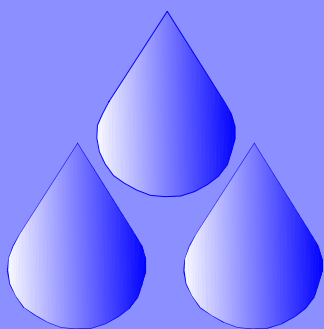


PNCDA

PROGRAMA NACIONAL DE
COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA

DOCUMENTOS TÉCNICOS DE APOIO



CARACTERIZAÇÃO DA DEMANDA URBANA DE ÁGUA



Presidência da República
Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano
Secretaria de Política Urbana



A3

SECRETÁRIO ESPECIAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO
Ovídio de Angelis

COORDENAÇÃO TÉCNICA DOS TRABALHOS
Pela FUPAM: Ricardo Toledo Silva
Pela SEPURB: Cláudia Monique Frank de Albuquerque

ENTIDADES PARTICIPANTES DO PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA-PNCDA
PROTOCOLOS DE COOPERAÇÃO FIRMADOS COM A SEPURB/SEDU/PR

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL - MMA
Secretaria de Recursos Hídricos – SRH
Secretaria de Meio Ambiente – SMA

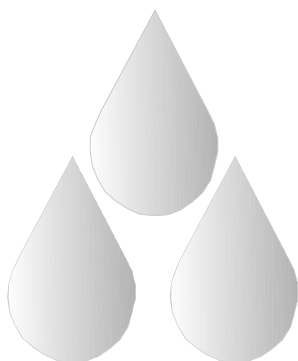
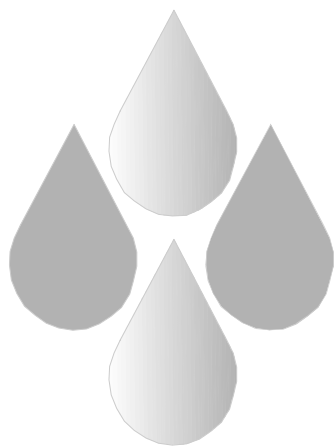
MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA – MME
Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético
Eletrobrás/Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica - PROCEL

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
ABIMAQ – Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos
ABNT/COBRACON – Associação Brasileira de Normas Técnicas/Comitê Brasileiro da Construção Civil
AESBE – Associação das Empresas de Saneamento Básico Estaduais
ASFAMAS – Associação Brasileira de Fabricantes de Materiais e Equipamentos para Saneamento
ASSEMAE – Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento
EPUSP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
FUPAM – Fundação para a Pesquisa Ambiental
FUSP – Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo
INFURB-USP – Núcleo de Pesquisa em Informações Urbanas da Universidade de São Paulo
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA - PNCDA
Esplanada dos Ministérios, Bloco A, 3º Andar, sala 305
Brasília, DF - CEP 70.054-900
Fone: (061) 315-1778, Fax: (061) 322-2024

PNCDA

PROGRAMA NACIONAL DE
COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA



CARACTERIZAÇÃO DA DEMANDA URBANA DE ÁGUA



Ricardo Toledo Silva
Wilson dos Santos Rocha

Presidência da República
Secretaria Especial de
Desenvolvimento Urbano
Secretaria de Política Urbana

Brasília - 1999

DTA
DOCUMENTOS
TÉCNICOS
DE APOIO

• A3

O Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água é financiado pela União, através de recursos do Orçamento Geral da União - O.G.U., e está sendo desenvolvido pela Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República - SEDU/PR, por intermédio de Convênio firmado com a Fundação para a Pesquisa Ambiental - FUPAM da Universidade de São Paulo.

Os Documentos Técnicos de Apoio, após uma versão preliminar, foram apresentados às diversas entidades e prestadores de serviços do Setor Saneamento, além de técnicos especialistas, participantes ou não do Programa, e somente concluídos graças aos comentários, críticas e sugestões enviados ao PNCDA ou discutidos em reuniões técnicas com a equipe da FUPAM e SEPURB/SEDU/PR.

A Coordenação do PNCDA agradece as diversas contribuições recebidas.

Participaram da elaboração deste Documento Wolney Castilho Alves além de técnicos da INFURB-USP.

SUMÁRIO

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA - PNCDA	7
INTRODUÇÃO	10
1. ELEMENTOS DE TEORIA E PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS	11
1.1. Porque prever	12
1.2. Os métodos aplicáveis	13
1.3. Pré-condições para a escolha de métodos intermediários e avançados	15
1.4. Medindo a eficácia dos programas de conservação e uso racional	17
2. ROTEIRO BÁSICO	20
2.1. Antecedentes	20
2.2. A estratificação da população de projeto	20
2.3. A conceituação da pesquisa do consumo	22
2.4. A pesquisa do consumo residencial	23
2.5. A pesquisa do consumo não residencial	25
2.6. Consumo total e demanda	26
2.7. Análise de alternativas de projeto	26
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
ANEXO I – Demanda de água e área construída. Método da EMPLASA – SP	33
ANEXO II – Estimativa de demanda de água na R.M. de Salvador	37
ANEXO III – Elementos do método IWR-MAIN	42

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA - PNCD

Informações Gerais

A criação do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água - PNCD, na esfera federal, vem ao encontro de uma antiga demanda do Setor Saneamento, delineada desde início da década de 1980 e sistematizada no “Seminário Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público” (anais publicados, 1986). O evento foi promovido pela então Secretaria de Saneamento do MDU, em articulação com o BNH e executado pelo IPT em colaboração com a USP, apoiados pela ABES, pela ASFAMAS e outras entidades do setor. O objetivo de articulação em âmbito nacional foi na época frustrado pelo fechamento do BNH, associado a um profundo desgaste da organização institucional do saneamento básico na esfera federal. No entanto, algumas iniciativas associadas àquele esforço permaneceram, especialmente na linha de pesquisa em componentes de baixo consumo de água, mediante parcerias entre instituições de pesquisa e fabricantes de aparelhos e equipamentos sanitários.

Em 1994, os estudos que deram origem à série “Modernização do Setor Saneamento” (MPO/ IPEA, 1995 a 1997, 9 vols.) apontaram enfaticamente para a necessidade de se incorporar – no âmbito federal – a coordenação de políticas e programas voltados à conservação e ao uso racional da água de abastecimento público. Em abril de 1997, em articulação com o Ministério do Meio-Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal e com o Ministério das Minas e Energia, o Ministério do Planejamento e Orçamento – por meio do Departamento de Saneamento da SEPURB – finalmente instituiu na esfera federal um programa de conservação e uso racional da água de abastecimento público. Trata-se portanto de um projeto de longa maturação, que sofreu os percalços de um longo período de abandono e que merece ser implementado com todo o cuidado, evitando a saída fácil da adoção irrefletida de soluções isoladas como se fossem respostas universais, por mais eficientes que estas possam se ter mostrado em casos específicos.

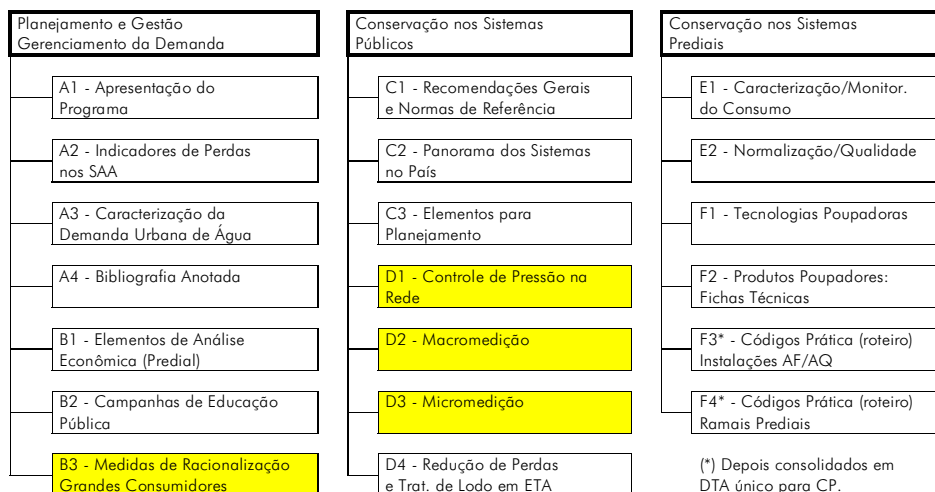
Na ocasião foram firmados protocolos de cooperação com entidades civis alinhadas com os objetivos do Programa e em setembro do mesmo ano foi celebrado um primeiro convênio com a Fundação para Pesquisa Ambiental – FUPAM, vinculada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. O convênio teve como escopo a realização de estudos especializados e à organização de um conjunto de Documentos Técnicos de Apoio – DTA às atividades do Programa, nas áreas de planejamento das ações de conservação, de tecnologia dos sistemas públicos de abastecimento de água e de tecnologia dos sistemas prediais de água e esgoto.

O Programa tem por objetivo geral promover uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços, propiciando a melhor produtividade dos ativos existentes e a postergação de parte dos investimentos para a ampliação dos sistemas. Tem por objetivos específicos definir e implementar um conjunto de ações e instrumentos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais, concorrentes para uma efetiva economia dos volumes de água demandados para consumo nas áreas urbanas.

Os 16 DTA's postos em discussão após a primeira rodada de consulta que se seguiu à Fase I do PNCD, refletem a retomada de estudos abrangentes na área e não devem ser vistos como peças acabadas de um programa burocrático. A inclusão do componente “Tecnologia dos Sistemas Públicos” incorpora parte do conteúdo de programas passados de melhoria operacional em controle de perdas no âmbito da conservação urbana de água. Esses conteúdos são agora associados a uma visão mais ampla de combate ao desperdício, segundo a qual se o objetivo de maior eficiência ao uso da água é buscado em todas as fases de seu ciclo de utilização, desde a captação até o consumo final.

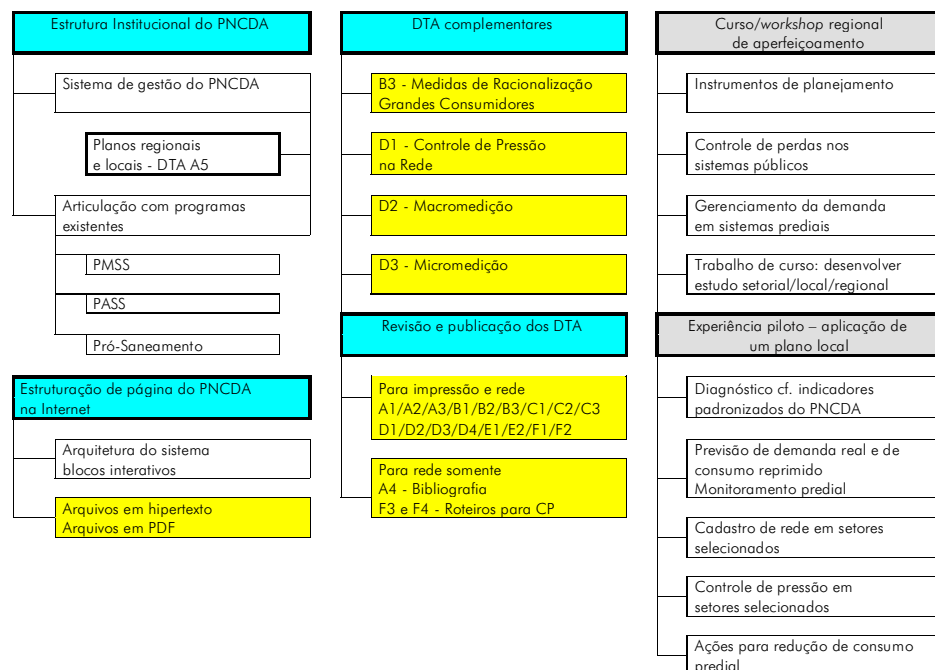
A Fase II do Programa, em 1998, inclui a produção de mais 4 DTA's, sua publicação e a implantação de um sistema de acesso via Internet. Os escopos das fases até agora definidas como objetos de convênio são esquematizados nas figuras 1 e 2, a seguir.

FIGURA I
PNCDA - Escopo da Fase I - 1997
CONTEÚDO DA PRIMEIRA FASE
Documentos Técnicos de Apoio – DTA



Obs.: Na Fase I os DTA B3, D1, D2 e D3 foram apenas conceituados, sem emissão de texto base.

FIGURA II
PNCDA - Escopo da Fase II - 1998 e 1999
CONTEÚDO DA SEGUNDA FASE
No exercício de 1998



Ovídio de Angelis
 Secretário Especial de Desenvolvimento Urbano/PR

DTA – DOCUMENTO TÉCNICO DE APOIO A3

CARACTERIZAÇÃO DA DEMANDA URBANA DE ÁGUA

INTRODUÇÃO

Este DTA trabalha com procedimentos para a previsão da demanda de água para abastecimento público, discute suas possíveis imprecisões e propõe elementos para a melhoria da capacidade de monitoramento dos serviços.

Os métodos e técnicas aplicáveis são organizados segundo níveis crescentes de complexidade, variando desde o levantamento estatisticamente controlado de consumos per capita até o estudo de elasticidades de preço e de demanda como instrumento de previsão de demanda sob cenários distintos. São considerados métodos de integração com planos e regulamentos urbanísticos, tendo em vista a exatidão das previsões em processos de mudança dos padrões correntes de uso do solo urbano.

Inicialmente são feitas – na Seção 1 – considerações básicas sobre porque prever e sobre os princípios fundamentais que devem orientar as técnicas de previsão. São enfatizados os requisitos de confiabilidade das informações, mostrando-se que é inútil aplicar técnicas sofisticadas de interpretação baseadas em dados imprecisos ou pouco confiáveis. A primeira condição para a confiabilidade de uma previsão é a boa qualidade dos dados brutos. Na seção 2 desenvolve-se um roteiro básico de previsão, conforme proposta do Eng. Wilson dos Santos Rocha originalmente feita para curso de treinamento específico.

Os métodos mais sofisticados ou experimentais de previsão foram agrupados em anexo (de I a III), mostrando – a título de exemplo – como se pode aplicar técnicas de integração com dados urbanos, de tratamento estatístico avançado e de modelos baseados em múltiplas variáveis. Optou-se pela remissão desses métodos a anexos tendo em vista a heterogeneidade de condições de monitoramento entre os serviços brasileiros e o caráter muito específico de cada um deles. Não obstante, o PNCDa deve prever, como desdobramento de médio prazo, o desenvolvimento de métodos intermediários para aplicação generalizada nos serviços, observando-se o critério de progressividade definido no DTA A1. Nesses termos, o conteúdo deste DTA deverá ser revisto e adequado a um nível pelo menos intermediário de aplicação tão logo se tenha obtido uma padronização de informações básicas em nível adequado de confiabilidade conforme definido no DTA A2.

1. ELEMENTOS DE TEORIA E PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS

1.1. Porque prever

A previsão de demanda é um instrumento básico de planejamento, necessário para o correto dimensionamento da oferta e para o direcionamento de medidas de gestão da demanda. Fundamentalmente consiste na projeção para o futuro de comportamentos observados no passado, considerando os fatores que possam alterar as tendências passadas. Embora simples em sua formulação e auto-explicativa quanto a sua necessidade, a previsão de demanda não tem sido um instrumento largamente utilizado no Brasil. Usualmente os sistemas são planejados com base em projeções de consumo de água “per capita”, que embora constitua um elemento importante da previsão, não chega a ser – ele mesmo – a previsão. O próprio indicador de consumo per capita é sujeito a variações importantes no tempo, especialmente em contextos – como o brasileiro – onde se verificam expressivas taxas de expansão e adensamento em áreas específicas da cidade.

