESGOTOS
AMAZONAS	0.46	0.90	89.77	3.55	90.17	3.66
PARÁ	0.44	1.02	63.95	3.73	64.79	3.64
RONDÔNIA	0.81	0.42	66.52	1.25	38.85	1.17
RORAIMA	0.79	0.38	92.69	8.60	95.30	9.55
TOCANTINS						
ALAGOAS	0.97	0.53	75.57	11.64	74.58	11.38
BAHIA	0.58	0.73	72.69	11.91	73.93	8.44
CEARÁ	0.09	0.01	59.61	10.85	57.63	10.49
MARANHÃO	0.50	0.45	70.81	13.36	73.15	14.51
PARAIBA	0.51	0.54	87.03	19.10	90.23	19.98
PERNAMBUCO	0.39	0.39	91.47	18.97	90.73	18.67
PIAUÍ	4.89	0.44	92.88	4.05	90.18	3.93
R. G. DO NORTE	0.30	0.32	84.81	9.35	83.10	10.45
SERGIPE	0.41	0.42	88.52	10.58	89.96	11.01
D. FEDERAL	0.59	0.59	100.00	100.00	92.98	79.29
GOIÁS	0.30	0.38	74.29	31.87	76.61	33.13
MATO GROSSO	0.47	0.41	82.12	10.05	75.58	8.18
M. G. DO SUL	0.44	0.50	85.06	7.49	89.84	8.30
E. SANTO	0.30	0.36	97.00	28.73	98.81	29.67
MINAS GERAIS	0.26	0.28	96.99	63.23	95.00	63.15
R. DE JANEIRO	0.27	0.32	94.89	56.96	93.96	57.34
SÃO PAULO	0.36	0.44	88.53	71.01	89.85	72.29
PARANÁ	0.32	0.37	88.77	24.30	91.96	25.33
STA. CATARINA	0.44	0.52	89.81	26.39	93.39	27.50
R. G. DO SUL	0.57	0.75	88.45	18.20	90.01	18.16
MÉDIA	0.46	0.48				

**Fonte:** Cables XVII - 1992/1992.

**Tabela 6.5**

**Custos operacionais de sistemas municipais de água e esgotos**

Cidade	POPULAÇÃO ATENDIDA (1000 hab)				Despesas	Custo Operacional <i>Per capita</i>
	UF	Água	Esgotos	5 Trat. Esgotos	US\$ 1.000/ano	
COLATINA	ES	78.00	59.00	0.00	1.301,538	16.69
BARBACENA	MG	102.00	80.00	0.00	1.446,494	14.18
GUANHÃES	MG	16.00	10.00	0.00	178,908	11.18
P. DE CALDAS	MG	104.00	97.80	0.00	2.027,420	19.49
UBERABA	MG	233.00	220.00	0.00	4.896,008	21.01
VIÇOSA	MG	44.00	39.10	0.00	4.024,444	23.28
BAÍA DA TRAIÇÃO	PB	5.40	0.00	0.00	26,319	4.87
ALAGOINHA	PB	9.40	0.00	0.00	21,004	2.23
RIBEIRÃO	PE	35.00	0.00	0.00	237,668	6.79
PELOTAS	RS	243.4	127.40	24.00	6.518,948	26.78
JARAGUÁ DO SUL	SC	70.0	.000	0.00	782,261	11.18
JAÇABA	SC	44.00	0.50	0.00	514,513	11.69
CAMPINAS	SP	818.60	718.40	4.20	12.243,234	14.96
GUARATINGUETÁ	SP	92.00	83.00	0.00	154,563	1.68
OURINHOS	SP	76.00	73.50	100.00	1.200,786	15.80
STO. ANDRÉ	SP	637.00	0.00	0.00	38.512,892	60.46
S. B. CAMPO	SP	536.00	430.00	1.00	31.438,232	58.65
S. CAETANO SUL	SP	180.00	180.00	0.00	N	N

