

Maria de Lourdes Fernandes Neto

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS INTERVENIENTES NO
CONSUMO *PER CAPITA* DE ÁGUA: ESTUDO PARA 96
MUNICÍPIOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de Concentração: Saneamento
Orientador: Prof. Marcelo Libânio
Co-orientador.....Prof. Mauro C. Naghettini

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG
Maio de 2003

Dissertação apresentada, em 27 de maio de 2003, à banca examinadora constituída por:

Professor Marcelo Libânio, Doutor, UFMG - Orientador

Professor Mauro da Cunha Naghettini, Ph.D., UFMG - Co-orientador

Professor Marcos von Sperling, Doutor, UFMG - Examinador

Professor Milton Dall´Aglío Sobrinho, Doutor, UNESP - Examinador

Engenheira Maria Cristina Alves Cabral Schembri, Mestre, Copasa - Examinadora

À minha família e amigos – de perto e de longe, cujo apoio e motivação, sempre presentes, foram imprescindíveis à condução deste trabalho.

Agradeço ao meu co-orientador, Mauro Naghettini, cuja paciência, solicitude e profissionalismo permitiram, entre outros, amenizar momentos de tensão e direcionar idéias.

Agradeço ao meu orientador, Marcelo Libânio, pela confiança, respeito e profissionalismo que permearam, além deste, os demais trabalhos desenvolvidos em parceria. Ainda, pela amizade e incentivo, em todas as circunstâncias, demonstrados.

EU E ÁGUA

Caetano Veloso

“A água arrepiada pelo vento

A água e seu cochicho

A água e seu rugido

A água e seu silêncio

A água me contou muitos segredos

Guardou os meus segredos

Refez os meus desenhos

Trouxe e levou meus medos

(...)

Cachoeira, lago, onda, gota

Chuva miúda, fonte, neve, mar

A vida que me é dada

Eu e água

Água, lava as mazelas do mundo

E lava a minha alma.”

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVOS.....	6
2.1. OBJETIVO GERAL	6
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
3. REVISÃO DA LITERATURA	7
3.1. DEMANDA DE ÁGUA E CONSUMO PER CAPITA	7
3.2. FATORES INTERVENIENTES NO CONSUMO PER CAPITA.....	13
3.3. ESTUDOS RELACIONADOS AO PER CAPITA DE ÁGUA E SEUS FATORES DE INFLUÊNCIA	17
4. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	24
4.1. DEFINIÇÃO DO UNIVERSO AMOSTRAL – SELEÇÃO DOS MUNICÍPIOS	24
4.2. COLETA DE DADOS.....	26
4.2.1. Definição das variáveis de interesse	26
4.2.2. Disponibilização das informações	27
4.2.3. Descrição e obtenção das variáveis	31
4.3. AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA DOS DADOS	38
4.3.1. Tratamento dos dados	39
4.3.2. Elaboração do modelo.....	40
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1. SITUAÇÃO 1	41
5.1.1. Tratamento dos dados	42
5.1.2. Elaboração do modelo.....	51
5.2. SITUAÇÃO 2	61
5.2.1. Tratamento dos dados	61
5.2.2. Elaboração do modelo.....	69
5.3. SITUAÇÃO 3	77
5.3.1. Tratamento dos dados	77
5.2.2. Elaboração do modelo.....	84
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	86
6.1. CONCLUSÕES	86
6.2. RECOMENDAÇÕES.....	88
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
ANEXOS.....	95

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Distribuição de água no Brasil	4
Figura 1.2 – Consumo de água no Brasil e no mundo, por setor	5
Figura 3.1 – Índice de perdas de faturamento, para os prestadores de serviços regionais, no país, para o ano de 2000	12
Figura 3.2 – Variações de consumo <i>per capita</i> de água para estados do sul e sudeste	18
Figura 3.3 – Cota <i>per capita</i> de abastecimento doméstico e industrial em alguns estados dos EUA, referentes a 1996	18
Figura 4.1 – Mapa de Minas Gerais e municípios inseridos no universo amostral	25
Figura 5.1 – Gráficos de dispersão para a Faixa 1	43
Figura 5.2 – Gráficos de dispersão para a Faixa 2	44
Figura 5.3 – Gráficos de dispersão para a Faixa (1 + 2)	45
Figura 5.4 – Gráficos de dispersão para a Faixa 3	46
Figura 5.5 – Gráficos de dispersão para a Faixa (1 + 2 + 3)	47
Figura 5.6 – Gráficos de dispersão para a Faixa (1 + 2 + 3), após exclusão dos quatro pontos atípicos (outliers)	51
Figura 5.7 – Gráfico de resíduos e valores da variável explicativa Extensão da rede	55
Figura 5.8 – Gráfico de resíduos e valores da variável explicativa Temperatura	55
Figura 5.9 – Gráfico de resíduos e valores da variável explicativa Valor da tarifa	56
Figura 5.10 – Gráfico de resíduos e valores ajustados	56
Figura 5.11 – Gráfico de valores observados e valores ajustados	57
Figura 5.12 – Gráfico de probabilidade normal para os resíduos	57
Figura 5.13 – Gráficos de dispersão para a Faixa 1	62
Figura 5.14 – Gráficos de dispersão para a Faixa 2	63
Figura 5.15 – Gráficos de dispersão para a Faixa (1 + 2)	64
Figura 5.16 – Gráficos de dispersão para a Faixa 3	65
Figura 5.17 – Gráficos de dispersão para a Faixa (1 + 2 + 3)	66
Figura 5.18 – Gráficos de dispersão para a Faixa 1	78
Figura 5.19 – Gráficos de dispersão para a Faixa 2	79
Figura 5.20 – Gráficos de dispersão para a Faixa (1 + 2)	80

Figura 5.21 – Gráficos de dispersão para a Faixa 3	81
Figura 5.22 – Gráficos de dispersão para a Faixa (1 + 2 + 3)	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Variação da demanda ao longo de 85 anos, segundo os diferentes consumos da água, para o município de São Paulo.....	7
Tabela 3.2 – Estimativa média de consumos comerciais e industriais	9
Tabela 3.3 – Descrição das perdas que ocorrem nos sistemas de abastecimento de água.....	11
Tabela 3.4 – Consumo de água, segundo a classe social	20
Tabela 3.5 – Consumo médio <i>per capita</i> , para populações providas de ligações domiciliare.	22
Tabela 3.6 – Consumo médio <i>per capita</i> , para populações providas de ligações domiciliare.	22
Tabela 3.7 – Consumo médio <i>per capita</i> , para populações dotadas de ligações domiciliare..	22
Tabela 3.8 – Consumo médio <i>per capita</i> , para populações desprovidas de ligações domiciliare	23
Tabela 4.1 – Descrição das variáveis utilizadas, para as três situações abordadas no trabalho	39
Tabela 5.1 – Estatísticas para as variáveis independentes e dependentes	41
Tabela 5.2 – Variáveis utilizadas – Situação 1	41
Tabela 5.3 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa 1	43
Tabela 5.4 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa 2	44
Tabela 5.5 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa (1 + 2).....	45
Tabela 5.6 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa 3	46
Tabela 5.7 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa (1 + 2 + 3)	47
Tabela 5.8 – Resumo da regressão linear múltipla – condição 1.....	52
Tabela 5.9 – Análise de variância para o modelo de regressão linear múltipla – condição 1 ...	53
Tabela 5.10 – Resumo da regressão – Stepwise – condição 1	53
Tabela 5.11 – Resumo da regressão linear múltipla – condição 2.....	53
Tabela 5.12 – Análise de variância para o modelo de regressão linear múltipla – condição 2 .	54
Tabela 5.13 – Resumo da regressão – Stepwise – condição 2	54
Tabela 5.14 – Variáveis utilizadas – Situação 2	61
Tabela 5.15 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa 1	62
Tabela 5.16 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa 2	63
Tabela 5.17 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa (1 + 2).....	64
Tabela 5.18 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa 3	65

Tabela 5.19 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa (1 + 2 + 3)	66
Tabela 5.20 – Variação observada para os coeficientes de correlação linear, antes e após a exclusão dos dados de Nova União	67
Tabela 5.21 – Coeficientes de correlação obtidos entre Consumo <i>per capita</i> e as variáveis Renda <i>per capita</i> e IDH-M	68
Tabela 5.22 – Resumo da regressão linear múltipla – condição 1.....	70
Tabela 5.23 – Análise de variância para o modelo de regressão linear múltipla – condição 1 .	70
Tabela 5.24 – Resumo da regressão – Stepwise – condição 1	70
Tabela 5.25 – Resumo da regressão linear múltipla – condição 2.....	71
Tabela 5.26 – Análise de variância para o modelo de regressão linear múltipla – condição 2 .	71
Tabela 5.27 – Resumo da regressão – Stepwise – condição 2	71
Tabela 5.28 – Coeficientes de determinação múltipla para as Situações 1 (condição 1) e 2 (condições 1 e 2).....	72
Tabela 5.29 – Principais resultados, para as faixas 1 a 3, segundo a condição 1.....	73
Tabela 5.30 – Principais resultados, para as faixas 1 a 3, segundo a condição 2.....	73
Tabela 5.31 – Variáveis independentes selecionadas em cada modelo, para as faixas 1 a 3, segundo a condição 1	73
Tabela 5.32 – Variáveis independentes selecionadas em cada modelo, para as faixas 1 a 3, segundo a condição 2	74
Tabela 5.33 – Resumo da regressão linear múltipla – condição 1.....	75
Tabela 5.34 – Resumo da regressão linear múltipla – condição 2.....	75
Tabela 5.35 – Variáveis utilizadas – Situação 3	77
Tabela 5.36 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa 1	78
Tabela 5.37 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa 2	79
Tabela 5.38 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa (1 + 2).....	80
Tabela 5.39 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa 3	81
Tabela 5.40 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa (1 + 2 + 3)	82
Tabela 5.41 – Principais resultados, para todas as faixas populacionais, segundo a condição 1	84
Tabela 5.42 – Principais resultados, para todas as faixas populacionais, segundo a condição 2	84
Tabela 5.43 – Variáveis independentes selecionadas em cada modelo, para todas as faixas populacionais, segundo a condição 1	85
Tabela 5.44 – Variáveis independentes selecionadas em cada modelo, para todas as faixas populacionais, segundo a condição 2.....	85

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

AWWA	American Water Works Association
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
A.C.	Antes de Cristo
B	Coefficiente de regressão não padronizado
BETA	Coefficiente de regressão padronizado
BDMG	Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais
CAESB	Companhia de Água e Esgoto de Brasília
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
COSAMA	Companhia de Saneamento do Amazonas
DAE	Departamento de Águas e Esgoto
DNERu	Departamento Nacional de Endemias Rurais
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
DNOS	Departamento Nacional de Obras e Saneamento
ETA	Estação de Tratamento de Água
$F(v_1, v_2)$	Estatística de Fisher
FJP	Fundação João Pinheiro
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
FSESP	Fundação Serviços de Saúde Pública
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM-E	Índice de Educação
IDHM-L	Índice de Longevidade
IDH-M	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IDHM-R	Índice de Renda
INDI-MG	Instituto de Desenvolvimento Industrial de Minas Gerais
L/hab.dia	Litros por habitante por dia (unidade de consumo <i>per capita</i>)
OMS	Organização Mundial de Saúde
OMM	Organização Meteorológica Mundial
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PIB	Produto Interno Bruto
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
R	Coefficiente de correlação simples
R^2	Coefficiente de determinação múltipla
R^2 ajustado	Coefficiente de determinação múltipla ajustado
RDH	Relatório de Desenvolvimento Humano
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SAEC	Superintendência de Águas e Esgotos da Capital - SP
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SNIS	Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
SUVALE	Superintendência do Vale do São Francisco
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UTS	Unidade de Tratamento Simplificado
v	Número de graus de liberdade