De maneira geral, a previsão de demanda de longo prazo baseada na combinação de padrões de consumo com projeções demográficas tende a apresentar problemas. Estudos feitos nos Estados Unidos apontam os seguintes como os mais comuns (Boland, 1998 p79):

- Previsões desse tipo são relativamente pouco freqüentes no tempo e é comum a atualização periódica de dados com ajustes menores, mantendo-se a estrutura básica de relação entre eles. Apenas a intervalos muito longos é que se refaz a análise completa, com novos dados de campo.
- As previsões dizem respeito geralmente a usos agregados da água, incluindo as vazões não contabilizadas. Isto implica em que a previsão dirá respeito aos volumes disponibilizados para distribuição [VD, no conceito do DTA A2] e não à água utilizada por uma determinada categoria de usuário.
- Apenas uma única dimensão do uso da água é geralmente considerada. Ela pode ser o consumo médio anual, o dia de maior consumo ou o mês de maior consumo, dependendo das exigências específicas do processo de planejamento. Em geral não é dada maior importância para as variações sazonais de demanda.
- Os métodos de previsão escolhidos tendem a ser simplistas. A maior parte deles é baseada no método de consumo necessário “per capita”, uma abordagem que remonta às primeiras tentativas de previsão de demanda do final do Século XIX.

Mais complexas que as previsões de longo prazo são as previsões de curto prazo, necessárias para um adequado controle operacional das vazões ofertadas. As previsões de longo prazo não são tão sensíveis a variações localizadas de consumo e, quando necessário, são passíveis de revisão parcial, ao longo de sua vigência. Já as de curto prazo envolvem elementos de operação e quando erradas são mais evidentes e menos passíveis de correção que as de longo prazo. Como já referido, as grandes médias anuais de consumo, mesmo quando associadas a fatores de dia e mês de maior consumo, dificilmente retratam as variações sazonais de demanda. As variações climáticas têm um peso grande na determinação de padrões específicos de demanda e seu estudo sistemático associado à demanda é muito raro. São também importantes, nas flutuações de curto prazo, as oscilações da economia e seus reflexos sobre o custo relativo da água de bastecimento público nos orçamentos familiares. Tanto quanto com respeito ao clima, faltam também estudos sistemáticos dando conta dessas relações.

Esquemáticamente, pode-se resumir as finalidades de previsão de demanda de longo prazo e de curto prazo como segue.

- Previsão de longo prazo – capacidade dos sistemas produtores, solicitações máximas aos sistemas de distribuição. Previsão de investimentos para ampliação de capacidade e avaliação de benefício líquido.

do potencial de medidas de conservação e uso racional da água voltadas a redução das vazões médias demandadas.

- Previsão de curto prazo – resposta instantânea dos sistemas produtores e de distribuição a picos prolongados e flutuações acentuadas de demanda; elementos para a decisão sobre manobra operacional para contrabalançar o efeito de desequilíbrios distributivos. Avaliação de benefício líquido do potencial de medidas de conservação e uso racional da água voltadas a redução dos picos de consumo.

Conforme já referido, os instrumentos para avaliação de demanda de curto prazo são mais complexos e maior número de variáveis que os de longo prazo, cujas imprecisões para mais e para menos tendem a ser compensadas com o tempo. Por isso, em um processo gradativo de dificuldade técnica que caracteriza as ações do PNCD (ver DTA A1), são inicialmente contempladas como medidas básicas as técnicas de previsão de longo prazo, e como medidas avançadas, as de previsão de curto prazo. Em um estágio de maior domínio sobre os procedimentos de previsão, é possível conferir maior exatidão às projeções de longo prazo mediante a associação com procedimentos de monitoramento de curto prazo – como sazonalidade e sensibilidade econômica. No entanto, a incorporação de tais técnicas sem a suficiente base empírica de informações acumuladas para a área de estudo servirá somente para tornar mais complicados os procedimentos de previsão, sem agregar aos resultados um maior nível de confiabilidade. Ao contrário, pode tornar os resultados enganosos, uma vez que a eles confere uma aparência de exatidão sem que na realidade sejam mais precisos.

1.2. Os métodos aplicáveis

Uma previsão é qualquer afirmação sobre o futuro (Boland, op. cit., p81). Quando não associada a conceitos mais precisos, a previsão, no sentido de um prognóstico geral, pode incluir qualquer método. Ou seja, em si mesmo, o conceito de previsão não está associado a um método específico de ordenamento e análise de dados.

Quando se evocam os conceitos de projeção e de extrapolação, diferentemente do caso da previsão, existe um vínculo metodológico específico. A projeção consiste no tratamento estatístico de tendências passadas e sua projeção para o futuro, levando em conta possíveis tendências regressivas ou progressivas que venham a mudar o comportamento até então observado. A extrapolação consiste na utilização direta de dados passados observados, sem considerar possíveis modificações de tendências.

Os modelos de previsão de demanda, dependendo dos tipos de técnicas empregadas para obtenção de informações e da maneira como as processam na construção de cenários, podem ser classificados (Jones et al., 1984 p 61) como:

- a) Previsão (conceito mais amplo) – abrangendo qualquer tipo de afirmação sobre o futuro;
- b) Estimativa – uma previsão condicional, baseada em pressupostos implícitos ou explícitos;
- c) Projeção – uma estimativa baseada em pressupostos que reconhecem, ao menos em parte, a continuação de uma ou mais tendências passadas;
- d) Extrapolação – uma estimativa baseada em pressupostos que se baseiam inteiramente na continuação de tendências passadas.

Os métodos de estimativa são classificados, na literatura de referência da área (Jones et al., op. cit.; Herrington e Gardiner, 1986; U.S. Office of Water Research and Technology, s./d.) segundo seis grandes categorias de acordo com as formas de contabilizar as correlações que estabelecem entre parâmetros e consumo de água na previsão de demanda:

- a) Contabilização per capita;
- b) Contabilização por ligação;
- c) Coeficientes de uso unitário;
- d) Modelos de múltiplas variáveis explicativas;

- e) Modelos econométricos;
- f) Modelos de contingência.

1.2.1. Contabilização de consumo “per capita” e por ligação

Os métodos de contabilização de parâmetros e de consumo per capita e por ligação – inclusive variante por economia – são os mais comuns e de mais imediata visualização entre os prestadores de serviços. No caso do primeiro, sua fragilidade maior está em que ao fixar como única variável explicativa a população, despreza uma série de fatores comprovadamente relevantes na determinação do perfil de demanda: tipologia habitacional, área construída, clima, atividades econômicas, renda dos usuários, preço do serviço e outras.

O segundo, que relaciona os consumos por ligação ou por economia, tende a ser mais preciso que o anterior pelo fato de existir melhor exatidão e controle operacional sobre os números de ligações – e, eventualmente, de economias – do que sobre o número de pessoas servidas. Apresenta também vantagens no que respeita as categorias de usuários – ou classes de consumo – que são mais bem definidos e estratificados entre os prestadores de serviços no Brasil. No mais, mantém as mesmas limitações do anterior.

Em que pese as restrições apontadas, a obtenção de valores de consumo “per capita” confiáveis ainda é meta não atingida em grande parte dos serviços brasileiros. A parte problemas que ainda possam permanecer na contabilização das populações¹, os valores relativos a consumo “per capita” em si mesmo são muitas vezes falhos.

O método mais primitivo de estimativa de consumo é a multiplicação da população de projeto por um valor de norma que designa o consumo bruto por habitante. Esse procedimento já foi abandonado pela maior parte dos serviços no Brasil e não encontra, hoje, respaldo técnico para sua utilização. No entanto, algumas extrapolações de consumo medido podem ser quase tão imprecisas quanto o uso do consumo de norma, dadas as diferenças entre a(s) área(s) específica(s) em que os dados foram colhidos e o conjunto das áreas abrangidas pelo serviço. A aplicação de procedimentos estatísticos adequados e a efetiva representatividade das áreas monitoradas são pré-condições para que os volumes consumidos “per capita” sejam validados como indicador de demanda (ver 2.2 e 2.3).

As mesmas observações valem para os consumos por ligação, especialmente no que se refere à representatividade das amostras levantadas.

1.2.2. Coeficientes de uso unitário

Os métodos que empregam coeficientes de uso unitário – número de empregados, número de assentos, área útil, etc. – são também baseados em únicas variáveis explicativas e por isso sujeitos a limitações análogas aos anteriores no que respeita o desprezo de outras variáveis relevantes na determinação da demanda. No entanto, por serem mais desagregados por categoria específica de uso, tendem a ser mais precisos: é mais segura, por exemplo, uma projeção de uso futuro de água em uma barbearia calculada a partir de coeficientes de uso unitário historicamente observados para essa atividade em particular, do que a partir de coeficientes genéricos de consumo por ligação comercial.

Não obstante, em áreas que estejam sendo palco de transformações intensas e nas quais convivam simultaneamente processos produtivos avançados e já superados, é preciso tomar muito cuidado com a generalização de coeficientes de uso unitário. Uma mesma atividade econômica, para todos os fins fiscais classificada como uma categoria única, pode envolver processos muito distintos com respeito ao uso da água, o que viria a distorcer eventuais generalizações.

São também incluídos no conceito de coeficiente de uso unitário os perfis de demanda residencial.

Quando associados a projeções bem controladas de consumo “per capita” os coeficientes de uso unitário residencial podem vir a constituir instrumentos poderosos de conhecimento e gestão da demanda. Este é

¹ Em especial nas séries que abrangem a década de 1980, devido aos problemas com estimativas realizadas no período, conforme posteriormente confirmado pelo Censo de 1991.

o caso das análises de perfil de consumo residencial, por aparelhos, conforme procedimentos definidos no DTA E1. As amostras de domicílios para monitoramento de perfil de consumo serão forçosamente muito menores que aquelas utilizadas para detecção dos grandes agregados de demanda “per capita”.

No entanto é preciso que exista consistência entre as amostras de um e de outro, no sentido de que as amostras de domicílios monitorados quanto ao perfil de consumo sejam sub-conjuntos – ou sub-amostras “capita” sobre outra, poderá levar a distorções importantes, e deve ser empregada apenas como indicativo aproximado de tendências.

1.2.3. Modelos de análise multi-variável

Os modelos de múltiplas variáveis explicativas incorporam e cruzam diferentes correlações – inclusive as estabelecidas no âmbito dos dois primeiros – procurando estabelecer previsões que reflitam a resultante de todos os fatores considerados. Esses modelos em geral incorporam também variáveis econométricas, mas não as reconhecem como prevaletentes sobre as demais.

A combinação de critérios de consumo “per capita” com perfis de demanda residencial, conforme apontado na subseção precedente, pode ser entendida – em sentido amplo – como um procedimento de análise multi-variável, pois associa uma magnitude de consumo bruto a uma de demanda interna específica. Mas do ponto de vista da literatura internacional sobre modelos de demanda, são tidos como multi-variável aqueles que associam em uma mesma estrutura de processamento e controle, informações de consumo, ambientais, climáticas, urbanísticas e sócio-econômicas. São modelos complexos e que dependem de bases abrangentes de informações sobre as regiões ou localidades consideradas.

As expressões matemáticas dos modelos bi-variável – que relacionam apenas duas variáveis, consumo de água a uma outra – e multi-variável, são respectivamente da forma (Boland, op. cit., pp 85-87):

$$Q = a + b.X \quad (1)$$

$$Q = a + b_1.X_1 + b_2.X_2 + \dots + b_n.X_n \quad (2)$$

onde: Q = uso da água por unidade de tempo (vazão utilizada)

X_i = variável explicativa i

a, b_1, b_2, \dots, b_n = coeficientes.

A forma aditiva da expressão (2) se aplica sempre que cada uma das variáveis consideradas possa influenciar o uso da água de forma relativamente independente. Quando se admite que as variáveis consideradas influenciam o uso da água de forma combinada², então a expressão geral (2) passa a ser escrita de forma multiplicativa, sendo as mesmas substituídas por formas exponenciais, como segue:

$$Q = a . X_1^b . X_2^g . X_n^d \dots \quad (3)$$

onde:

a, b, g, d = coeficientes.

O mais conhecido dos modelos de análise multi-variável de demanda de água é o IWR-MAIN³, hoje utilizado em um grande numero de sistemas urbanos de abastecimento de água de médio e grande porte,

² Uma relação relativamente independente e aditiva pode ser definida, por exemplo, para área construída útil e área de terreno do imóvel, dado que cada uma delas influencia uma forma específica de uso (interno e externo). Já uma composição, por exemplo, entre área construída e número de pessoas no domicílio tenderia a ser multiplicativa, já que ambas podem ter, entre si, uma relação linear. Em qualquer caso, a determinação de coeficientes e suas relações deve ser feita de acordo com cada realidade específica, sendo a transposição de expressões e coeficientes de um caso a outro, sujeita a grandes distorções.

³ O modelo de previsão IWR-MAIN - sigla para *Institute of Water Resources - Municipal and Industrial Needs* - foi desenvolvido pelo U.S. Army Corps of Engineers em fins da década de 1960, inicialmente para aplicação em computadores de grande porte e hoje disponível em software para microcomputador, como evolução de um sistema anterior de previsão conhecido como MAIN II, de autoria do escritório *Hittman Associates Inc.*, por encomenda do antigo *Office of Water Research and Technology*. A literatura técnica de referência norte-americana sobre previsão de demanda urbana de água é hoje em sua maioria recorrente a esse modelo, mesmo nos casos em que ele não é adotado.

nos EUA. No Anexo 3 desde DTA são descritas algumas das principais características desse modelo, para fins de informação. Seria absolutamente inadequada para a realidade brasileira a simples transposição daquele modelo, e menos ainda dos coeficientes já trabalhados para casos norte-americanos, por mais que se reconheça seus méritos para a realidade daquele país.

1.2.4. Modelos econométricos

Os modelos econométricos propriamente ditos, embora sejam – como os anteriores – também baseados em variáveis múltiplas, apenas processam parâmetros que tenham (i) expectativa de relação causal com o uso da água e (ii) correlação significativa [direta] com esse uso (Jones et al., op. cit., pg. 66). São excluídos, nesses termos, parâmetros que possam ser indiretamente associados ao uso da água, como por exemplo a área construída ou o clima. Os casos mais comuns de modelos econométricos de previsão de demanda são os voltados para uso residencial, que associam renda do usuário e preço do serviço, como na parte final do exemplo da SRHSH⁴ para Salvador (ver Anexo 2).

a Um elemento básico da modelagem econométrica em sistemas de abastecimento de água é a construção de suas curvas de demanda, abordada em maior profundidade no DTA B1. Em muitos casos essa curva de demanda será de difícil construção, tendo em vista o fato de nem sempre serem os beneficiários diretos do abastecimento aqueles propensos a pagar pelo benefício social de um acesso generalizado às vazões necessárias para atendimento aos requisitos básicos de saúde pública e saneamento ambiental. Por exemplo, um bairro já saneado poderá auferir benefícios suplementares do saneamento de um outro bairro na mesma cidade, ainda que sua população não constitua meta direta do serviço do outro bairro.

1.2.5. Modelos de contingência

Os modelos de contingência admitem um razoável grau de incerteza em todos os métodos e modelos anteriores e procuram contorná-la mediante a construção de vários cenários alternativos. Em geral usam um dos métodos precedentes como base e estimam os níveis de incerteza associados a cada resultado, estabelecendo vários cenários de demanda hierarquizados por probabilidade. O manejo desse tipo de modelo exige o emprego de procedimentos estatísticos e de processamento de dados bastante sofisticados. Um exemplo de *software* utilizável para a construção desses modelos é o IWR-PLAN recentemente desenvolvido – ainda em versão “beta” – pela mesma instituição de origem do IWR-MAIN.

1.3. Pré-condições para a escolha de métodos de previsão de demanda

1.3.1. Critérios gerais

O determinante básico na escolha de métodos de previsão de demanda é a disponibilidade de dados confiáveis. É preferível alimentar um modelo com poucos dados de boa confiabilidade do que com muitos dados de confiabilidade discutível. Outro aspecto importante para a escolha do método é a finalidade específica a que se destinam seus resultados. Para a previsão de grandes agregados em médias diárias por ano, os métodos mais simples de projeção de consumo per capita ou por ligação mostram-se suficientemente precisos. Porém, à medida que se vão desagregando as escalas, menos precisos são os resultados.