**Tabela 6.6****Custos operacionais de sistemas de abastecimento de água**

População	US\$/Hab.Ano	US\$/M <sup>3</sup>
< 20.000	35.04	0.48
20.001 a 50.000	33.58	0.46
50.001 a 100.000	30.66	0.42
100.001 a 300.000	29.20	0.40
300.001 a 500.000	26.28	0.36
500.001 a 1.000.000	23.36	0.32
> 1.000.000	20.44	0.28

- ligações prediais: US\$ 6.81;
- ramais da rede coletora condominial: US\$ 49.56;
- rede pública: US\$ 38.16;
- coletores troncos: US\$ 1.85;
- interceptores: US\$ 38.39; e
- estação de tratamento composta por série de lagoas de estabilização: US\$ 16.74.

No caso de Samambaia, tem-se um total de US\$ 134.77 por habitante somente para o sistema coletor. Em boa parte das médias e grandes cidades, certamente será impraticável a utilização de lagoas de estabilização como processo de tratamento dos esgotos, dada a escassez de terreno e o alto custo do solo, principal fator limitante para o uso desse sistema de tratamento. Tendo como base estimativas de custos apresen-

tadas por IMHOFF<sup>12</sup>, atualizadas para 1994, avalia-se em cerca de US\$ 75.00 o custo *per capita* de um sistema convencional de esgotos, do tipo lodos ativados. Com esse tipo de tratamento, o custo *per capita* médio subiria para cerca de US\$ 210.00.

Da mesma forma como acontece com os sistemas de abastecimento de água, os custos dos sistemas de esgotos variam conforme uma série de fatores, dentre os quais cabe destacar:

- a disponibilidade de corpo receptor com grande capacidade de diluição, permitindo a adoção de processos simplificados de tratamento;
- a topografia da área a ser atendida, que pode exigir ou não estações elevatórias para transposição de bacias;
- o tamanho da cidade, que pode tornar mais ou menos complexo o sistema coletor;
- a disponibilidade de terreno e sua proximidade, para implantação da estação de tratamento;
- o tipo de solo, que pode influir nos custos de implantação do sistema coletor (custos de escavação); etc.

---

12 IMHOFF, Karl e Klaus R. - Manual de Tratamento de Águas Residuárias, tradução da 26ª edição alemã, feita por MAX LOTHAR HESS, Ed. Edgard Blücher LTDA., 1986, São Paulo - SP.

Assim, para se estabelecer os custos unitários dos sistemas de esgotos, assumiu-se o valor médio *per capita* de US\$ 210.00, fazendo-se as diferenciações que se seguem.

### A) Em relação às regiões:

- a Região Norte dispõe de facilidades em termos de corpos receptores de grandes capacidades de diluição, podendo-se ali adotar predominantemente sistemas mais simplificados de tratamento;
- a Região Nordeste, nos casos de médias e grandes cidades, tem carência de corpos receptores, exigindo tratamento dos esgotos a níveis mais avançados, com emissários mais longos;
- a Região Centro-Oeste está em uma situação intermediária entre as Regiões Norte e a Nordeste;
- as Regiões Sul e Sudeste, em suas grandes e médias cidades, têm dificuldades de locais para implantação de sistemas de tratamento, exigindo, dadas as condições de poluição de seus recursos hídricos, investimentos mais pesados em relação ao tratamento dos esgotos.

### B) Em relação ao tamanho das cidades:

- as pequenas cidades têm seus custos reduzidos pela ausência de grandes interceptores e pela possibilidade de adoção de siste-

mas simplificados de coleta e tratamento, inclusive sistemas individuais, como fossas e sumidouros;

- as médias cidades podem adotar, em muitos casos, sistemas mais econômicos de tratamento, como as lagoas de estabilização, estando seus custos, nessa área, num patamar intermediário;
- para as grandes cidades, predominarão os sistemas convencionais de tratamento, de custos mais elevados.