ANEXOS

Tabela 1 – Municípios utilizados na pesquisa, cujos sistemas avaliados são vinculados à companhia estadual de abastecimento – Copasa.....	95
Tabela 2 – Municípios utilizados na pesquisa, cujos sistemas avaliados são administrados por autarquias	96
Tabela 3 – Municípios utilizados na pesquisa, segundo a classificação por faixa populacional	97
Tabela 4 – Dados referentes à cotação do dólar, em R\$	102
Tabela 5 – Determinação indireta do consumo <i>per capita</i> , sem perdas, para os sistemas vinculados à companhia estadual de abastecimento – Copasa.....	103
Tabela 6 – Determinação do consumo <i>per capita</i> , considerando as perdas na distribuição – sistemas vinculados à companhia estadual de abastecimento – Copasa	106
Tabela 7 – Determinação do consumo <i>per capita</i> , considerando as perdas na distribuição – sistemas administrados por autarquias.....	109
Tabela 8 – Determinação do valor médio da tarifa água – sistemas vinculados à companhia estadual de abastecimento – Copasa	109
Tabela 9 – Valor médio da tarifa de água – sistemas administrados por autarquias	113
Tabela 10 – Dados de extensão da rede de distribuição, adensamento e percentual de hidrometração	113
Tabela 11 – Dados de IDH-M e renda <i>per capita</i>	115
Tabela 12 – Dados de ICMS	118
Tabela 13 – Dados de consumo médio de energia elétrica	122
Tabela 14 – Dados climatológicos.....	126
Tabela 15 – Resumo com a totalidade de dados.....	130
Mapa de isolinhas para precipitação total média anual, no Estado de Minas Gerais.....	130
Mapa de isolinhas para temperatura média anual, no Estado de Minas Gerais.....	130
Saída do programa Statistica para a Situação 1 – Condição 1, modalidades <i>Forward</i> e <i>Backward</i>	130

RESUMO

A definição do consumo *per capita*, nos projetos de sistemas de abastecimento, ocorre em função da existência ou não de dados históricos confiáveis sobre medições do consumo de água, em atendimento às demandas urbanas (doméstica, industrial e comercial) e devido às perdas que ocorrem nos sistemas. A pertinência da utilização de cotas *per capita* tabeladas ou de municípios semelhantes tem justificado alguns trabalhos sobre o tema.

Este estudo avaliou diversas variáveis, denominadas independentes e representativas de parâmetros intervenientes no consumo *per capita* de água – variável dependente, para um universo amostral composto por 96 municípios do Estado de Minas Gerais.

O universo amostral foi dividido em cinco faixas, sendo três referentes a intervalos populacionais e duas referentes a somatórios de faixas específicas. A avaliação foi conduzida para três situações distintas, em função do conjunto de variáveis consideradas. Para cada situação, procedeu-se às etapas de *Tratamento dos Dados* e *Elaboração do Modelo*, segundo todas as faixas populacionais.

O estudo desenvolvido possibilitou:

1. inferir observações acerca da influência dos fatores considerados, sobre o consumo *per capita* de água e sobre os demais parâmetros utilizados, segundo cada faixa populacional avaliada;
2. apresentar subsídios ao desenvolvimento de modelos matemáticos para determinação do consumo *per capita* de água para faixas de população específicas, a partir de informações sobre municípios e seus respectivos sistemas de abastecimento.

ABSTRACT

The estimation of consumption *per capita*, as employed in the design of water supply plants, depends on the existence of reliable historical data on measurements of water consumption for urban needs (domestic, industrial and commercial) and on the losses occurring across the systems. The relevance of using standardized *per capita* values or transferring information from analogous cities justify some works on the theme.

This study evaluated different variables, here in considered to be independent and representative of intervenients factors in water consumption *per capita*, the dependent variable, for a sample of 96 cities located in the Brazilian State of Minas Gerais.

The sample was separated in five groups, with three related to population intervals and two to the sum of specific groups. The evaluation was done for three different situations, according to each different set of variables. For each situation, the stages *Treatment of Data* and *Elaboration of the Mathematical Model*, have been performed, for all population group.

The study enabled:

1. to infer observations concerning the influence of the influencing factors on the water consumption *per capita* and on other factors, for each population group;
2. to present a rationale for developing mathematical models to determine *per capita* quotas of consumption for specific population groups, by providing information on cities and their supply systems.

1. INTRODUÇÃO

Além de representar fator indispensável à manutenção da vida, a água presta-se a diversos usos que incluem, dentre outros:

- ✓ abastecimento doméstico e industrial;
- ✓ irrigação;
- ✓ transporte;
- ✓ recreação e paisagismo;
- ✓ diluição de efluentes;
- ✓ geração de energia;
- ✓ uso animal – dessedentação, piscicultura.

De forma mais específica, a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS, 1998) classifica a utilização da água segundo três categorias:

Usos principais

É necessário que a água seja potável, como para ingestão, preparo de alimentos e higiene pessoal.

Usos específicos

É requerida uma qualidade mínima especificada, como na utilização para recreação, alguns usos industriais, médicos, agrícolas etc.

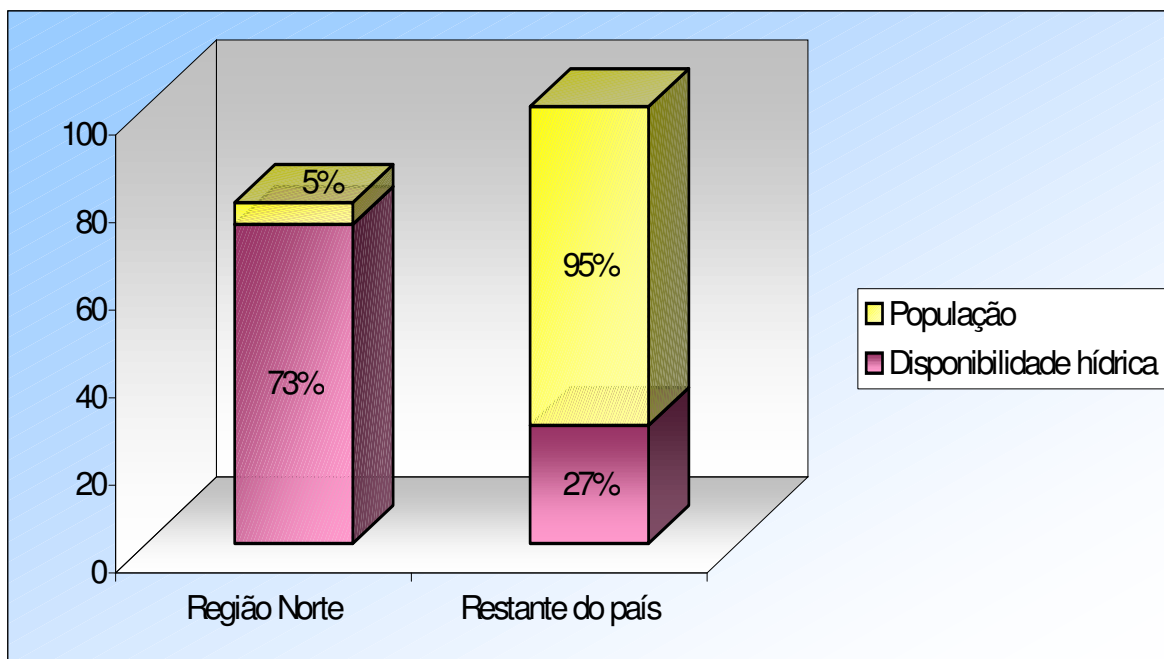
Outros usos

Geração de energia elétrica, rega de parques e jardins, além de outros.

A Figura 1.1 apresenta alguns dados comparativos entre a região norte e o restante do país, em termos da população residente e da disponibilidade hídrica (SETTI *et al.*, 2001). Esses dados, juntamente com a questão notória dos lançamentos indiscriminados de efluentes sem tratamento nos cursos d'água, contribuem para explicar o fato de alguns municípios, principalmente no estado de São Paulo, enfrentarem dificuldades na busca de mananciais de abastecimento.

A definição dos mananciais a serem utilizados recai, muitas vezes, naqueles localizados em maiores distâncias dos pontos de tratamento e distribuição. Tal decisão implica, não raro, em aumento nos custos totais de potabilização, que incidem sobre as tarifas públicas e essas, por sua vez, podem repercutir, significativamente, no consumo da água ofertada.

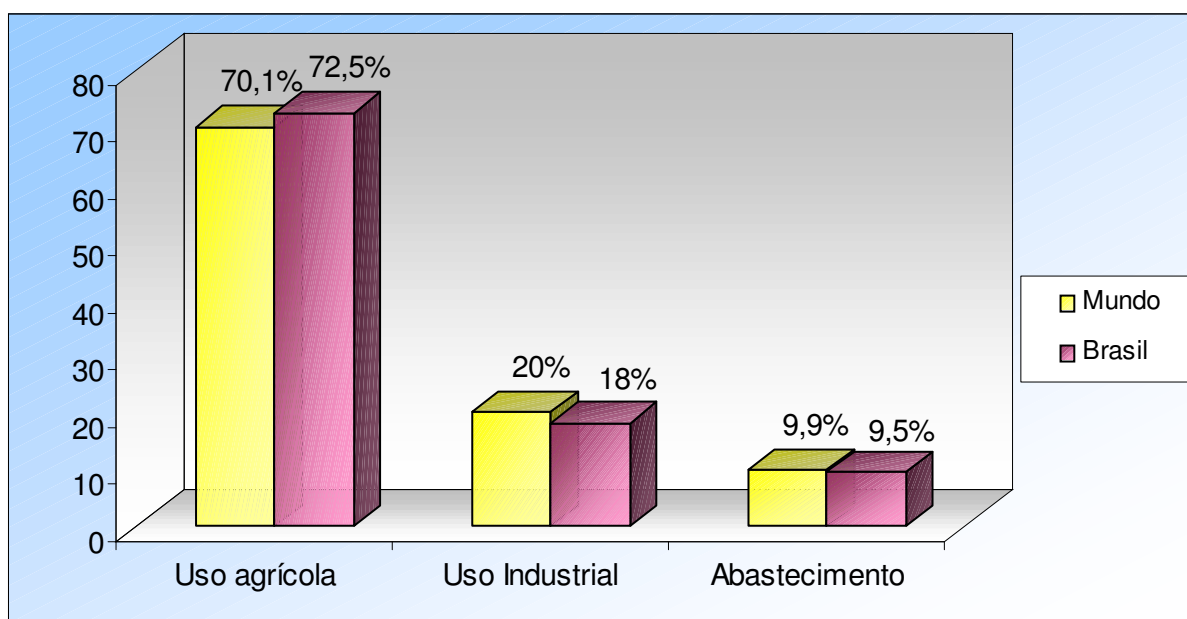
Figura 1.1 – Distribuição de água no Brasil



Fonte: Elaborado a partir de (Setti *et al.*, 2001)

O abastecimento doméstico, notadamente a água utilizada para consumo humano, representa, das possibilidades de utilização mencionadas, aquela de uso mais nobre. Dados (SETTI *et al.*, 2001) indicam que o perfil do consumo de água no Brasil e em outras partes do mundo são semelhantes, sendo o setor agrícola responsável por cerca de 70% da demanda total, seguido das indústrias – em torno de 20% e abastecimento doméstico – aproximadamente 10%. A Figura 1.2 ilustra os dados mencionados pela citada fonte.

Figura 1.2 – Consumo de água no Brasil e no mundo, por setor



Fonte: Elaborado a partir de (Setti *et al.*, 2001)

Os romanos do século I A.C. utilizavam, aproximadamente, 750 milhões de litros de água por dia (distribuída por 13 aquedutos a chafarizes públicos, banhos térmicos e centenas de casas) o que correspondia, aproximadamente, a 1000 L/hab.dia (OPAS, 1998).

Dados divulgados em pesquisas recentes sobre o saneamento no Brasil (SNIS, 2000; 2001) apontam para uma redução nas cotas *per capita* de água, especialmente na região sudeste, considerando-se os anos de 1999 e 2000, com a média nacional em torno de 150 L/hab.dia, para esse último ano.

Tendo em vista a relação entre o consumo de água pela população e os fatores diretamente relacionados a esse consumo, como o porte da cidade e o nível socioeconômico de seus habitantes, dentre outros, este trabalho apresenta um estudo da influência de diversos parâmetros sobre o consumo *per capita* de água, para diferentes municípios de Minas Gerais.