Uma previsão macro de consumo médio diário pode ser verdadeira para o agregado de um sistema metropolitano de produção, mas o resultado de uma possível desagregação dessa mesma previsão por setores de abastecimento pode incorrer em enormes distorções. No exemplo da SRHSH, Salvador (Anexo 2), e também no da revisão do Sanegran em São Paulo (Boaventura, 1986), uma série de cuidados de ajuste tiveram que ser tomados quando da passagem do grande agregado de população estimada metropolitana para o plano das bacias de esgotamento. E a desagregação funcional do sistema também

⁴ Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Habitação do Estado da Bahia.

⁵ Diferentemente do caso norte-americano e da maioria dos países europeus, o Brasil conta com uso generalizado de reservatórios prediais que amortecem os picos horários de demanda. Não obstante, estudos recentes da Sabesp em colaboração com a Escola Politécnica da USP mostram que em áreas com concentração de edifícios de apartamentos o uso simultâneo de chuveiros tem levado a picos horários de demanda urbana não desprezíveis. Ver também, a respeito, pesquisas do IPT desenvolvidas por Montenegro (1987) sobre os hidrogramas diários de consumo para casas térreas e sobrados na RMSP.

impõe requisitos específicos à previsão: enquanto para o estudo dos sistemas produtores são em geral suficientes os indicadores de demanda média diária (com possível diferenciação sazonal), para os sistemas de distribuição são necessárias informações seguras sobre picos diários e, em alguns casos, horários⁵.

No trato das projeções de população, sempre necessárias independentemente de que combinações de métodos e modelos se mostrem mais adequadas, é importante observar alguns cuidados básicos no tratamento estatístico. Por exemplo, o fato de em Salvador ter se ajustado melhor a curva de regressão parabólica não justifica sua adoção em outros casos. De maneira geral o ajuste de curvas deve obedecer a um processo criterioso de verificação de tendências a partir de pontos determinados por observação real, censitária ou amostral. Caso os pontos obtidos dessa maneira não mostrem com clareza uma configuração definida (logística, hiperbólica, parabólica, etc.) é recomendável optar pelo critério mais simples, dos mínimos quadrados (ou regressão linear)⁶.

Uma decisão importante que deve ser tomada na escolha de instrumentos de previsão diz respeito ao uso de modelos e variáveis econométricas. São já consagrados no planejamento de uso de recursos hídricos, os métodos de análise benefício / custo. Nesta escala, designada por Gardiner e Harrington (op. cit.) como de planejamento estratégico, se fazem as aproximações fundamentais entre informações hidrológicas e econômicas que determinam a racionalidade dos grandes aproveitamentos. Nessa escala, os grandes agregados de demanda de longo prazo são indicativos de usos preferenciais.

No nível da avaliação de investimentos ou do *planejamento tático*, segundo terminologia dos mesmos autores, os procedimentos de análise benefício / custo também são válidos e, nesta escala, as previsões de demanda são diretamente associadas à potencial geração de benefícios das alternativas estudadas. Por isso é importante que as projeções correspondentes sejam estatisticamente significativas nos níveis de desagregação correspondentes a essa escala de planejamento tático. Caso não seja possível ter essa confiabilidade na projeção, em nível estatisticamente controlado de desagregação, será inválida a previsão de benefícios dela derivada. Há exemplos significativos de obras de saneamento no Brasil que tiveram seus benefícios futuros estimados com base em previsões exageradas de demanda e que, na prática, mostraram-se economicamente inviáveis. Para uma melhor caracterização de comportamento de demanda nessa escala são adequados os modelos econométricos baseados em elasticidade de renda e de preço, desde que se conte com dados reais confiáveis para sua construção, consideradas as variações relativas a que são sujeitas as rendas no tempo.

1.3.2. Critérios específicos

O quadro abaixo resume os critérios específicos aplicáveis a cada tipo de procedimento metodológico anteriormente caracterizado. Cada procedimento é associado a um campo de aplicação – se para planejamento ou avaliação de curto ou longo prazos –, aos tipos de informações necessárias e aos requisitos que tais informações devem observar nos níveis básico e avançado de tratamento. Neste

⁶ No modelo IWR-MAIN também é este o critério adotado quando faltam informações para definir qualquer outra configuração.

Quadro 1 – Caracterização da demanda de água. Procedimentos e requisitos.

Procedimento	Campo de Aplicação	Informações necessárias	Requisitos básicos	Requisitos avançados
Contabilização per capita	Planejamento de longo prazo e avaliação de curto prazo (avançado)	População	Dados p/ distrito censitário	Dados por setor censitário
		Consumo per capita	Amostra resid. significativa série mín. 1 ano	Séries de 5 + anos, desagregação das perdas físicas
Contabilização por ligação	Planejamento de longo prazo e avaliação de curto prazo (avançado)	Número de ligações ativas	Amostra resid. significativa série mín. 1 ano	Séries de 5 + anos, desagregação das perdas físicas
		Consumo por ligação	Amostra ligações medidas p/ toda área operacional	Amostra ligações medidas p/ setor de abastecimento
Coeficientes de uso unitário	Planejamento de longo prazo e avaliação de curto prazo (avançado)	Tipificação de usuários	Residenciais por faixa de renda	Anterior + tipologia urbanística
			Não residenciais por segmentos	N.resid p/ processo específico
		Tipificação de aparelhos	Aparelhos prediais correntes	Aparelhos de uso especial
Modelos multi-variáveis	Planejamento e avaliação de curto e longo prazos	Todas anteriores	Não se aplica	Conforme cada item
		Habitação	Não se aplica	Densidade, áreas internas e externas
		Emprego / renda	Não se aplica	Nível de emprego, renda familiar
		Preço da água	Não se aplica	Estrutura tarifária definida e estável
		Clima	Não se aplica	Temperaturas, pluviosidade
Modelos econométricos	Planejamento de curto e longo prazos	Outros	Não se aplica	Cf. relevância local
		Preço da água	Não se aplica	Estrutura tarifária definida e estável
		Propensão a pagar	Não se aplica	Amostra signif pop abastecida
		Emprego / renda	Não se aplica	Nível de emprego, renda familiar
Modelos de contingência	Planejamento e avaliação de curto e longo prazos	Todas anteriores	Não se aplica	Conforme cada item
		Cenários de desenvolvimento regional e urbano	Não se aplica	Interação com planos regionais e urbanos

Nota: os consumos per capita, quando levantados nos estágios mais básicos de informação, incorporam perdas. Em estágios avançados de levantamento, as perdas devem ser computadas em separado e o parâmetro de consumo per capita deve ser explicitado quanto ao percentual de perdas a ele associado. Este esquema não se entra em detalhes sobre os requisitos envolvidos e nem sobre as técnicas de tratamento de dados que a eles podem ser associadas. Para isso deve ser consultado o capítulo 2 deste DTA.

Para os procedimentos metodológicos avançados, não se aplicam requisitos de informação em nível básico. Elas sempre deverão estar disponíveis em nível avançado

1.4 Medindo a eficácia dos programas de conservação e uso racional

Como componente de avaliação de eficácia dos programas de conservação e uso racional da água, as técnicas de previsão de demanda constituem instrumentos de cotejo entre a realidade do abastecimento

com as medidas implantadas e o que seria sem as mesmas. Quando aplicadas em conjunto com programas e políticas de conservação de água, as técnicas de previsão podem ser consideradas:

- i) como instrumentos fundamentais de conhecimento da realidade a intervir e de estimativas de benefícios prováveis das medidas de conservação e uso racional da água;
- ii) como instrumentos de avaliação de eficácia de medidas de conservação e uso racional da água.

Nem sempre os instrumentos de conhecimento da realidade são adequados para medir os resultados de medidas de conservação e uso racional. Teoricamente, uma mesma técnica de previsão aplicada posteriormente à adoção de medidas de conservação / uso racional deveria permitir uma comparação de parâmetros de “antes” e “depois”. No entanto, os fatores determinantes de comportamento da demanda são múltiplos, e se não houver um adequado controle do conjunto, a resposta poderá ser mascarada pela interferência de outros processos não considerados. Por exemplo, um determinado padrão de consumo per capita poderá aumentar ou diminuir em função das oscilações relativas de preço do serviço e renda da população, independentemente de possíveis medidas de combate ao desperdício que se possa ter adotado. Os consumos “per capita” determinados pela simples relação entre volumes disponibilizados e população, não permitem detectar – por meio de uma nova determinação – os possíveis efeitos de um eventual programa de controle de perdas.

Para que os procedimentos de previsão de demanda sejam também aplicáveis à avaliação de eventuais medidas de gestão dessa mesma demanda, é necessário que sejam claramente identificadas as frações física e não física dos desperdícios presumivelmente existentes e que haja condições de estabilidade – ou de controle – sobre as demais variáveis que interferem na demanda. No quadro 1 que sintetiza os campos de aplicação dos procedimentos, são considerados potencialmente utilizáveis para avaliação de programas de conservação e combate ao desperdício de água aqueles que atendem a esses requisitos fundamentais.

Há também restrições quanto a que componentes dos programas de conservação e combate ao desperdício sejam passíveis de avaliação objetiva de resultados. Medidas de caráter passivo, no sentido de que sua aplicação e efetiva observância não sejam controladas pelo gestor das mesmas (ver DTA A1, seção 1.5) não são passíveis de mensuração objetiva de eficácia. Isto se aplica, de maneira geral, a todas as medidas voltadas a mudanças de hábito, como campanhas publicitárias, educação dirigida, etc.. Isto não quer dizer que tais medidas sejam pouco importantes, mas simplesmente que seus resultados não podem ser conceitualmente isolados de outras ocorrências.

No que diz respeito às medidas ativas, estas se prestam, em princípio, à avaliação objetiva de eficácia. No entanto, mesmo com respeito a estas é preciso tomar extremo cuidado com os conceitos de eficácia envolvidos. Baumann e Boland (1998, p17) destacam alguns problemas comuns encontrados na literatura técnica especializada em conservação da água com respeito à eficácia, que resumem grande parte das preocupações expressas nos parágrafos precedentes:

1. os resultados são muitas vezes reflexo de estimativas de engenharia e não de aplicação efetiva e medida;
2. eles são resultado de experiências empíricas isoladas e omitem a consideração de variáveis explicativas relevantes;
3. eles são geralmente expressos em termos de mudança no uso agregado da água, embora a medida de conservação avaliada não seja igualmente efetiva com respeito às diferentes categorias de usuários.

Um dos exemplos mais claros sobre os perigos do uso de estimativas de resultados de engenharia – ainda que apoiados em ensaios laboratoriais idôneos – é o das bacias sanitárias de descarga reduzida. Se as condições de funcionamento dos dispositivos de descarga e das instalações prediais não for satisfatória, existe uma tendência ao usuário dar descarga dupla ou tripla, chegando a aumentar o consumo de água por utilização. Muitos outros exemplos podem ser tirados da experiência dos operadores de sistemas de abastecimento, quando a melhoria de desempenho isolado de partes dos sistemas não promovem uma melhoria de desempenho do conjunto (ver DTA C2 e C3).

No que respeita a aplicação de resultados empíricos isolados, é preciso reconhecer que os comportamentos de duas comunidades semelhantes na aparência podem ser muito distintos quanto ao uso da água e que medidas que forem eficazes em uma, não o são necessariamente na outra.

Considerando todas as restrições levantadas e a pouca experiência acumulada no Brasil quanto à avali-

ação integrada de medidas de combate ao desperdício de água, a recomendação principal desta seção é no sentido de que não se procure simplificar indevidamente o sistema de avaliação. Este deverá ser compatível com o de previsão de demanda, mas dificilmente será o mesmo que aquele.

2. ROTEIRO BÁSICO

Este capítulo foi adaptado, com a devida autorização do autor, Wilson dos Santos Rocha, do trabalho “A demanda por água e esgoto”, de apoio ao Curso de Análise Econômica e Financeira de projetos de Saneamento, da Fundação Getúlio Vargas, Escola de Pós-Graduação em Economia – Brasília. O texto original inclui seção intermediária sobre perdas nas diferentes partes dos sistema de abastecimento. Nesta versão adaptada essa seção foi eliminada, dado serem essas perdas objeto de tratamento detalhado nos DTA das séries C e D.

O trabalho retrata procedimentos empregados usualmente em projetos do PMSS e a maioria dos dados quantitativos exemplificados decorrem de observações empíricas sobre áreas que já foram objeto de intervenção daquele programa.

2.1. Antecedentes

O estudo de demanda por água e esgoto constitui a base para a obtenção da melhor alternativa de projeto. Em passado recente, o consumo per capita sempre foi arbitrado e adotado como sendo uma quantidade crescente com o porte de cada localidade. Na atualidade, o valor do consumo per capita passa a ser um dado cada vez mais exaustivamente pesquisado, e ajustado com a realidade de cada área do projeto.

Embora as normas técnicas brasileiras considerassem a adoção do consumo per capita preferencialmente mediante pesquisa de valores micromedidos, a prática usual - por sugestão constante da mesma norma - era o arbítrio. No início dos anos 60, quando prevalecia a prática do “sanitarismo rural”, ainda se podia observar normas tímidas que preconizavam, pelo menos para as pequenas localidades, valores de consumo per capita de 80 a 120 l/hab. dia, já incluindo perdas. Ao longo da vigência do PLANASA, as normas mais utilizadas no país indicavam valores de consumo per capita entre 150 a 175 L/hab. dia para comunidades pequenas (até 5.000 hab., em média), indo até 250 ou 300 L/hab. dia para as grandes cidades, consumos estes todos já incluindo as perdas no sistema.

Estes valores refletiam, na prática, um arbítrio determinado pelo baixo índice de hidrometração no país. De índices insignificantes no final dos anos 70, a hidrometração cresceu até os anos 85 e 86, no auge dos PECOP's - Programas Estaduais de Controle de Perdas, patrocinados pelo BNH, e a partir daí, quando da extinção deste Banco, decresceu, acompanhando o vácuo surgido então no setor de saneamento. A partir de 1994 se retoma novamente, em todo o país, o crescimento da hidrometração, chegando hoje a níveis satisfatórios. Apesar deste movimento senoidal do índice de micromedição, a determinação do consumo per capita a partir de dados reais teve neste intervalo de tempo pequena experimentação. Mesmo nos períodos de maior incidência de hidrometração, como em tomo de 1985, a ferramenta disponível dos valores micromedidos foi pouco usada para determinação do consumo per capita, tendo prevalecido ainda nesta ocasião o emprego dos valores ditos de “norma”.

Os efeitos desta prática arbitrária e a despreocupação com a quantificação e controle das perdas se refletiam no superdimensionamento das vazões e das unidades projetadas, que só não escancaravam suas ociosidades porque as perdas de água cresciam na mesma proporção da quantidade ofertada. Coincidentemente, são deste período os grandes projetos de ampliação da produção, que se por um lado aumentavam a oferta de água, de outro acentuavam as perdas físicas dos sistemas. Hoje, com a retomada da hidrometração no país, com o controle de perdas de novo na ordem do dia, e mais ainda, com o maior rigor na avaliação de projetos de ampliação da produção - fruto da pouca disponibilidade de recursos financeiros, a exatidão na previsão do consumo e no ajuste da demanda por água e esgoto se toma condição essencial de projeto. Por isto mesmo, estudos mais recentes de demanda usando dados expressivos de micromedição (acima de 80% do total de ligações), tem indicado valores de consumo per

capita de 120 a 160 L/hab. para localidades pequenas e médias, e de 160 a 200 L/hab. para as capitais, todos já incluindo perdas, contra faixas anteriormente estimadas em valores entre 150 a 300 L/hab.

2.2. A estratificação da população de projeto

O estudo da população de projeto se baseia 1) no conhecimento de seu crescimento histórico, 2) na avaliação de sua projeção futura e 3) na identificação da sua estratificação sócio - econômica. Em termos da evolução histórica é nítido o movimento descendente das taxas de crescimento observadas nos últimos censos, que se particularizam de várias maneiras: de um lado, o esvaziamento dos pequenos núcleos do interior do país, e de outro a consolidação e estagnação das capitais e grandes centros urbanos, associados à vertiginosa expansão das cidades dormitório periféricas a estas capitais e grandes centros.