Com base nesses princípios, foram adotados valores máximos para as grandes cidades, aplicando-se redutores de 5% a 50%, dependendo do tamanho das cidades, como mostra a Tabela 6.7.

**Tabela 6.7**

**Custos unitários de investimento dos sistemas de esgotamento sanitário**

População	R. Norte US\$/Hab.	R. Nordeste US\$/Hab.	R. Centro/Sul US\$/Hab.	R. Sudeste/Sul US\$/Hab.
< 20.000	105.00	120.00	112.50	120.00
20.001 a 50.000	126.00	144.00	135.000	144.00
50.001 a 100.000	147.00	168.00	157.50	168.00
100.001 a 300.000	168.00	192.00	180.00	192.00
300.001 a 500.000	189.00	216.00	202.50	216.00
500.001 a 1.000.000	199.50	228.00	213.75	228.00
> 1.000.000	210.00	240.00	225.00	240.00

Os custos operacionais dos sistemas de esgotos sanitários foram estimados com base nos seguintes critérios:

- custo médio dos sistemas sem tratamento ou com tratamento simplificado, ou por lagoas de estabilização: US\$ 6.00 por habitante por ano;
- custo médio dos sistemas com tratamento convencional, tipo lodos ativados: US\$ 13.00 por habitante por ano.

Com base nesses dados, montou-se a tabela 6.8, fazendo-se as reduções de acordo com as regiões e os tamanhos das populações a serem servidas.

Os custos de instalações prediais essenciais de esgotos foram estimados conforme a hipótese de abastecimento de água, chegando-se aos seguintes valores:

- para abastecimento com torneiras públicas, custo de uma fossa seca ou latrina: US\$ 200.00/residência, ou US\$ 40.00/habitante;
- hipótese de fossa séptica e sumidouro, US\$ 473.00/residência ou US\$ 94.69/habitante;
- hipótese de ligação domiciliar de esgotos, US\$ 260.00/residência, ou US\$ 52.00/habitante.

Com base nesses valores, adotaram-se os seguintes valores médios de custos de instalações domiciliares de esgotos, em função das hi-



**Tabela 6.8**

**Custos operacionais dos sistemas públicos de esgotos sanitários**

População	R. Norte Custo US\$/Hab.Ano	R. Nordeste Custo US\$/Hab.Ano	R. Centro/Sul US\$/Hab.Ano	R. Sudeste/Sul US\$/Hab.Ano
< 20.000	6.00	6.00	6.00	6.00
20.001 a 50.000	6.00	7.30	6.20	7.30
50.001 a 100.000	6.00	8.60	7.30	8.60
100.001 a 300.000	6.00	9.90	8.40	9.90
300.001 a 500.000	6.00	11.20	9.50	11.20
500.001 a 1.000.000	6.00	12.35	10.45	12.35
> 1.000.000	6.00	13.00	11.00	13.00

póteses de fornecimento de água:

- para abastecimento através de torneiras públicas, para todas as faixas de população: US\$ 40.00/habitante;
- para abastecimento através de limitadores de consumo, para todas as faixas de população, média entre fossa séptica e sumidouro e ligação domiciliar: US\$ 73.30/habitante.

A estimativa dos custos de coleta, tratamento e disposição final do lixo doméstico teve como base as seguintes fontes:

- preços médios de coleta praticados nas médias e grandes cidades;

- orçamento estimativo de custos do sistema de limpeza urbana de Manaus, atualmente em elaboração;
- custos apresentados por Haddad<sup>13</sup>, referentes ao processamento e disposição de lixo doméstico.

Com base nas fontes citadas, obteve-se a tabela 6.9, que apresenta a composição média dos custos de coleta, tratamento e disposição do lixo.

Como custo básico de coleta, tomou-se o valor de US\$ 25,00/tonelada, supondo-se nele incluídas as amortizações de investimentos.