2. OBJETIVOS

2.1. *Objetivo geral*

Avaliação de parâmetros intervenientes no consumo *per capita* de água, a partir de dados de 96 municípios de Minas Gerais.

2.2. *Objetivos específicos*

- ✓ Análise comparativa entre os fatores intervenientes no consumo *per capita*, segundo faixas populacionais distintas;
- ✓ Apresentação de subsídios ao desenvolvimento de modelo matemático para determinação do consumo *per capita* de água, a partir de informações específicas sobre os municípios considerados e seus respectivos sistemas de abastecimento.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. *Demanda de água e consumo per capita*

A implantação ou ampliação de sistemas de abastecimento de água apresenta, como premissa básica, a determinação da vazão de demanda. Essa, por sua vez, requer a avaliação de diversos parâmetros, dentre os quais a população abastecida – residente, temporária e flutuante, os coeficientes de majoração para o dia e hora de maior consumo e o consumo *per capita*.

O consumo *per capita* é o volume de água diário, requerido por indivíduo, usualmente expresso em L/hab.dia. Esse valor é adotado, nos projetos de sistemas de abastecimento de água, para satisfazer (ABNT, 1990):

- a) ao consumo doméstico;
- b) ao consumo comercial;
- c) ao consumo industrial;
- d) ao consumo público;
- e) às perdas.

A Tabela 3.1 apresenta a evolução histórica do consumo de água para a cidade de São Paulo, discretizados segundo as diferentes classes de consumo ou de destino da água.

Tabela 3.1 – Variação da demanda ao longo de 85 anos, segundo os diferentes consumos da água, para o município de São Paulo

Consumo (L/hab.dia)	Saturnino de Brito (1905)		CNSOS (1951)		DAE (1957)		SAEC (1972)		SABESP (1990)	
	Total	(%)	Total	(%)	Total	(%)	Total	(%)	Total	(%)
Doméstico	100	45,5	55	42,5	140	46,7	180	45,0	120	40
Comercial e industrial	50	22,7	50	25,0	100	33,3	150	37,5	90	30
Público	45	20,4	25	12,5	15	5,0	20	5,0	20	6,7
Perdas	25	11,4	40	20,0	45	15,0	50	12,5	70	23,3
Total	220	100	200	100	300	100	400	100	300	100

Fonte: Azevedo Netto *et al* (1998) *apud* Prince (2002)

Consumo doméstico

A água destinada ao consumo doméstico inclui as parcelas referentes à ingestão e preparo de alimentos e à higiene e lavagem, em geral. É notória a intrínseca relação entre a utilização de água em quantidade e/ou qualidade deficientes e a potencialidade de ocorrência de diversas doenças de veiculação hídrica. Decorre daí, a importância fundamental de que as populações estejam providas de água com qualidade e em quantidade tais que permitam as práticas de higiene, como forma principal de prevenção de doenças. Nesse sentido, estudo efetuado por HELLER *et al.* (1996) apontou um possível efeito da quantidade de água consumida sobre a saúde, em áreas urbanas de países em desenvolvimento.

Com respeito à quantidade mínima de água necessária às boas condições de saúde, HOWARD & BARTRAM (2003) mencionam sobre a necessidade do estabelecimento de um valor mínimo para o fornecimento doméstico de água, a despeito da existência de valores diferenciados, variando entre 15 L/hab.dia e 50 L/hab.dia, segundo diversos autores.

Trabalhos vêm sendo efetuados buscando relacionar o consumo doméstico de água a fatores possivelmente intervenientes nesse consumo, com o objetivo principal de apresentar previsões mais apropriadas para essa demanda. NARCHI (1989) explica, citando GRIMA (1972), que a demanda doméstica de água depende de fatores pertencentes a seis classes distintas, a saber:

- ✓ características físicas: temperatura do ar, intensidade e frequência de precipitações;
- ✓ condições de renda familiar;
- ✓ características da habitação: área do terreno, área construída do imóvel, número de habitantes etc.;
- ✓ características do abastecimento de água: pressão na rede, qualidade da água etc.;
- ✓ forma de gerenciamento do sistema: micromedição, tarifas etc.;
- ✓ características culturais da comunidade.

No mesmo estudo, NARCHI (1989) caracterizou os principais fatores associados à demanda doméstica de água, na cidade de São Paulo, a partir de uma amostra de

consumidores residenciais. Esse estudo evidenciou correlações entre a demanda doméstica de água e variáveis como o número de habitantes por domicílio, a área construída, área do terreno, valor venal do imóvel e renda familiar, sendo as duas primeiras as mais importantes.

Consumo comercial e industrial

O consumo de água pelo setor comercial de uma cidade envolve sua utilização em diversos segmentos, como escritórios, lojas, restaurantes, cinemas, hotéis etc.

A água destinada às indústrias pode ser classificada, baseada em seu uso ou destino principal (BARROS et al, 1995), nas seguintes categorias:

- ✓ como matéria-prima;
- ✓ consumida no processo;
- ✓ utilizada para resfriamento;
- ✓ utilizada para as instalações sanitárias e refeitórios.

A Tabela 3.2 apresenta a estimativa média dos consumos de água, segundo a natureza das atividades comerciais e industriais.

Tabela 3.2 – Estimativa média de consumos comerciais e industriais

Natureza	Consumo
Escritórios comerciais	50 L/pessoa.dia
Restaurantes	25 L/refeição
Hotéis, pensões	10 L/hóspede.dia
Lavanderias	30 L/kg roupa
Hospitais	250 L/leito.dia
Garagens	50 L/veículo.dia
Postos de serviços para veículos	150 L/veículo.dia
Indústrias (uso sanitário)	70 L/operário.dia
Matadouros – animais de grande porte	300 L/cabeça abatida
Matadouros – animais de pequeno porte	150 L/cabeça abatida
Laticínios	1-5 L/Kg de produto
Curtumes	50-60 L/kg de couro
Fábrica de papel	100-400 L/kg de papel
Tecelagem (sem alveijamento)	10-20 L/kg de tecido

Natureza	Consumo
Laminação do aço	85 L/kg de aço
Indústria têxtil	1000 L/kg de tecido
Saboarias	2 L/kg de sabão
Usinas de açúcar	75 L/kg de açúcar
Fábrica de conservas	20 L/kg de conserva
Cervejarias	20L/ litro de cerveja

Fonte: Gomes (2002)

Em função da disponibilidade hídrica, tipologia e características de gerenciamento, algumas unidades industriais dispõem de captação e tratamento de água próprios. A ABNT (1990) estabelece critérios para a previsão dos consumos industriais, de acordo com:

- ✓ a utilização ou não dos sistemas públicos de abastecimento;
- ✓ a situação referente à implantação, instalação e ampliação das indústrias.

Consumo público

A demanda de água referente à utilização pública é representada pelo consumo em chafarizes, bebedouros e fontes, órgãos públicos desprovidos de medidores, irrigação de jardins públicos e limpeza de vias, dentre outros. O consumo público, assim como as demandas comercial e industrial, guarda estreita relação com o porte da cidade.

Perdas

Do ponto de vista operacional, as perdas de água que ocorrem nos sistemas públicos de abastecimento dizem respeito aos volumes não contabilizados, podendo ser divididas em perdas físicas e não-físicas (SILVA *et al*, 1998), conforme descrito na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Descrição das perdas que ocorrem nos sistemas de abastecimento de água

Perdas físicas	Perdas não-físicas
Constituem as perdas devido aos volumes não consumidos.	Constituem as perdas devido à água consumida e não registrada.
<u>Origem</u>	<u>Origem</u>
Estão associadas:	Estão associadas:
<ul style="list-style-type: none"> ✓ à ocorrência de vazamentos no sistema, podendo envolver pontos desde a captação de água bruta, até a distribuição de água tratada; ✓ aos procedimentos operacionais (lavagem de filtros e descargas na rede), cujos consumos superam aqueles unicamente necessários a tal fim. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ às ligações clandestinas; ✓ aos problemas com os hidrômetros (inoperantes ou com submedição, fraudes e outros);

Fonte: Elaborado a partir de Silva *et al* (1998)

Como verificado na Tabela 3.3, a ocorrência de perdas de água nos diversos pontos dos sistemas de abastecimento está relacionada, principalmente, às práticas de gerenciamento do sistema, pelo prestador de serviço.

Segundo SILVA *et al.* (1998), a experiência técnica na área indica que, em termos de volume perdido, a maior incidência ocorre nas tubulações da rede distribuidora. De forma semelhante, estudo realizado pela Organização Mundial de Saúde –OMS, e que originou um documento sobre a evolução mundial do abastecimento de água no ano 2000, cita que a maior parte da água não contabilizada deve-se às perdas físicas no sistema de distribuição (OMS, 2003).

AZEVEDO NETTO (1982) menciona sobre os erros advindos do estabelecimento de dados sobre o consumo *per capita* baseados, apenas, nas medições de hidrômetros prediais, sem que sejam consideradas as perdas que ocorrem no sistema, antecedendo os volumes micromedidos.

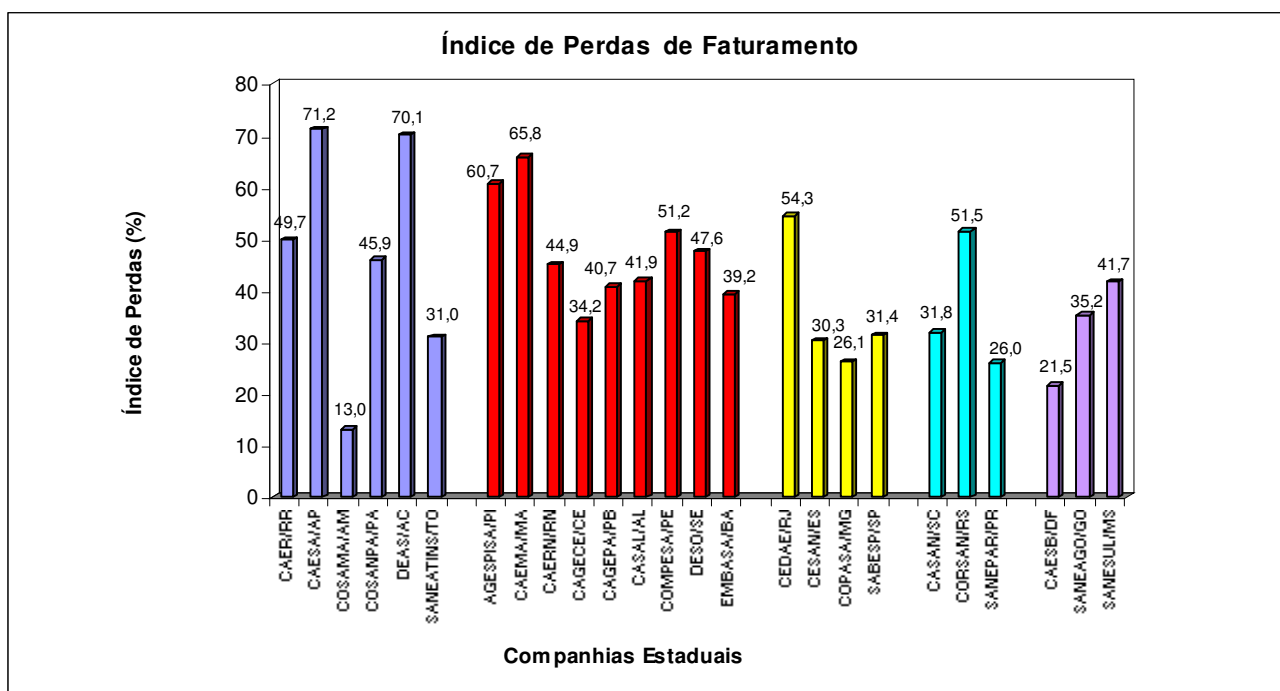
A quantificação das perdas, bem como a implementação de programas estratégicos, objetivando sua redução, constitui importante medida cujos benefícios incluem a

redução dos custos de produção e a ampliação da oferta – pois induz à redução de desperdícios, pela tarifação dos volumes efetivamente consumidos (SILVA et al., 1998).