Observando-se diversos estudos de projeção populacional realizados, como foram em 33 projetos do PMSS II, situam-se como mais comuns aqueles em que os valores de população residente apresentam taxas de crescimento decrescentes. Nestes casos estudados, as curvas que mais se ajustaram a esta realidade foram a logística, a das taxas de crescimento decrescentes, e a da regressão das taxas decenais, todas embutindo expectativas de crescimento regressivo. Em poucos casos que apresentaram explosão de crescimento nos últimos relatórios censitários, não se pôde aplicar curvas regressivas, sendo mais adequadas as de progressão geométrica ou regressão da curva parabólica. Contudo, por serem tais ocorrências episódicas, exigem uma análise mais subjetiva baseada em métodos comparativos com outras localidades que apresentaram o mesmo fenômeno em tempos outros.

A estratificação sócio-econômica da população de projeto surge nos estudos populacionais como ferramenta para se determinar consumos específicos de sub-áreas, ou mesmo se obter uma média mais exata da demanda global de um projeto. O perfil de renda da população alvo pode ser extraída da última pesquisa por amostragem ou censo do IBGE, ou mesmo de estudos específicos realizados por órgão estadual ou municipal de planejamento, e será representada por faixas de renda expressa em múltiplos do salário mínimo (S.M.), com se vê no exemplo mostrado no quadro 2.1 a seguir.

Quadro 2.1 - Perfil de renda da população de projeto em 1997

Faixa de SM	População por faixa (hab)	%	Classe	População por classe (hab)	%
Sem rendimentos	107.180	9,9	C	683.765	63,4
até ½ SM	76.352	7,1			
½ a 1 SM	174.913	16,2			
1 a 2 SM	215.538	20,0			
2 a 3 SM	109.782	10,2			
3 a 6 SM	142.380	13,2	B	274.505	25,5
6 a 10 SM	132.125	12,3			
> 10 SM	118.836	11,1	A	118.836	11,1
Totais	1.077.106	100,0	-	1.077.106	100,0

O estudo de evolução populacional deverá ser elaborado considerando a ocupação espacial atual, as tendências de adensamento e de expansão da área de projeto; a projeção populacional, ao longo do plano, deverá ser estudada para cada sub-área ou zona homogênea de ocupação. A estratificação de renda deverá também ser projetada considerando-se os fatores econômicos e sociais que possam ocasionar, em cada sub-área, uma melhoria da renda e uma nova distribuição do perfil de renda ao longo do plano. Evidente que tal projeção tem forte dose de análise subjetiva e otimista, onde a tendência é elevar a participação dos estratos de maior renda, diminuindo na mesma proporção os de menor renda. O quadro 2.2 adiante mostra um exemplo simplificado de resultado de tal estudo, o qual será utilizado para ajustar o consumo per capita ao longo do tempo.

Quadro 2.2 - Resultado da projeção populacional por estrato de renda

Classe de Renda	População 1997		População 2017	
	hab	%	hab.	%
A	118.836	11,1	236.192	14,0
B	274.505	25,5	452.384	28,0
C	683.765	63,4	937.083	58,0
Total	1.077.106	100,0	1.615.659	100,0

Também nesta fase de estudo populacional procura-se caracterizar a população de projeto por tipo de problema atual de abastecimento ou de esgotamento, ou seja a situação sem projeto, e bem como do benefício que poderá advir do projeto, a situação com projeto, o que pode ser visto no quadro 2.3 adiante. A utilidade de tal caracterização se reflete nas análises econômicas do projeto, onde é fundamental se distinguir os benefícios de cada parcela da população.

Quadro 2.3 - Caracterização da população por situação/benefício do projeto

Abastecimento de água atual	Habit.	%	Abastecimento projetado	Habit.	%
População total da área	1.077.106	100	população total da área	1.615.659	100
população atendida na área	861.684	80	população atendida na área	1.534.876	95
população não conectada	215.422	20	população conectada – inicial	161.567	15
			população conectada – final	673.192	95
pop. Abastecida s/ tratamento	86.168	10	população c/ água tratada- inicial	247.735	23
				759.360	95
população com racionamento	258.505	30	população c/ água tratada – final	258.505	100
			pop. com atendidm. Regularizado		
Esgotamento sanitário atual	Habit	%	Esgotamento projetado	Habit.	%
População total da área	1.077.106	100	população total da área	1.615.659	100
população atendida	430.842	40	população atendida	1.373.310	85
população não conectada	646.264	60	população conectada – inicial	269.277	25
			população conectada – final	942.468	85
pop. Conectada s/ tratamento	344.674	80	população c/ tratamento- inicial	613.951	57
			população c/ tratamento- final	1.287.142	85

2.3. A conceituação da pesquisa do consumo

O consumo de água deve ser estudado em três segmentos distintos: (i) o residencial; (ii) o não residencial, que engloba o comercial, o industrial de pequeno porte e o público; (iii) o relativo aos grandes consumidores. Esta distinção entre o não residencial e o dos grandes consumidores se deve a que o consumo não residencial tem seu crescimento associado diretamente à evolução populacional, já que sua expansão acompanha em geral, de forma diluída, a expansão urbana. Por sua vez, os grandes consumidores industriais, de caracterização mais pontual, exige uma projeção mais complexa em função de seu processo industrial, ficando por isto restrito às indústrias existentes ou aos empreendimentos previsíveis no dado momento do projeto.

O modelo para estimativa do volume consumido residencial e não residencial (exceto dos grandes consumidores), se baseia nos consumos per capita micromedidos, específicos de cada sub-área e classe de renda determinada, o que possibilita ajustar dimensionamentos setoriais, assim como se obter o valor ponderado e ajustado de consumo médio de todo o projeto. Esta metodologia se toma mais exata quanto maior for o índice de economias micromedidas no sistema.⁷ Por isso mesmo, quando a área tem baixo

⁷ No DTA A2 são definidos os critérios de ponderação relativos à confiabilidade de informações obtidas mediante pesquisa direta de consumo e por extrapolação de outras áreas.

índice de hidrometração ou mesmo pequena confiabilidade na micromedição, recomenda-se a adoção de valores pesquisados em outras áreas, de semelhantes características sócio-econômicas, que sejam “bem medidas”, ou seja, com um bom número de hidrômetros funcionando.

O modelo se baseia em dados amostrais, selecionados por estrato de renda, sendo que os resultados obtidos nas sub-áreas estudadas, serão extrapolados para toda a área de projeto considerando os valores “per capita” por classe de renda e estratificação de renda de toda área.

2.4. A pesquisa do consumo residencial

Os usuários residenciais deverão ter sua demanda avaliada através de pesquisa de campo, levantando-se dados de consumos micromedidos nos 12 (doze) últimos meses consecutivos. A pesquisa consiste basicamente na correlação consumo/renda, sobrepondo em cada sub-área estratificada por níveis renda, os dados de consumos micromedidos levantados em cada setor/rota de faturamento da área comercial do concessionário. A pesquisa deve ser feita de forma dispersa, por amostragem, selecionando-se ligações representativas das classes e tipo de consumidores.

O tamanho da amostra deve ser determinada por método estatístico, como a utilizada pela FIBGE para pesquisa por amostragem. Definido o tamanho da amostra total, determina-se sua estratificação aplicando-se os percentuais de renda da população de projeto, como se vê no exemplo a seguir:

- Amostra total: 5.000 domicílios; classe A - 555 domicílios. classe B - 1.275 domicílios; classe C - 3.170 domicílios. Caso a amostra de uma determinada classe seja tão pequena que não tenha representatividade, a mesma deverá ser ajustada.

Conforme o estudo populacional estratificado, descrito no item anterior, os diversos bairros/sub-áreas do projeto serão presumivelmente caracterizados pela classe econômica preponderante, seja em função dos dados censitários de níveis de renda obtidos, seja pelas características marcantes evidentes à primeira vista. Escolhe-se aleatoriamente as ruas e logradouros de cada sub-área caracterizada, bem como é aleatória a escolha dos prédios/casas a serem pesquisadas. O quadro 2.4 a seguir mostra um exemplo de amostra:

Quadro 2.4 - Logradouros da amostra a ser pesquisada

Bairro/ sub-área	Logradouro	Classe
Jabaquara	Ruas 3 e 6 Rua B. Souza	A
Botelho	Rua Prof. Cançado Rua do Índio	B/C
Estufa	Rua do Cabral Rua Tiradentes	C

Escolhidas as ligações que serão pesquisadas, levanta-se no setor de faturamento da concessionária os 12 (doze) últimos volumes micromedidos destas ligações, assim como se obtém os registros de ocorrências com o hidrômetro da ligação pesquisada no período considerado. Para o prosseguimento da pesquisa, deverão ser descartadas da amostra as ligações em cujos hidrômetros tenham ocorrido, com a frequência de mais de 02 vezes em 12, anormalidades como as dos códigos 05 a 15 do quadro 2.5 adiante; ocorrendo uma frequência de 01 ou 02 vezes apenas, desprezam-se. para efeito de cálculo da média. os volumes dos meses correspondentes.

Quadro 2.5 - Códigos de ocorrência em leitura de hidrômetros

CÓDIGO	OCORRÊNCIA
00	Leitura normal
01	Irregularidade na proteção do hidrômetro
02	Vazamento antes do hidrômetro
03	Mais de um hidrômetro na mesma derivação
04	Casa fechada
05	Hidrômetro colocado irregularmente
06	Não tem hidrômetro
07	Vidro sujo

08	Vidro suado
09	Vazamento na caixa do hidrômetro
10	Hidrômetro com ponteiro irregular
11	Hidrômetro danificado
12	Vazamento depois do hidrômetro
13	Caixa cheia d'água
14	Hidrômetro soterrado
15	Imóvel não localizado

A segunda etapa da pesquisa consiste na aplicação de questionário domiciliar, com os dados do quadro 2.6 adiante, sendo que o número de moradores, os meses desocupados e a renda familiar se referem a média do período considerado das leituras, ou seja, os últimos 12 meses. O objetivo da pesquisa é correlacionar os dados do consumo medido (já excluídas as medições inexatas) com a ocupação recorrente no imóvel e a renda obtida pelos moradores no período considerado:

Quadro 2.6 - Questionário de pesquisa de ligação de água residencial

1. Endereço:.....	2. N.º de registro da conta:
3. Rua pavimentada(....) com passeio(....) sem passeio(....) Lote regular(....)	
4. Rua c/ escoamento superior de esgoto(....) destino do esgoto(.....)	
5. Casa(....) Edifício (....) N. de apartamentos (.....) área edificada(.....)	
6. N. de quartos(....) N. de Sanitários(....) playground(....) garagem(....) piscina(....) sauna(....)	
7. Acabamento luxo(....) médio(....) simples(....) 8. Renda familiar(.....)	
8. Meses desocupados (.....) 9. Observações:	

○ consumo per capita médio por imóvel será obtido conforme o quadro 2.7 a seguir:

Quadro 2.7 - Cálculo do consumo per capita por imóvel residencial

Mês	Ocupação (hab) Média no mês	Produto Nº dias x hab/mês	Consumo (m³) no mês	Per capita Médio/ano
Janeiro	6	186	18,5	
.....				
Julho	5	155	16,5	
.....				
Setembro	4	120	14,0	
.....				
Dezembro	4	124	17,0	112,8
Total		585	66,0	

Os dados obtidos nas pesquisas de campo serão compilados em um quadro, por bairro/sub-área e classe de renda, devendo ser calculada a média ponderada dos consumos per capita de cada imóvel pesquisado nesta área, usando-se como peso as populações residentes correspondentes, obtendo-se assim um valor médio de uma área homogênea, como se vê no modelo do quadro 2.8 a seguir:

Quadro 2.8 - Consumo médio per capita residencial de uma área homogênea

Classe de renda média: **B**

Rua	N. do Imóvel	N. médio de pessoas	N. pessoas acumulado	Per capita L/hab.dia	Volume Da ligação	Volume Acumulado
Bernardo Querido	54	4,75	4,75	112,8	535,8	535,8
Humberto Campos	181	4,20	8,95	125,3	526,3	1.062,1
Machado de Assis	633	8,50	17,45	109,8	933,3	1.995,4
Per capita médio = 114,3 L/hab.dia						

Os dados de consumo per capita de cada imóvel obtidos na amostra deverão sofrer um tratamento estatístico, objetivando saber se estes valores são muito variáveis, qual a variação e o desvio padrão da amostra. A partir deste trato estatístico é possível aplicar os valores de consumo per capita médios confiáveis para toda sub-área estudada. A projeção futura do consumo residencial poderá considerar, como se faz em geral de forma simplificada, como o valor do per capita constante por toda evolução populacional. No entanto, estudos mais precisos e complexos, como os que são exemplificados em anexos deste DTA, poderão avaliar as elasticidades de renda e de preço, exprimindo o reflexo que a variação da renda e a variação do preço terão sobre o consumo.

2.5. A pesquisa do consumo não residencial

A pesquisa do consumo não residencial pode ter uma amostra estimada de forma expedita, adotando-se, em cada sub-área, a relação percentual de ligações não residenciais (excetuando grandes consumidores) existentes sobre o total de ligações residenciais. Este índice, em geral em torno de 10 a 20%, incidirá sobre o tamanho da amostra residencial da sub-área, conforme o exemplo:

- Amostra total; 10% de 5.000 = 500; classe A: 56 ligações; classe B: 128; classe C: 316.

A pesquisa de campo segue o mesmo roteiro descrito para o consumo residencial. através de modelo próprio para ligações não residenciais, como se vê no quadro 2.9 a seguir:

Quadro 2.9 - Questionário de pesquisa de ligação de água não residencial

1. Endereço:.....	2. N. de registro da conta:
2. Rua pavimentada(.....) com passeio(.....) sem passeio(.....) Lote regular(.....)	
3. Rua c/ escoamento superf. de esgoto(.....) destino do esgoto(.....)	
4. Tipo de ocupação(.....) ramo de atividade(.....)	
5. Nº de lojas/escritórios(.....) Nº de sanitários(.....) garagem(.....) área edificada (.....)	
6. Acabamento luxo(.....) médio(.....) simples(.....)	
7. Nº de ocupantes(.....) meses desocupados(.....) 8. Observações:.....	

A triagem da amostra em função das anormalidades ocorridas nos medidores das ligações não residenciais segue também o descrito anteriormente, usando-se o modelo do quadro 2.5. O cálculo do consumo per capita não residencial segue o modelo do quadro 2.10 a seguir:

Quadro 2.10 - Cálculo do consumo per capita por imóvel não residencial

Mês	Consumo (m3)	N. de dias	Per capita L/lig.dia
Janeiro	60,0	31	
Abril	45,0	30	
Maio	55,0	31	
Agosto	40,0	31	
Dezembro	70,0	31	1.753,2
Total	270,0	154	

Em algumas localidades de fluxo turístico significativo deve-se levantar ainda a capacidade hoteleira, objetivando verificar a sazonalidade da flutuação populacional. A pesquisa se dará por amostragem, sendo os casos estudados divididos segundo a categoria de classificação, conforme se vê nos quadros 2.11 e 2.12 a seguir:

Quadro 2.11 - Amostragem de hotéis visitados

Bairro/ sub – área	Nº total de hotéis visitados	Categoria 4/5 Estrelas	Categoria 2/3 estrelas	Categoria inferior
Pontal	9	1	3	5
Caboré	10	2	3	6

Quadro 2.12 - Taxa de ocupação e consumo médio dos hotéis

Mês	Categoria 4/5 estrelas		Categoria 2/3 estrelas		Categoria inferior	
	Número de ocupantes	Consumo (m³)	Número de ocupantes	Consumo (m³)	Número de ocupantes	Consumo (m³)
Janeiro						
.....						
Março						
.....						
Maio						
.....						
..						
Julho						
.....						
.						
Outubro						
Dezembro						
Total						

Também os dados obtidos na amostra não residencial deverão sofrer o tratamento estatístico citado anteriormente, após o que os valores per capita médios confiáveis serão extrapolados para o cálculo do consumo não residencial em cada sub-área. A projeção do consumo não residencial incide sobre o consumo total do projeto de duas formas distintas: 1) uma para as ligações não residenciais dispersas pelas zonas residenciais/mistas, e 2) outra para as áreas estritamente comerciais. No primeiro caso, parte-se da premissa de que em geral o número de economias não residenciais, assim como o correspondente consumo, cresce, em cada sub-área e ao longo de todo o plano, diretamente com o incremento de economias residenciais, e seu correspondente consumo. Portanto, como projeção futura, os volumes residenciais e não residenciais crescerão na mesma proporção, salvo alguns casos que mereçam análise e projeções mais detalhadas.