As estimativas de custos, em função das populações das cidades, foram efetuadas mediante as hipóteses que se seguem.

**Tabela 6.9**

**Composição de custos de tratamento e disposição do lixo urbano**

Tipo de solução	Investimento (US\$/t.dia)	Operação US\$/t
Compostagem por enleiramento	6.800,00	8,50
Compostagem acelerada	27.200,00	14,50
Aterro sanitário a menos de 50 km	3.830,00	3,40
Aterro sanitário com estações de transferência	7.660,00	8,50

---

13 HADDAD, José Felício - Processamento e disposição de resíduos sólidos - Revista Engenharia Sanitária - V. 21.1 - jan./mar.1982.

A) Para cidades com mais de 1.000.000 de habitantes:

- 50% de compostagem acelerada, 50% de aterro sanitário, com estações de transferência, custo de coleta de US\$ 25,00/t.

B) Para cidades com população entre 500.000 e 1.000.000 de habitantes:

- 40% de compostagem acelerada, 40% de aterro sanitário com estações de transferência, 20% de aterro sanitário a menos de 50km e custo de coleta de US\$ 22,50/t.

C) Para cidades com população entre 300.000 e 500.000 habitantes:

- 35% de compostagem acelerada, 35% de aterro sanitário com estações de transferência, 30% de aterro sanitário a menos de 50km e custo de coleta de US\$ 20,00/t.

D) Para cidades com população entre 100.000 e 300.000 habitantes:

- 30% de compostagem acelerada, 30% de aterro sanitário com estações de transferência, 40% de aterro sanitário a menos de 50km e custo de coleta de US\$17,50/t.

E) Para cidades com população entre 50.000 e 100.000 habitantes:

- 60% de compostagem por enleiramento, 40% de aterro sanitário a menos de 50km e custo de coleta de US\$15,00/t.

F) Para cidades com população entre 20.000 e 50.000 habitantes:

- 20% de compostagem por enleiramento, 80% de aterro sanitário a menos de 50km e custo de coleta de US\$12,50/t.

G) Para cidades com população menor que 20.000 habitantes:

- 100% de aterro sanitário a menos de 50km e custo de coleta de US\$10,00/t.

Não foram consideradas diferenças de custos em função das regiões geográficas. Para efeito de estimativa dos custos por habitante considerou-se produção média de 0,40 kg de lixo por pessoa por dia.

**Tabela 6.10**

**Estimativa de custos de coleta, tratamento e disposição do lixo urbano**

População	Custo de coleta (US\$/ton)	Custo de operação (US\$/ton)	Custo total (US\$/ton) US\$/hab.ano		Investimento (US\$/ton) (US\$/hab.)	
< 20.000	10,00	4,42	14,42	2,11	3.830,00	1,53
20.001 a 50.000	12,50	5,44	17,94	2,62	4.424,00	1,77
50.001 a 100.000	15,00	6,46	21,46	3,13	5.612,00	2,24
100.001 a 300.000	17,50	8,26	25,76	3,76	11.990,00	4,80
300.001 a 500.000	20,00	9,07	29,07	4,24	13.455,00	5,38
500.001 a 1.000.000	22,50	9,88	32,38	4,73	14.710,00	5,88
> 1.000.000	25,00	11,50	36,50	5,33	17.430,00	6,97

#### 6.4. Investimentos totais necessários

A partir das estimativas de crescimento populacional e dos custos unitários mostrados anteriormente, foram avaliados os investimentos necessários para se dotar a população futura do país dos serviços de saneamento de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo.

Essa avaliação foi feita com base em algumas premissas simplificadoras, expostas resumidamente a seguir. Convencionou-se que a proporção relativa entre os níveis “não atendido”, “atendimento básico” e “atendimento padrão”, existentes em 1995, seria a mesma observada em 1991, cujos resultados foram divulgados pelo censo de 1991. Isso pode ser justificado quando se constata que não ocorreram mudanças significativas nos investimentos no setor de saneamento, nesse intervalo de tempo.