Alguns indicadores de perdas, como o Índice de Perdas na Distribuição e o Índice de Perdas de Faturamento, são utilizados para quantificá-las nos sistemas de abastecimento. O primeiro índice relaciona o volume disponibilizado para distribuição e o volume consumido, ao passo que o segundo leva em consideração o volume de água faturado (inclui os volumes estimados, para as economias não medidas, e o volume tratado exportado).

Os valores referentes às perdas que ocorrem nos sistemas de abastecimento variam de forma considerável. A Figura 3.1 indica os percentuais médios de perdas de faturamento – no ano de 2000, para as companhias estaduais de abastecimento.

Figura 3.1 – Índice de perdas de faturamento, para os prestadores de serviços regionais, no país, para o ano de 2000



Fonte: Elaborado a partir de SNIS (2001)

Verifica-se, a partir da Figura 3.1, um expressivo número de prestadores de serviços com perdas elevadas, sendo que em sete deles os percentuais são superiores a 50%. A média nacional é de 39,4 % e, em Minas Gerais, a COPASA encontra-se no grupo com

as menores perdas de faturamento, acima apenas do Paraná – SANEPAR (26%), e de Brasília – CAESB (21,5%). Cabe destacar que foi excluído, desse conjunto, a COSAMA/AM, uma vez que a mesma deixou de operar em Manaus/AM e em alguns municípios do interior (SNIS, 2001).

3.2. Fatores intervenientes no consumo per capita

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1990) apresenta duas diferentes possibilidades de definição do consumo *per capita*, nos projetos de sistemas de abastecimento, segundo a perspectiva ou não da determinação dos consumos domésticos, comerciais e industriais. Na impossibilidade de obtenção de dados históricos de medição daqueles consumos, a demanda deve ser estabelecida a partir de cidades de características semelhantes.

Como a cota *per capita* deve satisfazer a todos os consumos mencionados, esse parâmetro será grandemente influenciado por diversos fatores, dentre os quais destacam-se (CETESB, 1978; AZEVEDO NETTO, 1985; SPERLING, 1996; FUNASA, 1999):

- a) nível socioeconômico da população abastecida;
- b) industrialização;
- c) clima;
- d) porte, características e topografia da cidade;
- e) percentual de hidrometração e custo da tarifa;
- f) existência de rede coletora de esgotos;
- g) administração do sistema de abastecimento de água.

Nível socioeconômico da população abastecida

Quanto mais elevado o padrão econômico e social da população, tanto maior será a utilização da água para atividades que proporcionem, dentre outros, conforto e lazer, como no uso de máquinas de lavar, piscinas, duchas, lavagem de carros, rega de jardins, etc.

Industrialização

O consumo de água tende a se elevar com o aumento do número de indústrias e atividades comerciais implantadas em determinadas áreas.

Clima

É intuitivo relacionar às regiões quentes e secas um consumo de água mais elevado, se comparado às regiões temperadas e frias. Entretanto, fatores como disponibilidade hídrica na região também devem ser considerados.

Porte, características e topografia da cidade

O porte da cidade, diretamente relacionado ao número de habitantes e, também, ao seu grau de industrialização, influenciará todos os tipos de consumo de água – doméstico, industrial, comercial, público e perdas. As características do município, relacionadas, por exemplo, com seu potencial turístico, também afetam o consumo de água.

A topografia do município poderá condicionar a rede de distribuição de água a maiores pressões, o que favorece o consumo pela possibilidade de elevação das perdas físicas.

Percentual de hidromedtação e custo da tarifa

O índice de micromedção do sistema, aliado ao valor da tarifa praticado pela concessionária de abastecimento representam fatores limitantes ao consumo *per capita* de água, na medida em que tais fatores exercem pressão sobre o consumo excessivo e os desperdícios.

Existência de rede coletora de esgotos

Regiões que passam a contar com redes coletoras de esgoto apresentam um aumento no consumo de água, quando comparadas à situação anterior à implantação dessas redes.

Administração do sistema de abastecimento de água

A administração do sistema de abastecimento influencia, sobremaneira, o consumo de água em todas as demandas mencionadas. A implementação de práticas de gerenciamento pautadas, principalmente, no controle do processo de produção e distribuição do bem – a água tratada, representa fator que condiciona:

- ✓ a intermitência ou regularidade no abastecimento;
- ✓ a qualidade da água ofertada e sua aceitação por parte do consumidor;
- ✓ as perdas que ocorrem no sistema.

Ainda com respeito aos fatores influenciáveis no consumo *per capita* de água, ALÉM SOBRINHO & TSUTIYA (1999) mencionam também os seguintes:

- ✓ hábitos higiênicos e culturais da comunidade;
- ✓ instalações e equipamentos hidráulico-sanitários dos imóveis;
- ✓ abundância ou escassez de mananciais;

Entre os fatores influenciáveis no consumo *per capita* de água e a possibilidade de uma avaliação sistemática dos mesmos, para o consumo médio de determinada localidade, destaca-se o parâmetro *nível socioeconômico da população abastecida*.

Poder-se-ia pensar em uma avaliação na qual esse parâmetro fosse mensurado a partir de um índice de criação recente e que tem sido norteador para estudos e projetos relacionados ao desenvolvimento humano e econômico: o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH.

O IDH é considerado um indicador do nível de atendimento das necessidades humanas, em uma dada sociedade. A Organização das Nações Unidas – ONU, calcula o IDH para um extenso grupo de países, desde 1990, publicando os resultados, anualmente, no Relatório de Desenvolvimento Humano (RDH) do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD (INFORME-SE, 2000).

Tendo em vista que a desigualdade de renda no Brasil é explicada em sua maior parte (86%), pelas diferenças de renda entre famílias que vivem em um mesmo estado, houve a necessidade de se criar um índice para unidades geopolítico-administrativas ainda mais desagregadas que o nível estadual. Dessa forma, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M, foi construído, com algumas adaptações em relação ao IDH, objetivando torná-lo um índice apropriado para mensurar o desenvolvimento humano de municípios (INFORME-SE, 2000).

O IDH-M é obtido pela média aritmética simples de três índices parciais, referentes às dimensões:

- ✓ Longevidade: IDHM-L;
- ✓ Educação: IDHM-E;
- ✓ Renda: IDHM-R.

Os indicadores necessários à construção dos índices parciais são definidos da seguinte forma (FJP, 2003):

Esperança de vida ao nascer (em anos)

Número médio de anos que as pessoas viveriam a partir do nascimento.

Taxa de alfabetização de adultos (%)

Percentual de pessoas acima de 15 anos de idade que sabem ler e escrever.

Taxa bruta de frequência escolar (%)

Proporção entre o número total de pessoas em todas as faixas etárias que freqüentam os cursos fundamental, segundo grau ou superior, em relação ao total de pessoas na faixa etária de 7 a 22 anos.

Renda *per capita*

Razão entre o somatório da renda de todos os indivíduos e a população total (incluindo aqueles com renda nula). A Fundação João Pinheiro utilizou os valores da renda *per capita* para o ano de 2000, em reais.

Os índices parciais, por sua vez, são assim determinados (FJP, 2003):

✓ Índice de Longevidade – IDHM-L

É obtido a partir do indicador Esperança de vida ao nascer, pela fórmula:

$$\text{IDHM-L} = \frac{\text{Valor observado do indicador} - \text{Limite inferior}}{\text{Limite superior} - \text{Limite inferior}}$$

na qual:

Limite inferior = 25 anos

Limite superior = 85 anos

✓ Índice de Educação – IDHM-E

É obtido a partir da média dos indicadores Taxa de alfabetização (com peso 2) e Taxa bruta de frequência escolar (com peso 1), convertidos em índices por:

$$\text{IDHM-E} = \frac{\text{Valor observado do indicador} - \text{Limite inferior}}{\text{Limite superior} - \text{Limite inferior}}$$

na qual:

Limite inferior = 0%

Limite superior = 100%

✓ Índice de Renda – IDHM-R

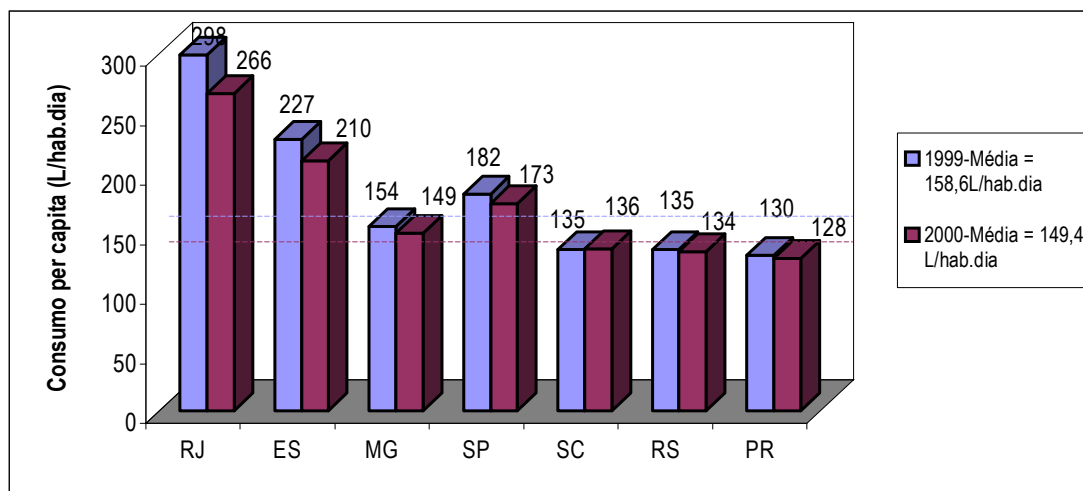
É obtido a partir da renda familiar *per capita* média ajustada (RFPC), sendo essa expressa em salários mínimos. A construção do Índice de Renda é mais complexa, se comparada aos demais índices parciais, não sendo, portanto, descrita neste trabalho.

3.3. Estudos relacionados ao per capita de água e seus fatores de influência

Em decorrência dos fatores influenciáveis no consumo de água, é usual em cidades brasileiras cotas *per capita* variando de 100 a 500 L/hab.dia. Dados de companhias estaduais de saneamento, constantes no Diagnóstico 2000 do SNIS (SNIS, 2001), apontam um consumo médio no país de 149,4 L/hab.dia. Em relação ao Diagnóstico 1999 (SNIS, 2000), observa-se que houve uma redução de cerca de 6% no consumo médio *per capita*.

Especificamente para Minas Gerais, verifica-se um consumo médio bastante semelhante à média nacional, no ano de 2000, com uma redução de cerca de 3% no consumo *per capita*, em relação a 1999. A Figura 3.2 apresenta as variações de consumo *per capita* nos estados do sul e sudeste, para esses anos.

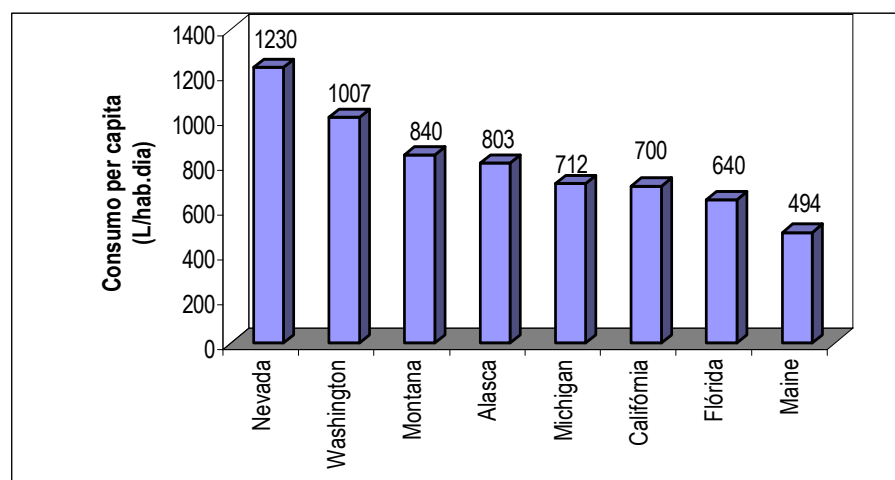
Figura 3.2 – Variações de consumo *per capita* de água para estados do sul e sudeste



Fonte: Elaborado a partir de SNIS (2000; 2001)

Para efeito de comparação, estudo elaborado a partir de dados de 1996 nos Estados Unidos (AWWA, 1998), apontou variação da cota *per capita* média de 494 L/hab.dia, no estado de Maine, na costa leste, atingindo até 1230 L/hab.dia no estado de Nevada, na costa oeste, conforme visualizado na Figura 3.3. Os dados apresentados referem-se apenas ao abastecimento doméstico e industrial, não contemplando o consumo com irrigação.