No segundo caso, nas áreas estritamente comerciais - como os "centros" das cidades, os pólos turísticos ou ainda os centros administrativos, deve-se considerar a condição de ocupação que caracteriza tais áreas, lembrando que a expansão das mesmas pouco se correlaciona com o incremento residencial. Nesta situação, a projeção deve ser bem particular, onde predominará o crescimento do volume não residencial. O mesmo ocorre com os volumes consumidos pelos grandes usuários industriais, onde suas projeções devem ser analisadas considerando os seus planos de expansão.

2.6. Consumo total e demanda

O consumo total de cada sub-área do projeto é o somatório das parcelas calculadas - residencial, não residencial, e quando for o caso, as parcelas do turismo flutuante e dos grandes consumidores industriais. Para se chegar a demanda propriamente dita, nos projetos de abastecimento de água, deverão acrescentadas as perdas físicas do sistema. Os critérios de classificação, estimativa e controle das perdas físicas e não físicas são objeto dos DTA A2 e de toda a série C dos Documentos de Apoio do PNCDA.

Observa-se que mesmo a nível de cada sub-área se poderá ter demanda setoriais mais exatas, que incorpore sobre o consumo calculado somente as perdas que são inerentes a cada setor de abastecimento. Nessas condições, a demanda global de todo o projeto de água - calculada para dimensionamento do sistema de produção - nada mais será do que a somatória das demandas setoriais..

2.7. Análise de alternativas de projeto

2.7.1. Demanda e capacidade de oferta

O atendimento da demanda de um projeto pode abrir um leque de possibilidades que tem de ser comparadas técnica, ambiental, financeira e economicamente: a formulação e dimensionamento destas alternativas de projeto terão como ponto de partida o conhecimento real 1) tanto da quantidade demandada ao

longo do plano, 2) quanto da capacidade de oferta já instalada no sistema existente. Por isto mesmo torna-se relevante o diagnóstico de cada unidade existente no sistema, avaliando sua potencialidade e máxima otimização - incluindo as melhorias necessárias, da vazão do manancial à rede tronco distribuidora, no caso dos projetos de abastecimento de água, e da rede tronco coletora, tratamento e da capacidade do corpo receptor, no caso dos projetos de esgotos sanitários.

Nos projetos de água, quando a demanda estabelecida ao longo do plano confirmar a necessidade de expansão do sistema produtor de água, o estudo deverá se iniciar necessariamente, como pressuposto para a continuidade da análise, por um programa de redução e controle de perdas, conforme procedimentos contemplados nos DTA das séries C e D, o que implica na otimização da água ofertada. Para efeito da avaliação de alternativas, as unidades relevantes para serem quantificadas são: 1) a vazão segura do manancial (captação), 2) a capacidade real da ETA, e 3) a capacidade de transporte de adução (bruta e tratada) e da rede tronco. Observa-se que no caso da rede tronco (ou sub-adutoras de água tratada), se trata da capacidade total. Nos projetos de esgotamento sanitário, as unidades relevantes para avaliação são: 1) a capacidade real do tratamento, e 2) a capacidade de transporte dos interceptores e do emissário final, também lembrando que para os interceptores se trata da capacidade total do projeto.

O objetivo neste método é o de conhecer qual unidade é a limitante do sistema (a partir do que o sistema não poderá mais expandir seu atendimento). Explica-se melhor o que seja a capacidade limitante dos troncos distribuidores, por exemplo: alguns sistemas, mesmo tendo capacidade de produção e oferta satisfatória, tem atendimento racionado/intermitente em diversas áreas. Neste caso o diagnóstico indica que o “estrangulamento” do sistema são os troncos distribuidores, e a solução do projeto é típica de redistribuição da água ofertada. Foi isso o que se viu entre os projetos de água constantes dos programas do PMSS, entre os quais de diversas capitais, onde o traço comum também foi a relativa “folga” do volume produzido - que estão ainda sob os efeitos dos maciços investimentos em produção realizados na década passada, folga esta acentuada na projeção anterior de demanda – de consumos “per capita” altos e o decaimento, ao contrário do que se previa, da tendência do crescimento populacional.

Os quadros 2.12- água e 2.13- esgotos adiante exemplificam o estudo das capacidades mínimas (limitantes) para os projetos. Observa-se que as capacidades de 1999 e 2000 (anos das obras) são as capacidades já instaladas, sem a implantação do projeto. Para os anos seguintes, as capacidades serão a instalar, formuladas para cada alternativa de acordo com os critérios de modulação e de opções tecnológicas descritas na subseção 2.6.2, que segue:

Quadro 2.12: CAPACIDADE DO SISTEMA (l/s) - ÁGUA - Alternativa analisada: A
(Início de operação do sistema após implantado o sub-projeto (ano):2001)

Ano	Demanda	Captação (manancial)	Adução Á.Bruta	ETA	Adução Á.Tratada	Redes Tronco	Capacidade Limitante
	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
1999	4.000	10.000	5.000	4.000	5.000	5.000	4.000
2000	4.200	10.000	5.000	4.000	5.000	10.000	4.000
2001	4.410	10.000	6.500	5.500	6.500	10.000	5.500
2002	4.630	10.000	6.500	5.500	6.500	10.000	5.500
2003	4.862	10.000	6.500	5.500	6.500	10.000	5.500
2004	5.105	10.000	6.500	5.500	6.500	10.000	5.500
2005	5.360	10.000	6.500	5.500	6.500	10.000	5.500
2006	5.601	10.000	6.500	6.500	6.500	10.000	6.500
2007	5.853	10.000	6.500	6.500	6.500	10.000	6.500
2008	6.414	10.000	6.500	6.500	6.500	10.000	6.500
2009	6.117	10.000	6.500	6.500	6.500	10.000	6.500
2010	6.392	10.000	6.500	6.500	6.500	10.000	6.500
2011	6.648	10.000	9.000	7.500	9.000	10.000	7.500
2012	6.913	10.000	9.000	7.500	9.000	10.000	7.500
2013	7.190	10.000	9.000	7.500	9.000	10.000	7.500
2014	7.478	10.000	9.000	7.500	9.000	10.000	7.500
2015	7.777	10.000	9.000	9.000	9.000	10.000	9.000
2016	9.165	10.000	9.000	9.000	9.000	10.000	9.000
2017	8.049	10.000	9.000	9.000	9.000	10.000	9.000
2018	8.331	10.000	9.000	9.000	9.000	10.000	9.000
2019	8.622	10.000	9.000	9.000	9.000	10.000	9.000
2020	8.924	10.000	9.000	9.000	9.000	10.000	9.000

Quadro 2.13: CAPACIDADE DO SISTEMA (l/s) – esgotos - Alternativa analisada: A
(Início de operação do sistema após implantado o sub-projeto(ano)= 2001)

Ano	Demanda	Rede Tronco	ETE	Emissário Final	Capacidade Limitante
	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
1999	300	250	205	205	205
2000	318	250	205	205	205
2001	337	920	500	750	500
2002	357	920	500	750	500
2003	379	920	500	750	500
2004	401	920	500	750	500
2005	426	920	500	750	500
2006	449	920	500	750	500
2007	474	920	500	750	750
2008	500	920	500	750	750
2009	528	920	750	750	750
2010	557	920	750	750	750
2011	585	920	750	900	750
2012	614	920	750	900	750
2013	645	920	750	900	750
2014	677	920	750	900	750
2015	711	920	750	900	900
2016	743	920	900	900	900
2017	776	920	900	900	900
2018	811	920	900	900	900
2019	848	920	900	900	900
2020	886	920	900	900	900

O que se depreende das tabelas acima é a visão, para cada alternativa estudada, daquela que apresenta menor ociosidade das unidades consideradas, dentro da modulação e divisão das obras por etapas economicamente ótimas para cada unidade. Os fatores economicamente ótimos são os considerados no item a seguir.

2.7.2. Opções tecnológicas e modulação das unidades

A demanda calculada ao longo do período do projeto deverá ser comparada à capacidade instalada e a instalar de cada unidade em cada etapa. As capacidades a instalar deverão atender a demanda com o máximo de otimização, evitando ociosidades e buscando adiar investimentos, o que tomam as alternativas estudadas mais próxima daquela de mínimo custo. As opções tecnológicas que se abrem para formulação das alternativas estão condicionadas por fatores como: 1) o grau de operação desejado para o sistema, 2) pela oferta de materiais e equipamentos, e 3) pelas condições de modulação de cada unidade. A modulação e faseamento ótimo do projeto está condicionado ainda a maior ou menor acentuação da curva de demanda ao longo do projeto, ou seja, pelo diferencial de vazão de início e final de plano. Hoje, com as pequenas taxas de crescimento, poderão ocorrer etapas mais longas do que se vinha imaginando até então.

O horizonte de um projeto é definido, entre outros fatores, pela condição de retorno financeiro do investimento, o que em geral para projetos completos de saneamento básico gira em torno de 20 a 30 anos. Tal premissa vale para o projeto como um todo; contudo, cada unidade do sistema, seja de água ou de esgoto, terá, dentro deste horizonte, etapas de implantação que poderão variar de 5 até 30 anos, conforme a especificidade da unidade. No caso do abastecimento de água, quando assegurado a vazão firme do manancial de captação até o ano 20 ou 30, uma das unidades significativas a modular, em muitos casos pela sua extensão e custos, será a adução (de água bruta e tratada), cujos diâmetros deverão ser otimizados.

Tendo como indicativo de etapas horizontes entre 8 e 20 anos, a adutora - condicionada pelos diâmetros de mercado - deverá ser estudada numa matriz que tenha, de um lado, os diferentes horizontes/vazões

(em geral entre 7, 10, 15 e 20 anos, p. ex.) e, de outro, as velocidades ótimas de trabalho (em geral entre 1,0 a 1,8 m/s). Tais velocidades deverão ser avaliadas em função dos custos de investimento, o que é parametrizado pelos diâmetros comerciais existentes e pela extensão da tubulação, e dos custos de energia, o que é condicionado pela altura de recalque, sempre lembrando que a comparação de diâmetros deve ser calculado a valor presente ao longo do período estudado.

As elevatórias, por sua vez, terão a modulação do número de conjuntos estudada com a adução. Lembremos que de pouco adianta estudar adução e bomba com um mesmo horizonte, pois os mesmos tem vida útil diferente. O conjunto moto-bomba deve ter horizonte de 7 a 10 anos, visto ser esta a vida útil máxima dos equipamentos, e as instalações elétricas - de transformação, proteção e comando, poderão ter maior horizonte, de 10 a 12 anos. Em função do número de conjuntos e das etapas de implantação dos mesmos, a parte civil (casa de bombas, poço de sucção) das elevatórias poderá ter horizonte de 10 ou 20 anos.

A unidade de tratamento de água tem uma modulação parcial bastante diversificada. muito em função do lay-out e concepção técnica da mesma: os tanques de decantação, filtros e contato podem ter módulos de 5 a 10 anos, os equipamentos para 10 anos e os tanques de preparo e o depósito de produtos químicos, dependendo da sua disposição de 10 a 20 anos.

Os reservatórios por sua vez são de fácil modulação e seus horizontes giram em torno de 10 anos. A rede distribuidora (excluídas as sub-adutoras) é bem definida, com horizonte usual de 20 anos no mínimo, visto os custos de assentamento e a complexidade de implantação nas áreas urbanas.

A formulação das alternativas do esgotamento sanitário segue uma ótica bastante distinta da de água. Aqui, as opções tecnológicas se abrem num vasto leque, a começar pelo maior ou menor grau de descentralização do sistema, indo desde a 1) aglutinação total das bacias de esgotamento conduzindo a um só ponto de tratamento/lançamento final, passando a 2) aglutinação parcial através de várias possibilidades de combinação desta aglutinação, até o 3) tratamento/lançamento final confinado a cada bacia, numa total descentralização. Evidentemente alguns fatores técnicos e econômicos condicionam tais variações: a) a disponibilidade e custo das áreas; b) as condições de cada corpo receptor e o grau de tratamento dos esgotos adequado para os mesmos; c) a tecnologia do tratamento e o grau de operação possível diante das condições locais.

As alternativas de tratamento variam pelo porte do sistema em projeto e a experiência recente no país tem indicado a preponderância de algumas tecnologias de tratamento: a) a fossa - filtro para micro - bacias e o reator anaeróbio de fluxo ascendente (uasb), para micro e médias bacias. Ambos tratamentos podem ser seguidos de desinfecção e o último ainda podendo ser seguido de pós - tratamento, do tipo infiltração no solo, lagoa de maturação, filtro biológico ou mesmo lodo ativado compacto; c) as lagoas em série, para médias e grandes bacias; d) e o tradicional lodo ativado, para grandes bacias.

A modulação da unidade de tratamento dos esgotos por sua vez se condiciona aos tipos diferentes de tecnologia. A fossa - filtro e os reatores são de fácil modulação. e podem ter módulos de 5 a 10 anos; já as lagoas de estabilização exigem maior estudo, dado os fatores construtivos (movimento de terra), podendo ser modulados em 10 e 20 anos com o uso de módulos em paralelo, ou ainda da adição de unidades em série (como as lagoas de maturação) numa etapa posterior.

Quanto aos emissários por recalque e elevatórias de esgotos. a modulação, o diâmetro econômico, o número de conjuntos motor - bomba, e as obras civis, etc., seguem o roteiro e horizontes descrito para as adutoras de água.

Os interceptores e emissários por gravidade de menor diâmetro, assim como a rede coletora, tem um horizonte de projeto usual em torno de 20 anos a 30 anos, visto o significativo custo do assentamento e a complexidade de implantação nas áreas urbanas. Em alguns casos - como nos de grande diâmetro (>1.000mm), e quando ainda a curva de demanda tem crescimento acentuado, deve ser considerada a possibilidade de faseamento dos interceptores em torno de 10 anos. No caso ainda da rede coletora, as opções em análise devem considerar o cotejo da rede convencional com a condominial; esta, em sua forma ampla, inclui não só a opção dos ramais intra-lotes, como os ramais de passeio.

2.7.3. Comparação econômica das alternativas

Dentre as diferentes alternativas de modulação e faseamento formuladas que estão sendo objeto de análise, procura-se aquela de mínimo custo econômico (menor valor presente) ou de maior benefício econômico líquido (relação benefício/custo, quando os alcances das alternativas forem diferenciados). Obter esta alternativa pressupõe a comparação dos custos de investimentos, despesas de operação e manutenção, e ainda a comparação dos benefícios, todos trazidos a valor presente, de acordo com a taxa de desconto arbitrada (em geral de 10 a 12%). Ressalta-se que a comparação deverá contemplar a totalidade de cada alternativa estudada, incluindo as unidades comuns a todas as alternativas.

O quadro 2.14 adiante apresenta um modelo simplificado de avaliação comparativa para se obter o valor presente líquido de cada alternativa. A partir da população atendida de projeto, obtém-se a demanda pelo produto desta população com o consumo “per capita” médio obtido da pesquisa estratificada por faixa de renda, ao qual devem ser adicionadas as perdas. No caso de projetos de água, esta demanda deve ser igual ao volume produzido; no caso de projetos de esgotos, a demanda não inclui as perdas, porém soma a infiltração na rede.