Foi definido, para fins deste exercício, como “atendimento padrão” o grau de atendimento considerado satisfatório para um domicílio. No caso de abastecimento de água, isso significa estar ligado à rede geral e dispor de canalização interna, sem se discutir se a água distribuída pela rede pública teve o tratamento adequado, o que está implícito na hipótese, embora possa haver algum caso em que a rede pública esteja distribuindo água não tratada ou tratada de forma insatisfatória.

No caso de esgotamento sanitário, considera-se obtido esse atendimento padrão quando o domicílio for servido por rede coletora e todo o esgoto coletado receber tratamento antes de ser lançado no corpo receptor. Da mesma forma, não se diferencia aqui o tipo de tratamento, admitindo-se que a escolha quanto a esse aspecto foi adequada, por parte da instituição responsável. No caso do lixo, considera-se satisfatório o serviço quando todo lixo for coletado e sofrer disposição adequada, passando por usinas de reciclagem, de compostagem, ou

quando disposto em aterros sanitários.

Adotou-se como “atendimento básico” o grau de atendimento considerado como o mínimo de que deve dispor um domicílio. No caso da água, trata-se do domicílio ligado à rede geral e sem canalização interna. No caso do esgoto, é aquele domicílio cujos dejetos são coletados por rede coletora ou que dispõe de fossa séptica. No caso do lixo, é o domicílio que tem os resíduos sólidos domésticos coletados por serviço público.

Todas as demais formas foram consideradas como “não atendidas”: água de poço ou nascente, esgoto não coletado ou lançado em valas, lixo não coletado, enterrado ou queimado, etc.

Entre as inúmeras combinações possíveis, mesclando grau de atendimento e porcentagem de população atendida, foram realizadas as estimativas de investimentos adotando-se três hipóteses:

1ª) Os mesmos percentuais de atendimento verificados em 1991 seriam mantidos em 2010, isto é, os investimentos assim calculados seriam o mínimo necessário para atender o crescimento da população, sem diminuição da proporcionalidade entre os diversos padrões de atendimento.

2ª) Toda a população, no horizonte de projeção (2010), estaria recebendo o “atendimento padrão”, ou seja, aquele grau de atendimento considerado satisfatório seria estendido a toda a população, em um prazo de 15 anos.

3ª) Uma hipótese intermediária, na qual deixariam de existir pessoas não-atendidas, estando parte da população sob “atendimento básico” e parte recebendo “atendimento padrão”.

Os custos foram calculados levando em consideração as diferenças regionais, para os três serviços, e considerando, também, as situações diferenciadas por tamanho de cidade, para o caso de abastecimento de água. Admitiu-se que os custos de investimento seriam realizados anualmente, em uma variação linear, isto é, o custo total calculado para o horizonte de 2010 foi dividido pelo número de anos do intervalo. Os custos de operação foram calculados anualmente, em função do tamanho das redes em operação. Foi estimado, também, o custo de reposição, calculado anualmente, considerando-se os recursos financeiros necessários para fazer frente ao desgaste/obsolescência dos equipamentos, que teriam que ser substituídos após cumprida sua vida útil, estimada em 25 anos.