Figura 3.3 – Cota *per capita* de abastecimento doméstico e industrial em alguns estados dos EUA, referentes a 1996



Fonte: AWWA (1998)

Uma análise da Figura 3.3 indica que as variações de consumo *per capita* e as diversidades inerentes àqueles estados evidenciam a coexistência de inúmeros fatores intervenientes nas cotas *per capita*.

Diversos trabalhos publicados apresentam estudos sobre a relação entre alguns parâmetros, como os mencionados no item 3.2, e o consumo *per capita*. Com respeito ao clima, a influência da temperatura foi avaliada em estudo realizado na cidade australiana de Melbourne (ZHOU *et al.*, 2001), envolvendo a cota *per capita* e as temperaturas máximas diárias registradas durante o verão no período de 1990 a 1997. Detectou-se uma relação não linear entre essas duas variáveis, com duas regressões representando o fenômeno. A primeira equação de regressão foi obtida para temperaturas inferiores a 39°C e a segunda para temperaturas superiores a esse valor.

Pesquisa relativa à cota *per capita* de abastecimento de água para cidades mineiras, com população atendida de 10 mil a 50 mil habitantes – discriminando as parcelas residencial, comercial, pública e industrial – apontou uma média global de 147,5 L/hab.dia, sendo 83%, aproximadamente, desse consumo de origem residencial (PENNA *et al.*, 2000). Embora não tenha sido estimado o coeficiente de determinação múltipla (R^2), esse trabalho indicou significativa correlação entre a cota e a renda *per capita* para as cidades com população superior a 30 mil habitantes. Tal fato indica a influência de outros fatores no parâmetro analisado, para as comunidades de menor porte.

Estudo realizado por QUERIDO (2000), para 272 residências, abrangendo diversos bairros da cidade paulista de Guaratinguetá, indicou grande influência da classe social do consumidor sobre o volume de água demandado. Segundo o autor, a média ponderada de consumo das classes sociais indicou o consumo médio geral de cerca de 148 L/hab.dia, valor aproximado ao obtido para a classe social que ocupa o meio da escala apresentada – Classe C. Outra informação é que o consumo médio das classes mais abastadas (A e B) é 42% superior ao consumo médio geral, para as classes menos favorecidas (D e E). A Tabela 3.4 apresenta um resumo com os principais resultados obtidos no referido trabalho.

Tabela 3.4 – Consumo de água, segundo a classe social

Classe Social	Representação na amostra (%)	Consumo (L/hab.dia)
A	2,6	218
B	13,6	217
C	20,2	153
D	26,8	133
E	36,8	126

Fonte: Querido (2000)

Cabe ressaltar que o trabalho mencionado utilizou dados de micromedição unicamente residenciais, o que possibilita a avaliação do consumo *per capita* apenas em termos da demanda doméstica de água. Tendo em vista, ainda, a forma como o autor determinou a que classe social os moradores se enquadravam – aplicação de questionário e soma da pontuação obtida, a influência observada em relação ao consumo *per capita* foi apenas qualitativa, não sendo possível estabelecer mensuração em termos do coeficiente de determinação múltipla – R^2 .

Outro estudo (CAMPOS & SPERLING, 1997) avaliou nove bairros de Belo Horizonte e Contagem, agrupados segundo cinco classes sócioeconômicas (alta, média alta, média, média baixa e baixa) e apontou correlações bastante significativas entre o consumo *per capita* de água e fatores como a renda *per capita* ($R^2 = 0,942$), área do lote ($R^2 = 0,887$) e número de vasos sanitários ($R^2 = 0,810$). Com respeito à variável que apresentou melhor correlação com o consumo *per capita* – renda *per capita*, a curva de melhor ajuste foi expressa por meio da Equação 1.

$$QPC_{\text{água}} = \frac{\text{Renda}}{0,021 + 0,003 \times \text{Renda}} \quad \text{Eq. (1)}$$

na qual:

QPC água = cota *per capita* de água consumida (L/hab.dia)

Renda = renda familiar mensal média (número de salários mínimos, com o salário mínimo equivalente a U\$80)

SPERLING *et al.* (2002) investigaram valores típicos do consumo *per capita* e seus principais fatores de influência para 26 estados brasileiros e 45 municípios de Minas Gerais. Esse trabalho indicou associação entre a renda *per capita* e o consumo *per capita* de água para os estados. Com respeito aos dados municipais de Minas Gerais, os fatores observados com maior influência no consumo *per capita* foram: faixa de renda, faixa de precipitação e porte da comunidade (indicado pela população do município).

A influência da população abastecida não foi confirmada em avaliação (MAGALHÃES *et al.*, 2001) contemplando 83 sistemas de abastecimento de água, rurais e urbanos, do interior do estado de São Paulo, com população beneficiada variando de 80 a 113.000 habitantes. O consumo efetivo *per capita* não variou de forma significativa – valor médio de 129 L/hab.dia e desvio padrão de 22,7 L/hab.dia – indicando fraca correlação entre o consumo e a população atendida.

Para o estudo referenciado, entretanto, a estimativa apresentada baseou-se, apenas, na diferenciação por sistemas de abastecimento e é válida, portanto, para efeito de comparação entre os distintos sistemas considerados. Sabe-se que diversas cidades são abastecidas por mais de um sistema e, dessa forma, as características inerentes do município e de sua população – como o poder aquisitivo, não foram avaliadas. Não foi considerada, também, a abrangência de tais sistemas quanto ao atendimento à demanda comercial, pública e industrial. Todos esses fatores intervêm no consumo *per capita* e não se fizeram presentes nos resultados apresentados.

Conforme mencionado, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1990) prevê que a impossibilidade na obtenção de dados do consumo *per capita* de água para determinadas localidades pode ser contornada com a utilização de dados referentes a municípios de características semelhantes. Adicionalmente, algumas normas para projetos – organizadas ou adotadas por entidades, e autores como SPERLING (1996), apresentam, como fruto de pesquisas, revisão de literatura ou por meio de suposições quanto aos diferentes destinos da água, tabelas que relacionam o porte da cidade – em termos do número de habitantes, a faixas de consumo *per capita* de água.

A Tabela 3.5 apresenta valores de *per capita* adotados, no passado, por entidades locais, estaduais e regionais, tendo em vista normas de projeto específicas.

Tabela 3.5 – Consumo médio *per capita*, para populações providas de ligações domiciliares

Norma/Entidade	Consumo médio <i>per capita</i> (L/hab.dia)
Norma da Superintendência de Água e Esgotos da Capital (1960) – São Paulo	300
Norma do extinto Departamento de Obras Sanitárias do Estado de São Paulo (1951)	200
Normas das Entidades Federais no Nordeste: SUVALE, DNERu, DNOCS, DNOS, FSESP e SUDENE	1) Para cidades com população inferior a 50.000 habitantes Recomendado: 150 a 200 L/hab.dia Mínimo: 100 L/hab.dia
	2) Para zonas servidas por torneiras públicas: 30 L/hab.dia

Fonte: CETESB (1978)

As tabelas 3.6 e 3.7 reúnem diferentes valores para o consumo *per capita*, segundo duas referências distintas.

Tabela 3.6 – Consumo médio *per capita*, para populações providas de ligações domiciliares

Cidades	População (habitantes)	Consumo médio <i>per capita</i> (L/hab.dia)
Menores	Até 5.000	100 a 150
Pequenas	5.000 a 25.000	150 a 200
Médias	25.000 a 100.000	200 a 250
Maiores	Acima de 100.000	250 a 300

Fonte: Barros *et al.* (1995)

Tabela 3.7 – Consumo médio *per capita*, para populações dotadas de ligações domiciliares

Porte da comunidade	Faixa da População (habitantes)	Consumo <i>per capita</i> (L/hab.dia)
Povoado rural	< 5.000	90 a 140
Vila	5.000 a 10.000	100 a 160
Pequena localidade	10.000 a 50.000	110 a 180
Cidade média	50.000 a 250.000	120 a 220
Cidade grande	> 250.000	150 a 300

Fonte: Sperling (1996)

O consumo *per capita* para populações abastecidas sem ligações domiciliares, realidade ainda presente no país, pode ser adotado (FUNASA, 1999) conforme apresentado na Tabela 3.8.

Tabela 3.8 – Consumo médio *per capita*, para populações desprovidas de ligações domiciliares

Situação	Consumo médio <i>per capita</i> (L/hab.dia)
Abastecida somente com torneiras públicas ou chafarizes	30 a 50
Além de torneiras públicas e chafarizes, possuem lavanderias públicas	40 a 80
Abastecidas com torneiras públicas e chafarizes, lavanderias públicas e sanitário ou banheiro público	60 a 100

Fonte: FUNASA (1999)

Embora os dados de municípios semelhantes e o uso de tabelas possam representar uma estimativa razoável do consumo *per capita* para alguns casos, é questionável sua validade na previsão das demandas reais para projetos de sistemas de abastecimento de água, dada a grande variabilidade desse consumo em uma comunidade, devido aos fatores já referenciados.

Torna-se relevante, portanto, a condução de estudos que busquem avaliar, de forma mais sistemática, o consumo de água e os fatores influenciáveis nesse consumo. Estudos desse tipo poderão possibilitar a busca de soluções alternativas à utilização arbitrária de dados sobre o consumo de água nos projetos que requeiram o conhecimento desse parâmetro, como no redimensionamento das demandas de água para uma determinada população, a partir de dados de razoável facilidade de obtenção.

Nesse contexto, o presente trabalho desenvolve uma avaliação dos fatores intervenientes no consumo *per capita* e oferece subsídios para o desenvolvimento de um modelo matemático que possa conduzir a cotas *per capita* mais realistas, capazes de exprimir as variações desse parâmetro, segundo as características de cada município.

4. METODOLOGIA DE PESQUISA

4.1. **Definição do universo amostral – seleção dos municípios**

A idéia inicial deste trabalho foi avaliar sistemas de abastecimento das regiões sul e sudeste do país. Além do modelo matemático para determinação do consumo *per capita*, tencionava-se estabelecer análises comparativas entre a gestão do serviço de abastecimento e as possíveis implicações sobre o consumo de água. O número de sistemas que seriam avaliados – vinculados a autarquias e companhias estaduais, foi definido proporcionalmente à população de cada estado, obtendo-se um total de 134 sistemas ou municípios.

Alguns fatores, entretanto, contribuíram para um novo direcionamento dos trabalhos:

- ✓ dificuldade de obtenção dos dados, principalmente os referentes às características climáticas e econômicas;
- ✓ ausência de uniformidade dos dados, por serem de fontes variadas.

Dessa forma, a definição final dos sistemas de abastecimento a serem estudados considerou o fato de que seriam avaliados apenas municípios do estado de Minas Gerais, em virtude da facilidade na obtenção dos dados.