O volume faturado, seja para água ou esgotos, significa a demanda de água menos as perdas. O produto deste volume e a tarifa média indica o faturamento, devendo ser considerada a eficiência de arrecadação, a partir do que se obtém a receita líquida. O quadro indica ainda os custos do projeto, quais sejam: a) investimentos iniciais e adicionais relativos aos investimentos principais (obras, materiais, equipamentos, projeto e supervisão) em cada etapa; b) aos investimentos de reposição (equipamentos, hidrômetros, etc. ao final de cada vida útil) e complementares (ligações prediais do crescimento vegetativo); c) custos de operação/manutenção (pessoal, produtos químicos, energia, manutenção e outros).

Da receita líquida subtrai-se, ano a ano, o custo total (investimentos + operação/manutenção), gerando o fluxo de caixa anual, o que levado no cálculo do “excel”, permite obter o VPL (valor presente líquido do fluxo de caixa) de cada alternativa.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boland, J.J. (1998) – Forecasting urban water use. Em Baumann, D.B.; Boland, J.J.; Hanemann, W.M. (1998). Pgs. 77 a 94.
- Baumann, D.B.; Boland, J.J.; Hanemann, W.M. (1998) – Urban Water Demand Management and Planning. McGraw-Hill. N. York.
- Bland, A. (1986) - Peak demand forecasting. Em Gardiner e Herrington (1986), pp. 47-56.
- Boaventura, S.G.S. (1986) - Consumo de água na Região Metropolitana de São Paulo. Anais. Simpósio Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público. São Paulo, outubro de 1986. IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo. Pgs. 63 a 98.
- Gardiner, V.; Herrington, P. (1986) - Water demand forecasting: proceedings of a workshop. Geo Books. Norwich.
- IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1986^a) - Anais. Simpósio Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público. São Paulo, outubro de 1986. IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo.
- IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1986^b) – Conservação de água. Bibliografia selecionada. Publicação IPT nº 1687. São Paulo.
- Jones, C.V.; Boland, J.J.; Crews, J.E.; et al. (1984) - Municipal water demand: statistical and management issues. Westview Press. Boulder.
- Montenegro, M.H.F. (1987) – Vazão em instalações hidráulicas prediais e consumo domiciliar na Cidade de São Paulo. Anais. Seminário Internacional CIB-W62 – Instalações hidráulicas e saneamento para regiões em desenvolvimento. IPT / EPUSP / CIB. São Paulo.
- Nucci, N. L. R. (1983) - Avaliação da demanda urbana de água. Aspectos econômicos e urbanísticos. A área edificada como possível variável explicativa. Revista DAE. nr. 135: 22 - 29.
- Rocha, W. dos Santos (s./d.) – A demanda por água e esgoto. Curso de Análise Econômica e Financeira de projetos de Saneamento. Fundação getúlio Vargas. Escola de Pós-Graduação em Economia. Brasília.
- SRHSH – Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Habitação do Estado da Bahia (1995) – Revisão e Atualização do Plano Diretor de Esgotos de Salvador. Vol. II - Estudos de População e Demanda. Consórcio Higesa – Hydros – Latin Consult. Salvador.
- U.S. Army Corps of Engineers – Institute for Water Resources (1998) – IWR-PLAN Overview. Arquivo Htm.
- U.S. Office of Water Research and Technology, (s./d.) – National Handbook of Recommended Methods for Water Data Acquisition. Chapter 11 – Water Use. Arquivo Htm.

**Demanda de água e área construída.
Método da EMPLASA – SP****Diretrizes para o Abastecimento de Água na Grande São Paulo (Emplasa, 1978)**

Este trabalho apresenta uma abordagem inovadora em muitos aspectos, a começar pela organização institucional que lhe deu origem. Trata-se de uma previsão feita por entidade metropolitana - a Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo - em articulação com a companhia estadual de saneamento (Sabesp), com a autoridade estadual de recursos hídricos (DAEE) e com os diversos serviços municipais autônomos que até hoje operam a distribuição de água em alguns dos municípios integrantes da RMSP. Foi coordenado, na Emplasa, pelo Arq. Farid Helou, que conferiu ao estudo e às diretrizes dele emanadas um caráter multidisciplinar e abrangente. O modelo em seu todo não chegou a ser utilizado no planejamento da demanda de água da RMSP, em grande parte porque muitas das diretrizes do Plano Metropolitano de Desenvolvimento Integrado, ao qual se vinculava, não foram implementadas. Mas o modelo teve repercussões importantes como critério alternativo de previsão de demanda (Nucci, 1984). Teve também o grande mérito de estabelecer correlações estáveis entre consumo e área construída (e, indiretamente, entre consumo e padrão sócio-econômico), que mais tarde seriam confirmadas em estratificação por faixa de renda feita para a revisão de metas do sistema metropolitano de esgotamento sanitário.

1.1. Determinantes do quadro institucional da RMSP nos critérios de previsão

O planejamento urbano e a operação do sistema integrado de abastecimento da RMSP envolvem uma multiplicidade de agentes que interferem decisivamente nas perspectivas de evolução da demanda de água. Inicialmente há que se considerar que 45% do território da metrópole paulista encontram-se sobre área de proteção a mananciais. Essa condição obriga a um tratamento distinto das perspectivas de evolução urbana nessas áreas, que abrangem diferentes municípios da Região. Por outro lado, a perspectiva de expansão urbana mais contida nas áreas protegidas depende da ação efetiva dos municípios no cumprimento das diretrizes gerais metropolitanas relativas a uso e ocupação do solo.

O exercício de previsão de demanda urbana de água naquele estudo foi atrelado às posturas do Plano Metropolitano de Desenvolvimento Integrado, que seria implementado através do SPAM - Sistema de Planejamento e Administração Metropolitana. Esse sistema respondia pela maior parte das competências do Estado (de São Paulo) no ordenamento metropolitano, dentre elas (cfr. Emplasa, 1978, pg 2):

- o estabelecimento de normas para o cumprimento e o controle do planejamento integrado da Região Metropolitana;
- a unificação da execução dos serviços comuns de interesse metropolitano;
- a coordenação dos programas e projetos de interesse metropolitano;
- o estabelecimento de normas gerais para a execução dos serviços comuns de interesse metropolitano e o seu cumprimento e controle.

Eram (e continuam sendo) também relevantes os usos de água por grandes consumidores industriais, que em geral captam suas águas diretamente de mananciais superficiais ou subterrâneos e, como tal, seriam regulados e controlados pela autoridade estadual de recursos hídricos - o DAEE - e não pela entidade de coordenação metropolitana.

Inicialmente, os estudos de demanda consideraram cinco grandes categorias de zonas definidas no âmbito do planejamento metropolitano, como segue (Emplasa, op. cit., pgs 14 - 15).

- Zona 1 - a recondicionar a reconstrução do uso do solo - prevenindo os efeitos de congestão de espaços e equipamentos de interesse coletivo e promovendo aproveitamento de áreas para funções que precisam situar-se na zona central.

- Zona 2 - a completar ocupação - de forma a aproveitar o potencial gerado pelas condições de acessibilidade e infra-estrutura, evitando retenção de terrenos vazios ou sub-ocupados.
- Zona 3 - a condicionar a expansão da área urbanizada - à extensão programada dos serviços públicos, evitando a urbanização dispersa, incompleta, antieconômica para os equipamentos públicos e predatória do sítio natural.
- Zona 4 - a dinamizar a urbanização - de forma a acelerar nos setores prioritários de urbanização a ocupação de áreas beneficiadas por grandes equipamentos, especialmente transportes de massa.
- Zona 5 - a conter a urbanização - impedindo a invasão de áreas necessárias para a proteção de recursos naturais ou áreas de reserva, necessárias a usos não urbanos ou à urbanização a ser posteriormente planejada.

Essas categorias são combinadas, no trabalho da Emplasa, com algumas diretrizes gerais que regem o planejamento do sistema de abastecimento de água, como segue (Emplasa, op. cit., pg 19).

- a) distribuição espacial e temporal das demandas, levando em conta as diretrizes mais gerais de desenvolvimento urbano, como desconcentração metropolitana, urbanização preferencial na direção leste-oeste, proteção de mananciais e as específicas das demais zonas;
- b) estabelecimento de prioridade para atendimento das demandas;
- c) definição do sequenciamento do desenvolvimento de mananciais, tendo em vista a mais rápida implantação da legislação de proteção dos mananciais e os usos múltiplos dos mesmos;
- d) abastecimento industrial, levando em conta o zoneamento ora em proposição pelo SPAM;
- e) normas e diretrizes específicas.

1.2. Distribuição espacial e temporal das demandas de água

Nas áreas de proteção a mananciais foram feitas distinções entre as áreas de classes A e B conceituadas na legislação estadual competente, que correspondem respectivamente a núcleos urbanos existentes por ocasião da promulgação da lei (1975) e a zonas de expansão urbana envolvendo as primeiras. Mediante a aplicação desses critérios o estudo estabelecia as populações de saturação nas áreas protegidas.

Utilizou-se, tanto para as áreas de proteção a mananciais como para as demais, o conceito de ocupantes equivalentes por edificação, então estimados pelo valor médio de 4,3. Na determinação das populações equivalentes de saturação nas zonas protegidas de classe A foram identificados quatro grupos de núcleos urbanos com características urbanísticas semelhantes (Emplasa, op. cit., pg 26 - 27):

- prolongamento da mancha conurbada - correspondentes às partes da área conurbada da metrópole que adentraram as áreas de proteção;
- núcleos que contêm sedes de municípios;
- núcleos isolados;
- núcleos satélites, formados por pequenas áreas próximas a áreas de qualquer das três categorias precedentes.

As densidades demográficas equivalentes, nesses núcleos, foram avaliadas a partir de mapas do Sistema Cartográfico metropolitano (na escala 1:2000), de fotografias aéreas e de inspeções locais. As plantas em escala 1:2000 foram quadriculadas conforme disposto na lei estadual 1172/76 e sobre cada uma das quadriculas efetuou-se uma contagem de número de edificações, considerando o núcleo urbano como um todo e uma região típica saturada de cada um dos núcleos urbanos. Dessa maneira se obtiveram as populações e densidades equivalentes para os núcleos urbanos como um todo e para suas regiões típicas de saturação. Utilizaram-se critérios estatísticos para a determinação das densidades demográficas médias e de saturação nessas áreas, variando de 100 a 150 ocupantes equivalentes por hectare, respec-

tivamente para os núcleos satélites e para os prolongamentos de mancha conurbada.

Para as demais áreas da Região Metropolitana, fora da abrangência da proteção aos mananciais, as estimativas de população levaram em conta as intencionalidades contidas no planejamento. Para a avaliação das demandas de água procurou-se definir faixas de consumo unitário que levassem em conta a ocupação do solo, o grau de terciarização, a verticalização, o nível de renda e outras. Obteve-se, como resultado, uma correlação bastante estável entre consumo de água e área construída.

A estabilidade da correlação entre consumo e área construída, maior que a do conceito de consumo per capita é explicada, no estudo da Emplasa, a partir da constatação de que (Op. cit., pg 35 - 36):

- o efeito renda é atenuado, pois o aumento da renda per capita implica também no aumento da área construída per capita;
- o efeito da terciarização⁸ é também atenuado, pois se o consumo individual é baixo, o número de pessoas por m² é também maior.

A expressão escolhida como a que melhor exprimiu a variação da quota unitária de consumo foi:

$$q = 15,0 \frac{Arc}{Atc} + 8,0 \frac{Acc}{Atc} + 5,8 \text{ (para } Arc + Acc > 0,35 Atc)$$

sendo

q - a quota unitária de consumo, expressa em l/m²/dia;

Arc - área residencial construída;

Acc - área comercial construída;

Atc - área total construída.

Dentro desse intervalo de validade, o consumo típico obtido para a Grande São Paulo foi de 7,0 l/m²/dia, com nível de significância de 95%.

Uma vez fixada essa correlação, o estudo de demanda passa a ser conduzido, predominantemente, pela estimativa de áreas construídas existentes e a construir em cada zona homogênea da Metrópole.

As zonas homogêneas resultaram de uma superposição de critérios de sub-regionalização da RMSP com os setores de abastecimento. As projeções de evolução das áreas construídas, em cada uma delas, para os anos de 1990 e 2000 foram feitas com base nos cadastros municipais de áreas construídas e nas estimativas populacionais dadas pelas pesquisas origem / destino realizadas pela Emplasa em 1977. Para a detecção do processo de terciarização, foram feitos levantamentos de variação de uso em dois distritos do município de São Paulo e sobre os principais municípios do ABC.

1.3. Desdobramentos posteriores do modelo descrito

Observa-se que mediante a aplicação desse critério, que nunca chegou a ser adotado na íntegra para o planejamento da oferta de água por parte dos serviços da RMSP, obteve-se uma distribuição de curvas iso-consumo que mais tarde viria a ser confirmada por estudos de campo da Sabesp que registraram uma efetiva tendência decrescente em direção à periferia (Boaventura, 1986).

A partir da divisão entre população e área construída das zonas homogêneas - lembrando que a área construída, no modelo, é correlacionada a um padrão estável de consumo - foi obtida uma distribuição de zonas iso-consumo em que os volumes consumidos per capita variavam de cerca de 100 a cerca de 500 litros por dia. Nos estudos para revisão de metas do sistema integrado de esgotamento sanitário da Região Metropolitana - Sanegran - as faixas obtidas variaram de 98 a 271 litros por pessoa por dia, entre as 45 bacias de esgotamento analisadas no Município de São Paulo e mais 30 municípios integrantes da RMSP (Boaventura, op. cit.). Os histogramas construídos no estudo de Boaventura (op. cit.) indicam

⁸ Terciarização entendida como o processo de transformação de edificações e áreas de uso residencial para o abrigo de serviços.

maiores freqüências de consumo residencial per capita⁹ nas faixas de 111 a 140 l/p.dia (38%) e de 141 a 170 l/p.dia (35%), o que aproximadamente converge para as grandes áreas iso-consumo entre 150 e 200 l/p.dia e entre 200 e 250 l/p.dia definidas no estudo da Emplasa, que incorporam todas as demandas residenciais e não residenciais exceto grandes consumidores.

Ainda que haja diferença de valores existe uma nítida coincidência de tendências observadas, especialmente no que respeita o padrão decrescente de consumo em direção à periferia, que é onde se concentram os domicílios com menor área construída. A correlação entre área construída e consumo mostra-se consistente, ainda que os valores obtidos no estudo da Emplasa para a RMSP apresentem uma tendência sistemática de estimativa a maior, acentuada com respeito aos domicílios de maior área¹⁰.

No modelo de previsão de demanda IWR-MAIN, descrito no anexo III, a área construída também constitui elemento privilegiado de correlação.

⁹ Conceito de consumo real, que no estudo da Sabesp (Boaventura, op. cit.) corresponde ao residencial líquido, sem incorporar as incidências de outros usos.

¹⁰ Técnicos da SABESP consideram que hoje há distorções importantes nestes estudos em função da demanda reprimida em bairros periféricos sujeitos a interrupção de consumo.

Estimativa de demanda de água na R.M. de Salvador

Revisão do Plano Diretor de Esgotos de Salvador (SRHSH, 1995)

O projeto de Revisão e Atualização do Plano Diretor de Esgotos de Salvador (SRHSH, 1995), em seu Volume II apresenta estudos de projeção da população e de consumo de água que, embora voltados – como no caso da revisão do Sanegran, em São Paulo – para a previsão de vazões a esgotar, introduzem elementos inovadores na estimativa de demanda. O estudo emprega diferentes critérios alternativos de previsão de população e de demanda e compara os resultados obtidos com tendências localizadas observadas em menor escala, permitindo avaliação mais precisa sobre quais critérios melhor expressam a realidade do conjunto.