Os resultados obtidos para o Brasil estão mostrados nas tabelas apresentadas a seguir. De maneira resumida, essas tabelas mostram que, apenas para manter a mesma proporção hoje existente entre os diferentes graus de atendimento, para o abastecimento de água serão necessários investimentos públicos de US\$ 15 bilhões americanos, até o ano

**Tabela 6.11**

**Custos unitários adotados**

Região	ÁGUA			ESGOTO			LIXO		
	Investimento		Operação	Investimento		Operação	Investimento		Operação
	Atend. básico	Atend. padrão		Atend. básico	Atend. padrão		Atend. básico	Atend. padrão	
Norte	98,88	151,40	25,65	111,58	173,56	6,00	--	4,93	2,80
Nordeste	129,50	184,12	24,49	117,05	208,08	11,05	--	5,38	3,00
Sudeste	90,90	134,33	23,26	122,29	217,41	11,61	--	5,84	3,18
Sul	87,61	131,23	25,58	111,92	198,97	10,47	--	4,92	2,80
C.Oeste	89,68	133,46	24,93	115,28	192,14	9,20	--	5,18	2,94

2010. Para se estender o atendimento padrão a toda a população urbana brasileira (aquela que reside em cidades de 20.000 habitantes ou mais), nesse mesmo serviço, serão necessários US\$ 22 bilhões, no mesmo período de 15 anos.

No caso do esgotamento sanitário, manter os níveis atuais custará cerca de US\$ 5 a 6 bilhões, o que pode ser considerado um investimento pequeno, já que os níveis atuais são bastante precários. Entretanto, estender a toda a população urbana o atendimento considerado satisfatório exigirá entre US\$ 43 e 44 bilhões. No caso do lixo urbano, os números são bem mais modestos: cerca de US\$ 1 bilhão para manter os níveis atuais e pouco menos de US\$ 5 bilhões para atender todas as cidades com grau satisfatório.



**Tabela 6.12**

**Brasil - Abastecimento de água**  
**Custos anuais, em milhões de US\$**

**Hipótese 1**

<b>Ano</b>	<b>Invest.</b>	<b>Operação</b>	<b>Reposição</b>	<b>Total</b>
1	394,71	57,114667	15,7884	467,61
2	394,71	114,22933	31,5768	540,52
3	394,71	171,344	47,3652	613,42
4	394,71	228,45867	63,1536	686,32
5	394,71	285,57333	78,942	759,23
6	394,71	342,688	94,7304	832,13
7	394,71	399,80267	110,5188	905,03
8	394,71	456,91733	126,3072	977,93
9	394,71	514,032	142,0956	1.050,84
10	394,71	571,14667	157,884	1.123,74
11	394,71	628,26133	173,6724	1.196,64
12	394,71	685,376	189,4608	1.269,55
13	394,71	742,49067	205,2492	1.342,45
14	394,71	799,60533	221,0376	1.415,35
15	394,71	856,72	236,826	1.488,26
<b>Total</b>	<b>5.920,7</b>	<b>6853,76</b>	<b>1894,608</b>	<b>14.669,02</b>

**Tabela 6.12****Brasil - Abastecimento de água****Custos anuais, em milhões de US\$****Hipótese 2**

<b>Ano</b>	<b>Invest.</b>	<b>Operação</b>	<b>Reposição</b>	<b>Total</b>
1	558,31	90,916	22,3324	671,56
2	558,31	181,832	44,6648	784,81
3	558,31	272,748	69,9972	898,06
4	558,31	363,664	89,3296	1.011,30
5	558,31	454,58	111,662	1.124,55
6	558,31	545,496	133,9944	1.237,80
7	558,31	636,412	156,3268	1.351,05
8	558,31	727,328	178,6592	1.464,30
9	558,31	818,244	200,9916	1.577,55
10	558,31	909,16	223,324	1.690,79
11	558,31	1000,076	245,6564	1.804,04
12	558,31	1090,992	267,9888	1.917,29
13	558,31	1181,908	290,3212	2.030,54
14	558,31	1272,824	312,6536	2.143,79
15	558,31	1363,74	334,986	2.257,04
	<b>8.374,7</b>	<b>10.909,92</b>	<b>2679,888</b>	<b>21.964,46</b>