O estudo contemplou sistemas, segundo definição do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, com duas diferentes áreas de abrangência:

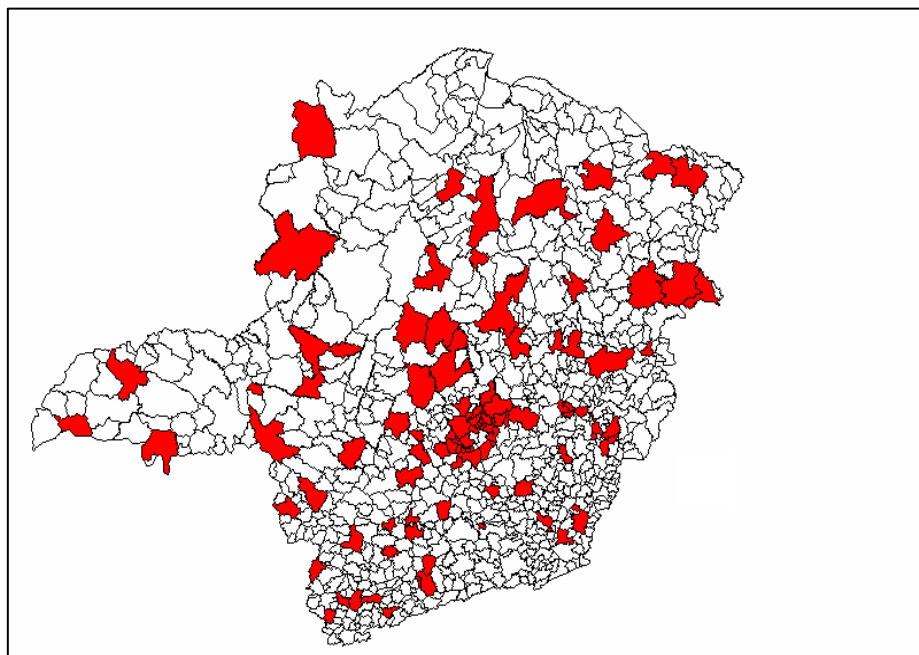
- ✓ local, de direito público ⇒ autarquias: 10 sistemas;
- ✓ regional ⇒ companhia estadual de abastecimento – Copasa: 86 sistemas.

Tendo em vista os dados relativos aos prestadores de serviço de abastecimento, constantes na publicação do SNIS, a definição dos sistemas a serem avaliados foi realizada considerando-se, essencialmente, os sistemas que dispunham, em sua totalidade, das informações referentes ao abastecimento, necessárias à avaliação no trabalho. Na seleção dos municípios, foram priorizados aqueles com maior número de habitantes atendidos com água potável, limitado a cerca de 300.000. O limite adotado justifica-se pela tentativa de não introduzir pontos atípicos e, ao mesmo tempo, fazer

com que todos os sistemas considerados pudessem ser representativos, quanto às variáveis envolvidas.

A Figura 4.1 apresenta o mapa do Estado, com destaque para os municípios avaliados neste trabalho. A relação com os nomes desses municípios encontra-se nos anexos deste trabalho.

Figura 4.1 – Mapa de Minas Gerais e municípios inseridos no universo amostral



Fonte: DATASUS (2003)

Com o objetivo de verificar tendências específicas, considerou-se o universo amostral segundo diferentes faixas populacionais:

- ✓ Faixa 1: municípios até 50.000 habitantes \Rightarrow 62 pontos;
- ✓ Faixa 2: municípios com população entre 50.000 e 100.000 habitantes \Rightarrow 19 pontos;
- ✓ Faixa (1 + 2): municípios com população até 100.000 habitantes \Rightarrow 81 pontos;
- ✓ Faixa 3: municípios com população entre 100.000 e 300.000 habitantes \Rightarrow 15 pontos;
- ✓ Faixa (1 + 2 + 3): todos os municípios do estado \Rightarrow 96 pontos.

4.2. Coleta de dados

4.2.1. Definição das variáveis de interesse

Conforme relatado, diversos fatores influenciam o consumo *per capita* de água em uma dada comunidade. Dessa forma, e para o fim a que se propôs o presente trabalho, procurou-se definir e utilizar, como variáveis ou parâmetros intervenientes, aqueles que pudessem exprimir, da maneira mais fidedigna possível, as variações do referido consumo. Adicionalmente, as variáveis consideradas deveriam ser de fácil obtenção, devido à possibilidade de utilização em predições futuras do consumo *per capita*.

Outra questão relevante é que os dados de interesse deveriam, necessariamente, estar disponibilizados para o ano de 2000. Tal fato decorreu em virtude desse ser o ano referência do Diagnóstico do SNIS, utilizado no trabalho para obtenção, dentre outros, do consumo *per capita* de água dos municípios.

A idéia inicial foi utilizar parâmetros representativos:

- ✓ do porte do município;
- ✓ da pressão sobre o uso da água – taxação;
- ✓ das perdas que ocorrem nos sistemas;
- ✓ das características climáticas;
- ✓ do grau das atividades comerciais e industriais.

Dessa forma, chegou-se, preliminarmente, às seguintes variáveis:

- ✓ População do município;
- ✓ Valor médio da tarifa de água;
- ✓ Extensão da rede de distribuição;
- ✓ Temperatura média anual;
- ✓ Precipitação total anual;
- ✓ Arrecadação de ICMS *per capita* do município;
- ✓ Consumo médio de energia elétrica pelos setores industrial e comercial;

Em um segundo momento do trabalho, houve a necessidade de incluir novas variáveis ao estudo, de forma que a variável dependente *Consumo per capita* pudesse ter sua variância melhor explicada, a partir da equação de regressão obtida para as variáveis independentes utilizadas no modelo. Foram, então, acrescentadas:

- ✓ Percentual de hidrometração;
- ✓ Adensamento (obtida pela razão entre a extensão da rede de distribuição e a população atendida por água);
- ✓ Renda *per capita*;
- ✓ Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M.

4.2.2. Disponibilização das informações

A definição da base de dados utilizada em um trabalho científico requer, de imediato, que alguns pressupostos sejam satisfeitos, dentre os quais a homogeneidade das informações apresentadas.

Conforme mencionado, buscou-se limitar o universo amostral ao estado de Minas Gerais, atendendo à questão da uniformidade das fontes. Dessa forma, subentende-se que as variáveis ou parâmetros considerados foram obtidos, pelas fontes geradoras da informação, segundo os mesmos critérios e metodologias. A definição da área de abrangência deste trabalho pautou-se, ainda, na maior facilidade em obter dados regionais.

As variáveis inseridas no presente estudo foram levantadas junto a quatro fontes principais, a saber:

- ✓ Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS;
- ✓ Instituto de Desenvolvimento Industrial de Minas Gérias – INDI-MG;
- ✓ Fundação João Pinheiro – FJP;
- ✓ Atlas Climatológico do Estado de Minas Gerais.

4.2.2.1. SNIS

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, foi concebido em 1995 pelo Governo Federal, no âmbito do Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS). As informações coletadas junto aos prestadores de serviços, bem como os indicadores calculados, a partir dessas informações, são disponibilizados pelo SNIS, todos os anos, perfazendo, hoje uma série de sete Diagnósticos, sendo o último deles, referente às informações do ano de 2001.

Os dados e indicadores apresentados nos Diagnósticos do SNIS resultam de consulta realizada para uma amostra extraída dos prestadores de serviços de água e esgotos de todo o país. Esses prestadores fornecem informações de caráter operacional, gerencial e financeiro e, ainda, sobre a qualidade dos serviços ofertados.

O Diagnóstico 2000 do SNIS apresentou abrangência significativa, em termos da amostra analisada, uma vez que o conjunto de serviços de água corresponde a 73,2% do total de municípios do Brasil, e a 89,6% da população urbana nacional. Especificamente para o estado de Minas Gerais, são disponibilizadas informações sobre sistemas de abastecimento de 110 municípios mineiros – cerca de 13%, do total de municípios, e aproximadamente 50% da população urbana (SNIS, 2001).

Os dados necessários à realização deste trabalho foram, em sua grande parte (consumo *per capita*, população total do município, população atendida por água, valor da tarifa, percentual de hidrometração e extensão da rede de distribuição), obtidos por meio do Diagnóstico 2000 do SNIS, sendo o acesso à referida fonte, efetuado por consulta via Internet.

4.2.2.2. INDI-MG

O Instituto de Desenvolvimento Industrial de Minas Gerais – INDI, é uma agência vinculada ao governo do Estado, sob coordenação da Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG e do Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais – BDMG. Atua promovendo novos empreendimentos e captando investimentos industriais, com o objetivo principal de ampliar e consolidar o setor industrial, favorecendo o crescimento econômico e social mineiro (INDI, 2002).

Com mais de trinta anos de atuação, o INDI disponibiliza diversas informações sobre todos os municípios do Estado. Dessa forma, os parâmetros utilizados neste trabalho, referentes às atividades econômicas – arrecadação de ICMS e consumo médio de energia elétrica pelos setores comercial e industrial – foram obtidos por consulta à página do sistema na Internet. Destaca-se que o INDI cita, como fonte dos referidos parâmetros, a Secretaria de Estado da Fazenda e a CEMIG, respectivamente.

4.2.2.3. Fundação João Pinheiro

A Fundação João Pinheiro – FJP atua, há mais de trinta anos, junto aos poderes públicos – federal, estadual e municipal, e privados, na prestação de serviços técnico-especializados. Constituem algumas de suas áreas de atuação (FJP, 2003):

- ✓ gestão de conhecimento;
- ✓ pesquisas de indicadores econômicos e sociais;
- ✓ estatística e informações socioeconômicas.

Os dados sobre renda *per capita* e IDH-M foram obtidos na Fundação João Pinheiro, via Internet.

4.2.2.4. Atlas Climatológico do Estado de Minas Gerais

O Atlas Climatológico do Estado de Minas Gerais representa o maior acervo de informações climatológicas do Estado, constituindo-se em base para inúmeros trabalhos relacionados ao saneamento, agropecuária, turismo e outros (ATLAS CLIMATOLÓGICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1982). São disponibilizados, nessa obra, 101 mapas contendo as isolinhas de diversos elementos climatológicos, dentre os quais da precipitação total anual e da temperatura média anual.

O traçado das isolinhas, para os mapas referentes aos dois parâmetros mencionados, baseou-se em elementos climáticos, obtidos diretamente dos dados colhidos nas estações meteorológicas – da Rede do 5º Distrito de Meteorologia e dos Distritos de Estados limítrofes. Os períodos de observação dos pontos correspondentes às estações meteorológicas variaram de 16 anos – informações de 1960 a 1976, em Florestal e João Monlevade, até 66 anos – de 1910 a 1976, em Belo Horizonte e Juiz de Fora (ATLAS CLIMATOLÓGICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1982).

Os dados do clima possuem, de maneira geral, maior utilidade quando comparados com os valores padronizados ou normais (valores médios para períodos uniformes). As normais climatológicas são obtidas a partir do cálculo das médias, obedecendo critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial – OMM (BRASIL, 1992).

Os dois parâmetros representativos das características climáticas dos municípios avaliados na pesquisa – precipitação total anual e temperatura média anual, foram obtidos por consulta aos referidos mapas de isolinhas. A opção por utilizar o citado atlas residiu no fato dessa ser a única fonte disponível, especificamente para o Estado de Minas Gerais, nos moldes do Atlas Climatológico do Brasil, de 1960. Destaca-se que os dados das normais climatológicas, referentes aos anos de 1961 a 1990, foram publicados, embora não tenham sido disponibilizados, ainda, um atlas contendo as isolinhas para esse período.

Os mapas de isolinhas utilizados para levantamento das informações climatológicas encontram-se nos anexos deste trabalho.

4.2.3. Descrição e obtenção das variáveis

Neste subitem apresenta-se a descrição das variáveis utilizadas no trabalho (com destaque em negrito) e a forma como as mesmas foram obtidas, nas quatro principais fontes consultadas: SNIS, INDI, Atlas Climatológico de Minas Gerais e Fundação João Pinheiro. Destaca-se que, em alguns casos, a obtenção da variável não ocorreu de forma direta, havendo necessidade de trabalhar com outros parâmetros ou efetuar conversões pertinentes, de maneira a torná-la apropriada para o estudo em questão.

Os dados correspondentes aos municípios avaliados neste trabalho, para todas as variáveis definidas, encontram-se nos anexos.

4.2.3.1. Dados do SNIS

As descrições que seguem correspondem aos parâmetros constantes no Diagnóstico 2000 do SNIS, utilizados para subsidiar a determinação das variáveis de interesse no trabalho. A simbologia entre parênteses indica a denominação apresentada pelo SNIS. Destaca-se que as informações referentes ao consumo *per capita* e ao valor da tarifa foram obtidas indiretamente, mediante outros indicadores disponíveis no Diagnóstico 2000.