II.1. Estudo sobre população na escala da cidade

No que respeita a estimativa de crescimento populacional para o período 1991-2017 no Município de Salvador, o estudo emprega os seguintes critérios:

- regressão das taxas decenais de crescimento;
- método logístico;
- método das taxas de crescimento decrescentes;
- regressão da curva de progressão geométrica;
- regressão da curva parabólica;
- método da comparação gráfica.

Todos os critérios partem de um conhecimento anterior do crescimento populacional no período 1960-1991, de acordo com os dados dos respectivos censos demográficos. O que muda são os métodos como se projetam as tendências passadas para o futuro, obtendo-se resultados diferentes.

As taxas geométricas anuais de crescimento demográfico em Salvador, como na maioria das cidades brasileiras, apresentam uma queda significativa ao longo das três décadas estudadas, como segue (cfr. SRSH, 1995):

Tabela II.1. Previsão de demanda em Salvador. Crescimento demográfico.

DECÊNIO	TAXA GEOMÉTR. MÉDIA ANUAL (%)
1960/1970	4,69
1970/1980	4,10
1980/1990	3,03

Dependendo de como se trate estatisticamente essa evolução das taxas geométricas, define-se uma tendência distinta para a curva correspondente ao período seguinte àquele para o qual se dispõe de dados históricos, no caso desse estudo em particular, estabelecido até o horizonte de 2017.

Os resultados obtidos no estudo de Salvador, aplicando-se os diferentes critérios são, sempre segundo a mesma fonte, os seguintes:

Tabela II.2. Salvador. Comparação de resultados de projeção de população.

MÉTODO	PROJ. 2000	PROJ. 2005	PROJ. 2010	PROJ. 2017
regressão das taxas decenais de crescimento	2.538.156	2.727.587	2.931.155	3.060.758
método logístico	2.456.787	2.634.016	2.778.856	2.932.341
método das taxas de crescimento decrescentes	2.400.819	2.541.699	2.659.020	2.791.063
regressão da curva de progressão geométrica	3.058.302	3.706.567	4.492.244	5.879.650
regressão da curva parabólica	2.636.158	2.973.990	3.331.052	3.863.241
método da comparação gráfica*	2.700.000	3.250.000	3.700.000	4.500.000

*) valores estimados a partir de leitura de gráfico

Tirando o método de comparação gráfica¹¹, os demais refletem procedimentos estatísticos que - para os dados de Salvador - alternativamente reforçam, neutralizam ou revertem a tendência decrescente das taxas geométricas. Esses comportamentos são associados às curvas que tipicamente se definem a partir das equações que caracterizam cada um dos procedimentos.

São procedimentos que reforçam as tendências passadas (de diminuição das taxas geométricas de crescimento):

- regressão linear das taxas decenais de crescimento;
- método logístico;
- método das taxas de crescimento decrescentes.

É procedimento que neutraliza a tendência decrescente das taxas, aproximando-se portanto de uma projeção direta da última taxa registrada:

- regressão da curva parabólica.

É procedimento que reverte a tendência decrescente, admitindo uma recuperação de taxas geométricas de crescimento cada vez maiores no período:

- regressão da curva de progressão geométrica.

Sem entrar no mérito de cada um dos procedimentos, é importante observar que todos eles são alternativas válidas de projeção e que a adequação a cada caso deve ser estudada a partir dos dados de realidade que, projetados em um sistema de eixos cartesianos, melhor se aproximem da configuração típica de cada um deles. Também são válidas considerações de corte qualitativo - como a maturação ou saturação de uma determinada tendência, a partir de conhecimento objetivo da realidade - na escolha de procedimentos que envolvem inflexões ou reversões futuras ainda não registradas nas séries históricas de origem.

No caso de Salvador, essas considerações levaram os autores do estudo a eleger a o procedimento de regressão da curva parabólica como o mais adequado para aquela realidade em particular. Naquele caso essa escolha implicou admitir que as tendências decrescentes não continuariam no período considerado até o horizonte de estudo (2017). Isso não significa, por suposto, que em outras realidades urbanas do país devam ser assumidas as mesmas hipóteses.

É importante ressaltar que os resultados obtidos no estudo de Salvador, no que respeita o caráter de reforço, neutralização ou reversão de tendências associado a cada procedimento de estimativa, não são necessariamente indicativos de um comportamento geral. As curvas logística e parabólica, por exemplo, podem apresentar resultados tendenciais muito diferentes dos obtidos no estudo citado, dependendo do ponto particular em que, nas respectivas curvas, se inserem as origens dos dados históricos disponíveis. É

¹¹ No estudo citado este procedimento foi incluído apenas com o intuito de verificar a hipótese (não confirmada) de possível analogia com o processo de crescimento populacional da cidade do Rio de Janeiro nas décadas anteriores.

essa inserção particular que determina, em cada caso, o caráter de reforço, de neutralização ou de reversão das tendências passadas para as projeções futuras.

II.2. Estudo sobre população na escala da bacia de esgotamento

O estudo de Salvador, como já comentado, diz respeito ao esgotamento sanitário, portanto as desagregações aplicáveis foram feitas para escala das bacias de esgotamento. Inobstante o objeto deste DTA ser a demanda de água para abastecimento público, o critério de desagregação é análogo.

Foram trabalhadas 43 bacias de esgotamento dos municípios de Salvador e Lauro de Freitas (na RMS), tendo os ajustes locais - para cada bacia - considerado, dentre outras, as seguintes variáveis:

- indicadores indiretos de saturação demográfica
- consolidação da ocupação habitacional;
- disponibilidade de áreas para expansão urbana;
- tendências de mercado imobiliário
- disponibilidade (e preço) de terrenos para construção na zona considerada, como fator de atração;
- custo elevado de terreno nas zonas mais centrais, como fator de expulsão;
- disponibilidade de infra-estrutura social (equipamentos coletivos) na zona considerada;
- dados de população flutuante
- fluxos de passageiros;
- disponibilidade de hospedagem na rede hoteleira.

Sem entrar no detalhe de cada uma das variáveis consideradas e dos procedimentos específicos adotados, é importante atentar para que os ajustes em micro-escala são feitos a partir de especificidades detectadas em cada área e que a somatória dos vários resultados locais subordina-se ao resultado obtido inicialmente para o conjunto da Região Metropolitana. Dessa maneira são compatibilizadas observações locais, de corte qualitativo, com estimativas populacionais calculadas a partir dos censos. Esse procedimento de ajustes sucessivos é metodologicamente acertado e é análogo ao que se utiliza no manejo de estatísticas de escala regional com relação aos grandes agregados nacionais.

II.3. Estudo sobre parâmetros de consumo de água

Estimadas as populações com base nos critérios resumidamente descritos nos itens precedentes, o estudo trabalha os parâmetros de consumo de água sobre três componentes básicos:

- consumo per capita residencial útil (Pc.r.u.) composto pelos diversos usos domésticos da água, expresso em litros por pessoa por dia;
- consumo per capita não residencial útil (Pc.nr.u.) compostos pelos demais usos, estimado para o conjunto da área considerada (RMS) e rateado pela população coberta, também expresso em l/p.d;
- perdas de água no sistema de distribuição, conceituado como “[a] diferença entre o volume fornecido de água tratada e o volume efetivamente utilizado (volume útil) no mesmo período, avaliada também na forma de população equivalente e numericamente representada por um percentual do ‘per capita’ total” (SRHSH, op. cit., Cap 3, Vol. II, pg 2).

A estimativa de consumo residencial útil é estratificada segundo três classes de rendimentos, distribuídas sobre amostra obtida a partir de regressão dos coeficientes de variação, utilizando parametrização fixada pelo IBGE para a cidade de Salvador. Com base nesses critérios a amostra foi fixada em 4350 domicílios e a estratificação ajustada - aproximadamente nas mesmas proporções das PNADs¹² - para 10% na classe A (renda familiar acima de 20 salários mínimos); 20% na classe B (r.f. entre 5,6 e 20 salários mínimos) e 7% na classe C (r.f. inferior a 5,6 salários mínimos). Sobre esses critérios aplicou-se ainda uma

¹² Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, do IBGE.

Tabela II.3. Previsão de demanda em Salvador. Pc.r.u. por classe de renda.

CLASSE	TIPO DE IMÓVEL	CONSUMO PER CAPITA RESIDENCIAL MÉDIO ÚTIL
A	EDIFÍCIO	317,52
	CASA	317,92
B	EDIFÍCIO	240,51
	CASA	190,48
C	EDIFÍCIO	160,34
	CASA	99,76

sub-amostragem, separando os domicílios pesquisados em casas e apartamentos. Os resultados obtidos, antes da fixação dos intervalos de confiança por classe, segundo critério de variância foram os que seguem.

Os resultados refletem os consumos médios constantes das contas de água no período de agosto a dezembro de 1992, tendo sido excluídos do cômputo os domicílios que tivessem apresentado falhas de hidrometração, de leitura ou outras que, por mais de dois meses no período considerado tivessem apresentado registro de consumo faturado pela média.

Na composição dos consumos per capita úteis, conforme conceitos definidos no início deste item, agregaram-se as parcelas de consumo não residencial útil e de perdas na rede a partir do rateio das respectivas incidências globais no sistema de distribuição da RMS. No caso dos consumos não residenciais úteis o volume foi obtido por dedução das contas residenciais do volume faturado total, aplicado sobre uma incidência aproximada de 10,5% de edificações não residenciais sobre as residenciais. Feitas as ponderações relativas ao maior volume faturado por economia não residencial¹³, chega-se a uma relação geral entre volumes úteis que corresponde a uma incidência de 24% de consumo não residencial sobre o residencial. No caso das perdas na rede, foi fixado um percentual de 30%, que equivale às metas da Embasa para o ano de 1997¹⁴. Compostos por classe de renda, os volumes obtidos resultam na distribuição que segue.

Tabela II.4. Salvador. Consumo per capita total por classe de renda.

Classe de renda	Residencial útil	Não resid. útil	Perdas	Total
A	318	76	169	563
B	217	52	115	384
C	102	24	54	180

Feitas as análises de variância, relacionando a amostra e o desvio padrão por cada categoria, foram obtidos os seguintes resultados para os volumes residenciais úteis.

Tabela II.5. Salvador. Valores de consumo per capita residencial para intervalo de confiança de 95%.

Classe	Tipo de imóvel	Pc.r. médio p/ intervalo de confiança de 95%
A	Edifício	de 296,6 a 365,4
	Casa	de 279,7 a 356,1
B	Edifício	de 220,0 a 261,0
	Casa	de 150,1 a 230,8
C	Edifício	de 154,2 a 166,5
	Casa	de 91,2 a 108,3

¹³ O estudo admite que os volumes faturados correspondem aos volumes úteis consumidos em cada categoria.

¹⁴ Observa-se que, diferentemente dos consumos úteis residenciais e não residenciais, levantados a partir de dados operacionais objetivos, as perdas estimadas refletem metas, como tal não necessariamente realizadas. Observa-se ademais que a aplicação de percentuais do consumo útil para perdas pode não refletir a realidade operacional (ver DTA A2).

O estudo da SRHSH incluiu também a pesquisa de elasticidade de demanda de preço e de renda, obtendo valores de elasticidade de preço de -0,1580 para a média dos consumidores e de -0,249 para os consumidores de classe C. O resultado confirma a natureza geralmente inelástica do consumo da água e o fato de que os grupos de menor renda são mais sensíveis às alterações de preço do que a média dos consumidores. Verificadas as variações nos intervalos de confiança de cada classe de renda e as perspectivas de alteração de preço da água e de renda dos usuários no período analisado, observa-se que aquelas tendem a ser mais amplas que as atribuíveis a estas, não havendo portanto necessidade de alterar as faixas estimadas de consumo útil per capita residencial obtidas pelo critério anterior.

Elementos do método IWR-MAIN

Exemplo de modelo integrado de previsão - IWR-MAIN¹⁵

III.1. Antecedentes e funcionamento geral do programa

O modelo de previsão IWR-MAIN - sigla para *Institute Water Resources - Municipal and Industrial Needs* - foi desenvolvido pelo *U.S. Army Corps of Engineers* em fins da década de 1960, inicialmente para aplicação em computadores de grande porte e hoje disponível em *software* para microcomputador, como evolução de um sistema anterior de previsão conhecido como MAIN II, de autoria do escritório *Hittman Associates Inc.*, por encomenda do antigo *Office of Water Research and Technology*. Aquele sistema, por sua vez, foi baseado nos conhecidos estudos de Howe e Linaweaver¹⁶ sobre demanda de água nos Estados Unidos, que de forma pioneira sistematizaram séries históricas que relacionavam padrões de demanda de água a diferentes variáveis.

As principais inovações trazidas para o IWR-MAIN, com respeito ao programa original foram:

- a) o programa passou a funcionar como um sistema interativo de entrada de dados, edição, modificação de banco de dados e geração de relatórios, em vez da forma original em processo *batch*;
- b) os coeficientes foram transformados de maneira a aceitar informações econômicas em Dólares de 1980.

Essas alterações permitiram maior flexibilidade ao programa, que passou a aceitar variáveis específicas, coletadas nas localidades de aplicação, em seus bancos de dados.

O modelo de previsão IWR-MAIN é tipicamente um sistema de análise multivariada, que relaciona o consumo de água a um conjunto de variáveis urbanas, sócio-econômicas, ambientais e tecnológicas. O modelo considera quatro grandes tipos de uso da água: (i) residencial; (ii) comercial / institucional; (iii) industrial; (iv) público e não contabilizado. Os procedimentos de estimativa associados a essas categorias incluem modelos econométricos de demanda (residencial), coeficientes de utilização (comercial / institucional e industrial) e consumos per capita (alguns tipos de uso público).

Para cada período de uso futuro o consumo é projetado segundo um dos seguintes quatro métodos alternativos: (i) modelos de crescimento interno; (ii) extrapolação de dados históricos; (iii) projeções feitas externamente ao modelo, assumidas como dados do problema; (iv) combinações de quaisquer das três alternativas anteriores.

Conforme pode ser observado na tabela III.1, relativa à estrutura do modelo, o uso residencial é subdividido em categorias de economias medidas e não medidas, e mais, ligadas à rede de esgoto e a sistemas de fossas sépticas. Esta última subdivisão é importante para a caracterização das propriedades suburbanas dos EUA, uma vez que naquele país os sistemas de fossas sépticas são fortemente regulados e sua utilização implica padrões de consumo diferenciados com relação aos de domicílios conectados à rede coletora. No Brasil, as tarifas de esgoto são geralmente cobradas como uma função do consumo de água e, no caso de fossas sépticas ou outras alternativas de disposição local de efluentes, não se dispõe de sistemas regulados com políticas tarifárias específicas. Uma eventual adaptação deste modelo para uso no Brasil certamente não deverá manter a mesma subdivisão original, pois os dados relativos a ela não são hoje sistematizáveis.

No que respeita os usos não residenciais, o modelo associa coeficientes de consumo a parâmetros típicos de mensuração daqueles usos, prevendo um certo número de padrões pré-estudados (fornecidos) e abrindo a possibilidade de entrar com mais um certo número de novos padrões, especificamente estudados em

¹⁵ Adaptação de Jones, Boland, Crews et al. (1984). Resumo e tradução livres, mais comentários explicativos do autor.

¹⁶ Para uma revisão bibliográfica ampla da literatura técnica que deu origem a esse tipo de modelagem, ver IPT (1987b).

cada caso. Os números de padrões pré-estudados (fornecidos) e novos (disponíveis em aberto na rotina de cálculo) são especificados na Tabela III.1.

Tabela III.1 - Estrutura Interna do Modelo IWR-MAIN

Tipo de uso	Categoria
RESIDENCIAL	micromedido e ligado à rede coletora de esgoto uso doméstico chuveiros automáticos* micromedido esgotado por tanques sépticos uso doméstico chuveiros automáticos* tarifa única e ligado a rede coletora de esgoto uso doméstico chuveiros automáticos* tarifa única esgotado por tanques sépticos uso doméstico chuveiros automáticos*
COMERCIAL / INSTITUCIONAL	Subdividido por tipo de estabelecimento até 50 categorias disponíveis - 28 categorias fornecidas
INDUSTRIAL	Subdividido pelo Código SIC** de três dígitos até 200 categorias disponíveis - 140 categorias fornecidas
PÚBLICO / NÃO CONTABILIZADO	Subdividido por tipo de uso da água até 30 categorias disponíveis - 3 categorias fornecidas

*) Modelos separados de contabilização para estados do leste e do oeste dos EUA.