**Tabela 6.12**

**Brasil - Abastecimento de Água**  
**Custos anuais, em milhões de US\$**

**Hipótese 3**

<b>Ano</b>	<b>Invest.</b>	<b>Operação</b>	<b>Reposição</b>	<b>Total</b>
1	441,44	67,364	17,6576	526,46
2	441,44	134,728	35,3152	611,48
3	441,44	202,092	52,9728	696,50
4	441,44	269,456	70,6304	781,53
5	441,44	336,82	88,288	866,55
6	441,44	404,184	105,9456	951,57
7	441,44	471,548	123,6032	1.036,59
8	441,44	538,912	141,2608	1.121,61
9	441,44	606,276	158,9184	1.206,63
10	441,44	673,64	176,576	1.291,66
11	441,44	741,004	194,2336	1.376,68
12	441,44	808,368	211,8912	1.461,70
13	441,44	875,732	229,5488	1.546,72
14	441,44	943,096	247,2064	1.631,74
15	441,44	1010,46	264,864	1.716,76
	<b>6.621,6</b>	<b>8.083,68</b>	<b>2.118,91</b>	<b>16.824,19</b>

**Tabela 6.13**

**Brasil - Esgotamento sanitário**  
**Custos anuais, em milhões de US\$**

**Hipótese 1**

<b>Ano</b>	<b>Invest.</b>	<b>Operação</b>	<b>Reposição</b>	<b>Total</b>
1	211,58	10,916667	8,4632	230,95987
2	211,58	21,833333	16,9264	250,33973
3	211,58	32,75	25,3896	269,71960
4	211,58	43,666667	33,8528	289,09947
5	211,58	54,583333	42,316	308,47933
6	211,58	65,5	50,7792	327,85920
7	211,58	76,416667	59,2424	347,23907
8	211,58	87,333333	67,7056	366,61893
9	211,58	98,25	76,1688	385,99880
10	211,58	109,16667	84,632	405,37867
11	211,58	120,08333	93,0952	424,75853
12	211,58	131	101,5584	444,13840
13	211,58	141,91667	110,0216	463,51827
14	211,58	152,83333	118,4848	482,89813
15	211,58	163,75	126,948	502,27800
<b>Total</b>	<b>3.173,7</b>	<b>1310</b>	<b>1015,584</b>	<b>5.499,2840</b>

**Tabela 6.13**

**Brasil - Esgotamento sanitário**  
**Custos anuais, em milhões de US\$**

**Hipótese 2**

<b>Ano</b>	<b>Invest.</b>	<b>Operação</b>	<b>Reposição</b>	<b>Total</b>
1	1.679,52	86,284667	67,1808	1.832,99
2	1.679,52	172,56933	134,3616	1.986,45
3	1.679,52	258,854	201,5424	2.139,92
4	1.679,52	345,13867	268,7232	2.293,38
5	1.679,52	431,42333	335,904	2.446,85
6	1.679,52	517,708	403,0848	2.600,31
7	1.679,52	603,99267	470,2656	2.753,78
8	1.679,52	690,27733	537,4464	2.907,24
9	1.679,52	776,562	604,6272	3.060,71
10	1.679,52	862,84667	671,808	3.214,17
11	1.679,52	949,13133	738,9888	3.367,64
12	1.679,52	1035,416	806,1696	3.521,11
13	1.679,52	1121,7007	873,3504	3.674,57
14	1.679,52	1207,9853	940,5312	3.828,04
15	1.679,52	1294,27	1007,712	3.981,50
	<b>25.192,80</b>	<b>10.354,16</b>	<b>8061,696</b>	<b>43.608,66</b>