População do município

Esse parâmetro foi obtido do SNIS, a partir da informação de população total do município (G_{12}), definida como a soma das populações rural e urbana – valor projetado pelo IBGE para o ano de 2000, constante no SNIS;

População atendida por água (A_{01})

Produto da quantidade de economias residenciais ativas no último mês do ano – dado das companhias de saneamento – pela taxa média de habitantes por domicílio do estado, segundo dados do IBGE.

Em virtude da maneira como foram obtidos os dados de população do município e população atendida por água pelo SNIS, alguns municípios apresentam valores, para o número de habitantes atendidos por água, superiores aos referentes à população total do município. Nesses casos, foi considerado, para efeito de utilização do parâmetro, que 100% da população do município é atendida com água.

Consumo médio *per capita* de água

Estabelecido pelo quociente do volume anual consumido – somado ao índice de perdas, pela população atendida por água, sendo expresso em L/habitante/dia. Cabe destacar que o volume consumido compreende o volume micromedido, o volume estimado para as ligações desprovidas de hidrômetros e o eventual volume exportado.

Tendo em vista que o SNIS não disponibiliza (para os sistemas de abastecimento vinculados à companhia estadual) os dados de consumo *per capita* desagregados por município, mas apenas a média da companhia de abastecimento, foi necessário obter essa informação de forma indireta, com o cálculo, inicialmente, das perdas que ocorrem na rede de distribuição. Para os sistemas vinculados às autarquias, o SNIS apresenta o dado sem considerar, contudo, as perdas, o que foi determinado de forma indireta (com utilização de outros dados disponíveis).

Para o cálculo das perdas que ocorrem na rede de distribuição, foi necessário obter informações sobre os seguintes indicadores:

Índice de consumo de água (I_{52})

Expresso em (%), é dado por:

$$I_{52} = \frac{\text{vol. de água consumido (A}_{10}\text{)}}{\text{vol. de água (produzido (A}_{06}\text{) + trat. import. (A}_{18}\text{) – de serviço (A}_{24}\text{))}} \quad \text{Eq. (2)}$$

A_{06} = volume de água disponível para consumo, compreendendo a água captada pelo prestador de serviços e a água importada bruta, ambas tratadas na(s) unidade (s) de tratamento do prestador de serviços, medido e/ou estimado na(s) saída(s) da(s) ETA(s) ou Unidade(s) de Tratamento Simplificado (UTS). Inclui também os volumes de água captados pelo prestador de serviços, que sejam disponibilizados para consumo sem tratamento, medidos na(s) entrada(s) do sistema de distribuição. É expresso em 1000 m³/ano.

A_{10} = volume de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido, o volume estimado para as ligações desprovidas de hidrômetros e o volume de água tratada exportado. É expresso em 1000 m³/ano.

A_{18} = volume de água potável, previamente tratada (em ETA ou simples desinfecção), recebido de outros agentes fornecedores. É expresso em 1000 m³/ano.

A_{24} = valor da soma dos volumes de água para atividades operacionais e especiais (destinados a corpo de bombeiros, caminhões-pipas para suprimentos sociais e uso próprio nas instalações do prestador de serviços), com o volume de água recuperado (correspondente à neutralização de ligações clandestinas e fraudes).

Dessa forma,

$$I_{52} = \frac{A_{10}}{(A_{06} + A_{18} - A_{24})} \quad \rightarrow \quad A_{10} = (A_{06} + A_{18} - A_{24}) \times I_{52}$$

$$\rightarrow \quad (A_{06} + A_{18} - A_{24}) = \frac{A_{10}}{I_{52}} \quad \text{Eq. (3)}$$

Índice de perdas na distribuição (I_{49})

Expresso em %, é dado por:

$$I_{49} = \frac{(A_{06} + A_{18} - A_{24}) - A_{10}}{(A_{06} + A_{18} - A_{24})} \quad \text{Eq. (4)}$$

Utilizando-se a Equação (3), foi possível definir o índice de perdas na distribuição (I_{49}), em termos do índice de consumo de água (I_{52}):

$$I_{49} = \frac{\frac{A_{10}}{I_{52}} - A_{10}}{\frac{A_{10}}{I_{52}}} \times 100 \quad \text{Eq. (5)}$$

Ressalta-se que o valor de A_{10} (expresso em 10³ m³/ano) foi multiplicado por 10⁶, nos cálculos efetuados, a fim de converter as unidades para L/ano.

Aos dados de consumo *per capita* de água para as autarquias – disponibilizados pelo SNIS, foram acrescentadas as parcelas referentes às perdas na distribuição. Já para os

municípios atendidos pela Copasa, tornou-se necessário, inicialmente, determinar os valores das cotas *per capita* de água, o que foi obtido a partir das seguintes informações:

Quantidade de economias ativas de água (A_{03})

Corresponde à quantidade de economias ativas de água que contribuíram para o faturamento, no último mês do ano. Essa informação considera a média aritmética do ano de referência (2000) e do ano anterior (1999).

Consumo médio de água por economia (I_{53})

Expresso em ($m^3/mês.economia$), é dado por:

$$I_{53} = \frac{\text{vol. de água consumido } (A_{10}) - \text{vol. de água trat. export. } (A_{19})}{\text{quantidade de economias ativas de água } (A_{03})} \quad \text{Eq. (6)}$$

A_{19} = volume de água potável, previamente tratada (em ETA ou por simples desinfecção), transferido para outros agentes distribuidores. É expresso em 1000 m^3/ano .

Dessa forma,

$$I_{53} = \frac{A_{10} - A_{19}}{A_{03}} \quad \rightarrow (A_{10} - A_{19}) = I_{53} \times A_{03} \quad \text{Eq. (7)}$$

Segundo o SNIS, o Consumo médio per capita de água (I_{22}), expresso em L/hab.dia, é dado por:

$$I_{22} = \frac{\text{vol. de água consumido } (A_{10}) - \text{vol. de água trat. export. } (A_{19})}{\text{população atendida por água } (A_{01})} \quad \text{Eq. (8)}$$

Para a obtenção do parâmetro consumo *per capita*, o valor de A_{01} leva em consideração a média dos valores de dezembro de 1999 e dezembro de 2000.

Utilizando-se as Equações 7 e 8, os dados de consumo *per capita* de água, para os municípios vinculados à Copasa, foram obtidos da seguinte forma:

$$\text{Consumo } per \text{ capita} = \frac{\text{cons. méd. água por econ. } (I_{53}) \times n^{\circ} \text{ econ. ativ. água } (A_{03})}{\text{população atendida por água } (A_{01})} \quad \text{Eq. (9)}$$

Destaca-se que o valor final do parâmetro foi multiplicado por $(10^3/30)$, para conversão das unidades em $m^3/\text{hab.mês}$ para $L/\text{hab.dia}$.

Tarifa média de água

No SNIS, a tarifa média de água (I_{05}), é expressa em $R\$/m^3$ e definida como:

$$I_{05} = \frac{\text{receita operacional direta de água } (F_{02})}{\text{Vol. de água faturado } (A_{11}) - \text{volumes de água export. } (A_{17} \text{ e } A_{19})} \quad \text{Eq. (10)}$$

F_{02} = valor faturado anual decorrente da prestação do serviço de abastecimento de água, resultante exclusivamente da aplicação de tarifas, excluídos os valores decorrentes da venda de água por atacado (bruta ou tratada). No SNIS é expresso em $R\$/\text{ano}$.

A_{11} = volume de água debitado ao total de economias (medidas e não medidas), para fins de faturamento. Inclui o volume de água tratada exportado. É expresso em $1000 m^3/\text{ano}$.

A_{17} = volume de água bruta transferido para outros agentes distribuidores, sem qualquer tratamento. É expresso em $1000 m^3/\text{ano}$.

O SNIS disponibiliza informações sobre a tarifa média de água apenas para as autarquias, uma vez que o valor praticado pela Copasa é único para todos os municípios operados e a diferenciação da tarifa ocorre, apenas, segundo a faixa de volume consumido. Entretanto, com o objetivo de avaliar da maneira mais aproximada possível a relevância do valor da tarifa sobre o consumo *per capita* de água, optou-se por utilizar o valor tarifável da água para os municípios vinculados à Copasa. A determinação do parâmetro foi feita com base na utilização dos dados de F_{02} e A_{11} , para cada um dos municípios avaliados, destacando-se que, segundo o SNIS, o volume de água exportado pela companhia estadual de saneamento é nulo.

Para efeito de posterior utilização do parâmetro, na equação de regressão, o valor da tarifa foi expresso segundo a cotação média do dólar para o ano de 2000, obtida em TIZIO (2002), cujo valor encontra-se referenciado nos anexos.

Extensão da rede de distribuição

É expressa em km e foi obtida, diretamente, para cada município, segundo os dados disponíveis no SNIS. Esse parâmetro foi considerado interveniente no consumo *per capita*, na tentativa de estabelecimento de um vínculo com as perdas que ocorrem nas redes de distribuição. Embora tais perdas não sejam computadas no consumo *per capita* efetivo (micromedido), devem ser incorporadas para efeito de projeto.

Os dados de extensão da rede de distribuição foram, posteriormente, utilizados para definição de outra variável, denominada **Adensamento**, obtida pela razão entre a extensão da rede e o número de habitantes atendidos com água.

Percentual de hidrometração

Essa variável foi obtida no SNIS, diretamente do Índice de hidrometração (I_{09}), expresso em % e definido como:

$$I_{09} = \frac{\text{quant. de ligações ativas de água micromed. (A}_{04})}{\text{quant. de ligações ativas de água (A}_{02})} \quad \text{Eq. (11)}$$

No caso desse indicador, o cálculo considera a média aritmética (dez/99 + dez/2000) das informações que contêm dados relativos a essas datas.

A utilização desse parâmetro fundamentou-se, assim como o valor médio da tarifa praticada, na pressão sobre o consumo de água, em virtude da medição e tarifação.

4.2.3.2.Dados do INDI - MG

Consumo médio de energia elétrica pelos setores industrial e comercial

Expresso em kWh, esse parâmetro foi obtido considerando-se a média de consumo para os anos de 1998 a 2000, de forma a tornar os dados mais homogêneos. A escolha de tal parâmetro, como possível fator interveniente no consumo *per capita*, justifica-se pela tentativa de relacioná-lo ao porte do município, em termos de seu grau de industrialização e da presença de atividades comerciais. A consulta ao INDI foi feita diretamente em sua página na Internet.

Arrecadação de ICMS *per capita* do município

Assim como o parâmetro *Consumo médio de energia pelos setores industrial e comercial*, a consideração dos dados sobre arrecadação de ICMS foi feita buscando relacionar esse fator ao grau de industrialização do município.

Cabe ressaltar que, embora tenha passado a vigorar, em janeiro de 1996, a denominada Lei Robin Hood, que prevê a distribuição de 25% do ICMS total do Estado para as cidades mais pobres, optou-se por manter a avaliação desse parâmetro, na primeira etapa do trabalho – Tratamento dos Dados, a fim de verificar sua relação com o porte do município e com o consumo *per capita*, para faixas de população específicas.

Os dados são referenciados no INDI em Reais, mas foram convertidos para dólares norte-americanos, considerando-se os valores médios da cotação para os anos de 1998 a 2000, obtidos em TIZIO (2002), cujos valores encontram-se listados nos anexos.

4.2.3.3. Dados da Fundação João Pinheiro

Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M

A decisão de inserir o IDH-M, como possível fator interveniente no consumo *per capita* de água dos municípios, partiu da premissa que, assim como o IDH, esses índices são considerados indicadores bastante sensíveis do grau de desenvolvimento humano de uma região ou localidade e que esse desenvolvimento não está, necessariamente e apenas, vinculado ao desempenho econômico da localidade. A consideração de fatores apenas econômicos, como o PIB *per capita* ou a renda *per capita*, deixam lacunas quanto à realidade do desenvolvimento social, vivenciado pela população de um país, estado ou município. Conforme referenciado no Capítulo 3 – Revisão da Literatura, diversos autores mencionam sobre a influência de fatores socioeconômicos no consumo *per capita* de água.