**) Código *Standard Industrial Classification* dos EUA.

III.2. Informações necessárias para alimentar o modelo

As cinco tabelas que seguem tratam de como se alimenta o programa com informações específicas relativas aos usos e categorias definidos na estrutura geral. Para isso utiliza-se um exemplo de aplicação do programa descrito na referência bibliográfica de base desta seção (James, Boland, Crews et al., 1984), sobre uma cidade norte-americana de cerca de 100 mil habitantes, presumivelmente localizada em uma aglomeração urbana maior. As informações tratadas atestam um nível de sofisticação dos bancos de dados estatísticos e de conhecimento da realidade urbana em geral que seria dificilmente atingível, hoje, na maioria das cidades brasileiras.

Na tabela III.2, de dados gerais para o ano base (no exemplo, 1980), são registradas informações chave para a identificação da área, para o estabelecimento de correlações de consumo urbano para comparação com outras cidades e para o monitoramento futuro de evolução e revisão de premissas assumidas.

Tabela III.2 - Exemplo de aplicação IWR-MAIN. Dados gerais – ano base.

Parâmetro	Valor
Ano calendário dos valores correntes	1980
Latitude da área de estudo	39,865
Longitude da área de estudo	75,363
População da área de estudo	101.940
Densidade populacional bruta da área de estudo	3.842
Fração da população com idade entre 20 e 29 anos	0,28
Postos de trabalho (total) na área de estudo	43.295
Postos de trabalho em transportes, comunicações e outros serviços de utilidade pública	1.170
Total de postos de trabalho no setor serviços	12.650
Renda pessoal per capita (US\$ de 1980)	7.123
Índice de preço da construção (<i>Department of Commerce</i>)	103

Na especificação de dados relativos a consumo residencial (Tabela III.3), incluem-se as faixas de valor das propriedades no mercado imobiliário com elementos relevantes para a previsão de consumo de água. Deve-se notar que o modelo prevê, em sua estrutura, a entrada de domicílios sem micromedição e, para esses, o valor da propriedade é o melhor definidor do padrão de consumo. No caso do Brasil, as enormes disparidades e flutuações de mercado imobiliário, associadas à pouca clareza dos critérios de avaliação, torna essa informação virtualmente indisponível para a maioria das cidades.

Tabela III.3 - Exemplo de aplicação IWR-MAIN. Dados sobre uso residencial* 1980.

Parâmetro	Valor
Faixa de valores de propriedade	
Limite inferior (US\$ de 1980)	50.000
Limite superior (US\$ de 1980)	80.000
Número de unidades ocupadas na faixa de valor	5.081
Preço marginal da água (US\$ de 1980/ 1000 gal)	
Média anual	1,03
Sazonal de verão	1,03
Fator de correção da avaliação de valor da propriedade	1,0
Densidade habitacional (unidades / acre)	1,5
Número médio de habitantes por domicílio	2,85

*) dados para faixa de valor de casas isoladas; dados similares devem ser fornecidos para outras faixas.

Na tabela III.4, sobre os dados de usos comercial e institucional, observa-se um grande nível de detalhe no registro das atividades comerciais. O modelo inclui subrotinas de cálculo que permitem associar, mediante regressão linear, alguns indicadores básicos - como população, renda e estrutura de emprego - a atividades específicas para as quais não se possa contar com dados diretamente levantados. Essas regressões são baseadas em dados reais levantados em cidades americanas e têm seu campo de aplicação restrito aos tipos de cidade para os quais se fizeram os levantamentos. Uma eventual adaptação do programa para uso no Brasil envolveria, por suposto, o estabelecimento de tipologias e correlações próprias.

Tabela III.4 - Exemplo de aplicação IWR-MAIN. Dados sobre usos comercial e institucional 1980.

Parâmetro	Valor	Empregados
Cadeiras de barbeiro	65	63
Lugares em salões de beleza	285	286
Garagem de ônibus, área (pés quadrados)	1.500	10
Postos de lavagem de automóveis, área (pés quadrados)	13.265	79
Igrejas (nº de membros)	43.834	651
Clubes de golfe e natação (nº de membros)	850	32
Pistas de boliche	24	20
Escolas superiores (nº de estudantes residentes)	1.279	42
Hospitais (nº de leitos)	628	1.904
Hotéis, área (pés quadrados)	159.078	120
Lavanderias automáticas, área (pés quadrados)	35.952	5
Lavanderias [convencionais], área (pés quadrados)	37.962	144
Consultórios médicos, área (pés quadrados)	218.195	480
Motéis, área (pés quadrados)	154.713	60
Novos edifícios de escritórios, área (pés quadrados)	453.090	3.081
Edifícios de escritórios antigos, área (pés quadrados)	655.200	2.347
Restaurantes (nº de lugares)	4.396	800
Night Clubs, frequência diária	4.720	282
Lojas de varejo, área (pés quadrados)	1.549.125	6.676
Escolas elementares (nº de estudantes)	10.738	s/d
Escolas secundárias (nº de estudantes)	15.231	s/d
Postos de serviços, área interna (pés quadrados)	54.444	221
Teatros (nº de assentos)	600	15
Casas de repouso (nº de leitos)	401	321
Apartamentos (nº de unidades)	7.720	s/d
Restaurantes <i>fast food</i> (nº de estabelecimentos)	26	529

No que respeita os usos industriais, o modelo assenta-se sobre uma classificação normalizada em todo o país, que permite uma grande desagregação. São fornecidos no programa, em sua estrutura básica, coeficientes de uso de água por empregado para 104 das categorias normalizadas, sendo que outras podem ser adicionadas em cada aplicação, formando bancos de dados específicos.

Tabela III.5 - Exemplo de aplicação IWR-MAIN. Dados sobre uso industrial 1980.

Código	Categoria	Empregados
201	Produtos de carne	204
230	Roupas de moda, vendas no atacado	68
249	Madeira, diversos	35
264	Produtos de papel	307
270	Produtos para pintura, vendas no atacado	136
281	Química (básica)	390
282	Fibras, plásticos	60
284	Sabonetes, artigos de toilette	86
291	Refinação de petróleo	2.372
295	Materiais de pavimentação e cobertura	7
327	Cimento, argamassa	90
329	Manufatura não metálica	60
336	Fundição metais não ferrosos	42
339	Indústrias metalúrgicas básicas	300
343	Encanamento, calefação	20
344	Estruturas metálicas	285
346	Estamparia, metais	22
347	Serviços em metal	5

Cont.

Código	Categoria	Empregados
349	Metais compostos	370
354	Serralheria	70
355	Maquinaria industrial especializada	81
356	Maquinaria industrial geral	22
358	Maquinaria industrial para reparações	45
359	Maquinaria, diversos	105
362	Aparelhos elétricos p/ uso industrial	25
366	Equipamentos de comunicação	28
371	Veículos motorizados	52
373	Construção de embarcações	2.090
391	Joalheria, prataria	3.400
399	Manufatura, diversos	780

Embora o modelo seja majoritariamente baseado nas informações do ano base, sendo muitas de suas operações internas baseadas em correlações e regressões *built in*, há um mínimo de dados de série histórica indispensáveis para seu funcionamento. Para cada parâmetro especificado recomenda-se ter registros de pelo menos dois anos, de maneira que possam ser deduzidas taxas médias de evolução. Na tabela III.6, que segue, são relacionados os dados históricos empregados na construção do caso exemplificado.

Tabela III.6 - Exemplo de aplicação IWR-MAIN. Dados históricos.

Parâmetro	Ano	
	1970	1980
População da área de estudo	109.931	101.941
Número total de domicílios unifamiliares	33.757	28.607
Número total de domicílios em faixa de valor intermediário	0,458	0,386
Número total de domicílios em faixa de valor alto	0,189	0,194
Média de escolaridade (anos)	11,2	11,1
Matrículas em escola elementar	14.919	10.738
Matrículas em curso secundário (2º ciclo)	17.164	15.231
Total de empregos no setor serviços	10.619	12.651
Total de empregos em saúde / assistência médica	2.035	2.384
Total de empregos em transporte, comunicações e serviços de utilidade pública	1.270	1.170
Empregos industrias por código SIC		
200-229	137	204
230-239	75	68
240-249	44	35
250-259	55	0
260-269	350	307
270-329	150	136
330-339	650	342
340-369	1.085	702
370-399	2.700	2.142

O modelo IWR-MAIN prevê uma hierarquia de dados que devem ser fornecidos em cada caso: (i) projeções chave, sempre requeridas; (ii) dados históricos opcionais para alguns parâmetros, fornecidos quando os parâmetros em questão são extrapolados desses dados; (iii) previsões opcionais de valores futuros de parâmetros selecionados, quando estes valores superam quaisquer valores internamente gerados.

Ainda assim, quando não são disponíveis alguns dos dados de série histórica citados, os valores podem

ser obtidos mediante subrotinas de crescimento interno. Estas são baseadas em dados coletados por um período aproximado de 25 anos para 65 sistemas de abastecimento de todo o país.

O sub-modelo residencial contém rotinas internas de crescimento para os seguintes parâmetros: (i) número total de habitações unifamiliares; (ii) proporção de propriedades com valor inferior a US\$ 25.50,00 em 1980; (iii) proporção de propriedades com valor entre US\$ 25.50,00 e US\$ 51.000,00 em 1980; (iv) proporção de casas com valor de pelo menos US\$ 51.000,00 em 1980. Essas três últimas funções são calculadas em separado e depois ajustadas para consistência com o total. Podem ainda ser usados, opcionalmente, alguns dados fornecidos pelo usuário: (i) área total de terreno; (ii) densidade habitacional média.

As 28 categorias de estabelecimentos comerciais e institucionais são agrupadas em nove classes para fins de projeção de parâmetros, baseadas em similaridade de tendência a crescimento. Essas tendências são relacionadas ao crescimento de emprego em cada classe, que constitui indicador indireto relativo aos parâmetros associados ao uso de água. Não obstante, qualquer categoria específica pode ser projetada a partir de algum outro método que para aquele caso em particular se julgue mais preciso, como extrapolação de série histórica ou projeção interna. Uma projeção externa do conjunto de empregos no setor terciário – exceto escolas – é sempre necessária e sua magnitude será determinante e restritiva da somatória das projeções relativas a classes específicas, quaisquer que tenham sido os métodos empregados na sua obtenção.

O submodelo industrial opera de maneira análoga ao comercial / institucional, a não ser pelo fato de que neste caso o emprego é parâmetro diretamente ao consumo de água. Diferentemente da categoria de comercial / institucional, para a qual a estimativa geral de evolução de emprego é restritiva com respeito à somatória das parciais, neste caso o limite superior é opcional. Não obstante, ao final os valores deverão ser ajustados.

No que respeita os usos públicos e a água não contabilizada, o o submodelo contém três categorias principais: (i) perdas na distribuição; (ii) serviço gratuito; (iii) aeroportos. Outras categorias podem ser adicionadas em cada caso.

No curso da aplicação do modelo IWR-MAIN, emergem várias situações em que o conhecimento de tendências futuras relativas a um parâmetro não seja disponível e nas quais, ao mesmo tempo, se tem razões para duvidar dos modelos internos de projeção. Nesses casos é aconselhável basear as projeções em tendências recentes de evolução daquele parâmetro específico (e não das variáveis que indiretamente o determinariam) no local analisado. Quando esses valores históricos de parâmetros são fornecidos, o IWR-MAIN faz uma regressão linear, determinando uma linha tendencial que será então usada para projetar os valores futuros.

III.3. Processamento das informações e montagem das previsões

O processamento de informações alimentadas conforme procedimentos descritos no item precedente resulta em uma série de relatórios, na forma de tabelas, que relacionam consumos médios, máximos diários e máximos horários a cada um dos usos e categorias definidos na estrutura do modelo.

Para os usos residenciais, cada categoria de domicílio tem seus consumos avaliados por faixa de valor da propriedade, separando os consumos internos dos externos, estes últimos associados às vazões consumidas por chuveiros automáticos.

Na tabela III.7, que segue, são mostrados os valores resumidos de consumo residencial obtidos para o caso exemplificado nesta seção, já consolidadas as diferentes categorias tratadas.

Tabela III.7 - Exemplo de aplicação IWR-MAIN. Resumo de resultados. Previsão de consumo residencial para o ano 2000 (vazões em galões por dia).

Indicador	Valor
Média anual	8.229.333
Máximo diário	17.625.505
Pico horário	45.859.220
Áreas hidrometradas e conectadas à rede de esgoto	
No. de unidades	30.864
Necessidades para uso doméstico (interno)	6.175.918
Necessidades para rega de jardim	2.053.415
Necessidades totais	8.229.333
Evapotranspiração de verão (altura em polegadas)	16,25
Precipitação de verão (altura em polegadas)	7,75
Evapotranspiração diária máxima (altura em polegadas)	0,29

Os resultados para uso comercial / institucional são apresentados em relatórios que associam os consumos às respectivas unidades relevantes de medida das categorias envolvidas, conforme reproduzido parcialmente na Tabela III.8. Dessa maneira, são facilmente visualizáveis quaisquer distorções atribuíveis a erros de medida dos parâmetros relevantes para cada uso, diferentes daquelas devidas a correlações impróprias entre o parâmetro do serviço e o consumo de água.

Tabela III.7 - Exemplo de aplicação IWR-MAIN. Resumo de resultados. Previsão de consumo comercial para o ano 2000 (vazões em galões por dia).

Média anual	2.911.957				
Máximo diário	4.918.039				
Pico horário	11.309.371				
Tipo	Unidade	No. unidades	Média anual	Máximo diário	Pico horário
Hotéis	Pés quadr	40.083	10.261	11.784	17.35
Motéis	Pés quadr	38.983	8.732	17.971	60.42
Barbearias	Assentos	59	3.235	4.758	23.04
Sal. de beleza	Lugares	260	69.884	85.211	277.97
Restaurantes	Assentos	7.229	174.938	602.885	1.207.21
:	:	:	:	:	:

Para os consumos comerciais / institucionais, as relações entre consumos médios anuais, máximos diários e picos horários variam conforme a categoria específica em análise. Observa-se, por exemplo, na Tabela III.7, uma diferença muito mais acentuada de picos na categoria motéis no que na de hotéis, ainda que ambas pertençam à mesma natureza de serviço.

Os resultados para consumo industrial são apresentados de maneira análoga, sendo a coluna relativa ao número de unidades substituída pela de número de empregados, uma vez ser aquele o parâmetro definidor das correlações básicas de consumo industrial no modelo. No entanto, diferentemente do caso dos consumos comerciais / institucionais, os industriais não apresentam picos diários e horários diferentes das médias. Admite-se que para esses usos, a demanda se afigura constante ao longo do ano.

O mesmo é admitido para os usos classificados como públicos e para as perdas na rede (conceito de vazões não contabilizadas). Como resultado, os picos diários e horários estimados para o serviço como um todo (consumo “municipal” na Tabela III.8) são atenuados com relação às variações admitidas para os usos residencial e comerciais.

Tabela III.8 - Exemplo de aplicação IWR-MAIN. Resumo de resultados. Previsão de consumo consolidada para o ano 2000 (vazões em gpd).

Tipo	Média anual	Máximo diário	Pico horário
Municipal	25.669.795	35.065.966	63.299.681
Residencial	8.229.333	17.625.505	45.859.220
Comercial	2.911.957	4.918.039	11.309.371
Industrial	12.412.135	12.412.315	12.412.315
Público e não contabil	2.116.349	2.116.369	2.116.369

O modelo original é pouco receptivo a cenários que incluam melhorias operacionais em controle de perdas e campanhas de conservação de água. No entanto, sua estrutura interna permite modificações que incorporem esses cenários.