**Tabela 6.13**

**Brasil - Esgotamento sanitário**  
**Custos anuais, em milhões de US\$**

**Hipótese 3**

<b>Ano</b>	<b>Invest.</b>	<b>Operação</b>	<b>Reposição</b>	<b>Total</b>
1	455,8	23,31	18,232	497,34
2	455,8	46,62	36,464	538,88
3	455,8	69,93	54,696	580,43
4	455,8	93,24	72,928	621,97
5	455,8	116,55	91,16	663,51
6	455,8	139,86	109,392	705,05
7	455,8	163,17	127,624	746,59
8	455,8	186,48	145,856	788,14
9	455,8	209,79	164,088	829,68
10	455,8	233,1	182,32	871,22
11	455,8	256,41	200,552	912,76
12	455,8	279,72	218,784	954,30
13	455,8	303,03	237,016	995,85
14	455,8	326,34	255,248	1.037,39
15	455,8	349,65	273,48	1.078,93
	<b>6.837,0</b>	<b>2.797,20</b>	<b>2.187,84</b>	<b>11.822,04</b>

**Tabela 6.14**

**Brasil - Lixo urbano**

**Custos anuais, em milhões de US\$**

**Hipótese 1**

<b>Ano</b>	<b>Invest.</b>	<b>Operação</b>	<b>Reposição</b>	<b>Total</b>
1	1,8	7,56	0,07	9,43
2	1,8	15,11	0,14	17,05
3	1,8	22,67	0,22	24,69
4	1,8	30,23	0,29	32,32
5	1,8	37,79	0,36	39,95
6	1,8	45,34	0,43	47,57
7	1,8	52,90	0,50	55,20
8	1,8	60,46	0,58	62,84
9	1,8	68,02	0,65	70,47
10	1,8	75,57	0,72	78,09
11	1,8	83,13	0,79	85,72
12	1,8	90,69	0,86	93,35
13	1,8	98,25	0,94	100,99
14	1,8	105,80	1,01	108,61
15	1,8	113,36	1,08	116,24
<b>Total</b>	<b>27,0</b>	<b>906,88</b>	<b>8,64</b>	<b>942,52</b>

**Tabela 6.14**

**Brasil - Esgotamento sanitário**  
**Custos anuais, em milhões de US\$**

**Hipótese 2**

<b>Ano</b>	<b>Invest.</b>	<b>Operação</b>	<b>Reposição</b>	<b>Total</b>
1	39,29	31,90	1,57	72,76
2	39,29	63,8	3,14	106,23
3	39,29	95,7	4,71	139,70
4	39,29	127,6	6,29	173,18
5	39,29	159,5	7,86	206,65
6	39,29	191,4	9,43	240,12
7	39,29	223,3	11,00	273,59
8	39,29	255,19	12,57	307,05
9	39,29	287,09	14,14	340,52
10	39,29	318,99	15,72	374,00
11	39,29	350,89	17,29	407,47
12	39,29	382,79	18,86	440,94
13	39,29	414,69	20,43	474,41
14	39,29	446,59	22,00	507,88
15	39,29	378,49	23,57	541,35
	<b>589,35</b>	<b>3.827,92</b>	<b>188,58</b>	<b>4.605,85</b>



**Tabela 6.14**

**Brasil - Esgotamento sanitário**  
**Custos anuais, em milhões de US\$**

**Hipótese 3**

<b>Ano</b>	<b>Invest.</b>	<b>Operação</b>	<b>Reposição</b>	<b>Total</b>
1	3,9	10,43	0,16	14,49
2	3,9	20,87	0,31	25,08
3	3,9	31,30	0,47	35,67
4	3,9	41,73	0,62	46,25
5	3,9	52,16	0,78	56,84
6	3,9	62,60	0,94	67,44
7	3,9	73,03	1,09	78,02
8	3,9	83,46	1,25	88,61
9	3,9	93,89	1,40	99,19
10	3,9	104,33	1,56	109,79
11	3,9	114,76	1,72	120,38
12	3,9	125,19	1,87	130,96
13	3,9	135,62	2,03	141,55
14	3,9	146,06	2,18	152,14
15	3,9	156,49	2,34	162,73
	<b>58,5</b>	<b>1.251,92</b>	<b>18,72</b>	<b>1.329,14</b>