Renda *per capita*

Embora este parâmetro já seja contabilizado, para efeito de determinação do IDH-M, optou-se por também utilizá-lo, neste trabalho, tendo em vista as correlações obtidas por alguns autores, como CAMPOS & SPERLING, 1997; PENNA *et al.*, 2000 e SPERLING *et al.*, 2002. Ainda, a manutenção desse fator, juntamente com o IDH-M,

possibilitaria uma comparação entre ambos os parâmetros, em termos do melhor ajuste para a equação de regressão.

4.2.3.4. Dados do Atlas Climatológico de Minas Gerais

Precipitação total média anual

A precipitação total média anual constitui a média das alturas anuais de chuva, calculadas sobre um dado período comum e expressa em mm. Sua utilização, neste trabalho, pautou-se nas citações bibliográficas, sobre a influência do clima no consumo de água. Dessa forma, optou-se por utilizar, juntamente com os dados de temperatura média anual, as informações sobre a precipitação total média anual. Essa variável também constitui um indicativo, ainda que outros fatores interfiram, da disponibilidade hídrica da cidade.

Para cada município avaliado foi conduzida, inicialmente, sua localização no mapa, por meio das coordenadas de latitude e longitude – obtidas no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2002). Em seguida, procedeu-se à leitura direta da correspondente isolinha demarcada sobre aquele ponto.

Temperatura média anual

Expressos em °C, os dados de temperatura média anual foram obtidos, no mapa de isolinhas, segundo o mesmo procedimento descrito para a precipitação total média anual. A justificativa da utilização desse parâmetro, como fator interveniente no consumo *per capita* de água, refere-se à mesma apresentada para a precipitação total anual.

4.3. Avaliação estatística dos dados

Após a seleção das variáveis de interesse e obtenção dos dados correspondentes para os 96 municípios, iniciaram-se os procedimentos relacionados à avaliação estatística dos dados, conduzida com a utilização do software *Statistica*. As variáveis intervenientes foram consideradas como independentes (ou explicativas) e a cota *per capita*, a variável dependente.

O desenvolvimento deste trabalho ocorreu com a consideração de três situações distintas – *Situação 1*, *Situação 2* e *Situação 3*, em função do grupo de variáveis

avaliadas e do incremento ou não da parcela referente às perdas, aos valores obtidos para o consumo *per capita*. A Tabela 4.1 apresenta as variáveis utilizadas, para as três situações mencionadas.

Tabela 4.1 – Descrição das variáveis utilizadas, para as três situações abordadas no trabalho

	Situação 1	Situação 2	Situação 3
Variável dependente	Consumo <i>per capita</i> (incluindo o volume devido às perdas)	Consumo <i>per capita</i> (incluindo o volume devido às perdas)	Consumo <i>per capita</i> (sem o volume devido às perdas)
Variáveis independentes	<ol style="list-style-type: none"> 1. População do município; 2. Valor médio da tarifa de água; 3. Extensão da rede de distribuição; 4. Temperatura média anual; 5. Precipitação total média anual; 6. Arrecadação de ICMS <i>per capita</i> do município; 7. Consumo médio de energia pelos setores industrial e comercial. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. População do município; 2. Valor médio da tarifa de água; 3. Percentual de hidrometração; 4. Temperatura média anual; 5. Precipitação total média anual; 6. Adensamento 7. Renda <i>per capita</i>; 8. IDH-M; 9. Consumo médio de energia pelos setores industrial e comercial. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. População do município; 2. Valor médio da tarifa de água; 3. Percentual de hidrometração; 4. Temperatura média anual; 5. Precipitação total média anual; 6. Adensamento 7. Renda <i>per capita</i>; 8. IDH-M; 9. Consumo médio de energia pelos setores industrial e comercial.

Ressalta-se que as *Situações 2 e 3* foram idealizadas após os resultados obtidos para a *Situação 1*. Em todas as situações, procedeu-se às etapas de *Tratamento dos Dados e Elaboração do Modelo*, em consonância com os objetivos – geral e específicos, propostos para este trabalho. Os procedimentos realizados nessas duas etapas, para as três diferentes situações são descritos nas seções seguintes.

4.3.1. Tratamento dos dados

Nesta etapa, foram elaborados gráficos de dispersão entre cada variável independente e a cota *per capita* correspondente, bem como entre as variáveis independentes entre si, a

fim de se avaliar as correlações de ordem 1, para as cinco faixas populacionais, anteriormente definidas.

Os gráficos de dispersão e os coeficientes de correlação simples correspondentes possibilitaram inferir observações acerca da influência dos fatores considerados, sobre o consumo *per capita* de água e sobre os demais parâmetros utilizados, segundo cada faixa populacional avaliada. Foi possível, ainda, visualizar as variáveis cujas correlações indicavam, a princípio, a viabilidade de serem utilizadas na etapa seguinte, Elaboração do Modelo, para a Faixa (1 + 2 +3) – todos os municípios da amostra.

4.3.2. Elaboração do modelo

Devido ao considerável número inicial de variáveis, foi utilizado o método *stepwise* para reduzir esse número, definindo aquelas que seriam mantidas no estudo. O método *stepwise* fundamenta-se na construção iterativa de seqüências de modelos de regressão, adicionando ou removendo variáveis em cada etapa – modalidades *Forward* e *Backward*, respectivamente.

A definição das variáveis a serem mantidas em cada etapa é realizada em função da maior ou menor importância da variável, por meio da significância da estatística F de Fisher. As variáveis são consideradas significativas pela comparação entre os valores de F parcial – a partir das variáveis já adicionadas ao modelo, e os valores considerados de F para incluir e F para excluir. Dessa forma, adiciona-se ou rejeita-se a variável candidata a constar no modelo de regressão. Na modalidade *Forward*, o valor utilizado de F para incluir foi 1 e F para excluir 0. Na modalidade *Backward*, foram utilizados os valores de 11 e 10 para F para incluir e F para excluir, respectivamente.

Após considerar todas as variáveis significativas para a equação de regressão, o programa utilizado indica o fim do método e possibilita a avaliação de todas as etapas do processo. São disponibilizadas, ainda, informações sobre o modelo ajustado aos dados, incluindo os resíduos. Neste trabalho, o modelo matemático contemplando a relação entre a cota *per capita* de água e as variáveis independentes foi delineado para um modelo de regressão linear múltipla do tipo:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados provenientes da avaliação estatística dos dados são apresentados, neste capítulo, juntamente com as discussões pertinentes, segundo as três situações consideradas.

A Tabela 5.1 apresenta algumas estatísticas para as variáveis utilizadas neste trabalho.

Tabela 5.1 – Estatísticas para as variáveis independentes e dependentes

	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Cons. <i>per capita</i> - com perdas	96	193	185	133	336	37
Cons. <i>per capita</i> - sem perdas	96	144	137	91	269	30
População	96	56.715	30.182	3.352	306.258	64.438
% de hidrometração	96	96	99	17	100	13
Valor da tarifa	96	0,44	0,44	0,22	0,73	0,08
Extensão da rede	96	166,62	82,50	4,00	864,00	197,02
Adensamento	96	3,84	3,41	1,66	29,60	2,84
Temperatura	96	20,6	20,0	18,0	24,5	1,7
Precipitação	96	1.282	1.300	850	1.600	157
Consumo energia	96	121,672	18,570	0,328	2.233,108	329,815
IDH-M	96	0,756	0,757	0,636	0,841	0,048
Renda <i>per capita</i>	96	124,57	120,34	53,33	237,61	41,45

5.1. Situação 1

A Tabela 5.2 apresenta a relação das variáveis consideradas na Situação 1.

Tabela 5.2 – Variáveis utilizadas – Situação 1

Variável dependente	Consumo <i>per capita</i> (incluindo o volume devido às perdas)
Variáveis independentes	<ol style="list-style-type: none"> 1. População do município; 2. Valor médio da tarifa de água; 3. Extensão da rede de distribuição; 4. Temperatura média anual; 5. Precipitação total média anual; 6. Arrecadação de ICMS <i>per capita</i> do município; 7. Consumo médio de energia pelos setores industrial e comercial.

5.1.1. Tratamento dos dados

As figuras 5.1 a 5.5 apresentam o conjunto de gráficos de dispersão possíveis para todas as variáveis avaliadas, segundo as distintas faixas populacionais e as tabelas 5.3 a 5.7 indicam as matrizes dos coeficientes de correlação linear simples correspondentes. As observações pertinentes aos resultados desta etapa sucedem à exposição das referidas figuras e tabelas.

Figura 5.1 – Gráficos de dispersão para a Faixa 1

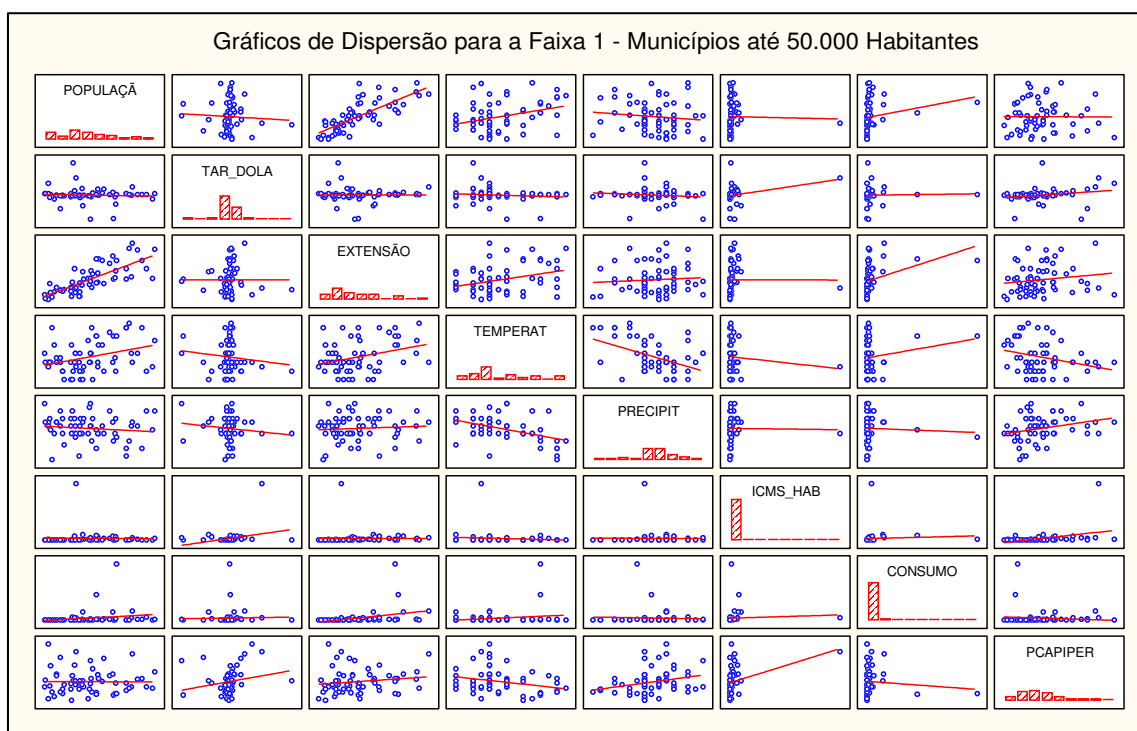


Tabela 5.3 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa 1

Matriz de Correlação - Coeficientes de Correlação (R) para a Faixa 1								
	População	Val. Tarifa	Ext. Rede	Temperat.	Precipit.	ICMS/hab.	Cons. Ener.	Per capita
População	1	-0,0574	0,7729	0,3363	-0,1169	-0,0208	0,1972	-0,0081
Val. Tarifa	-0,0574	1	0,0005	-0,1197	-0,1238	0,2853	0,0269	0,2125
Ext. Rede	0,7729	0,0005	1	0,3209	0,0743	-0,0024	0,3542	0,1554
Temperat.	0,3363	-0,1197	0,3209	1	-0,4500	-0,0996	0,1732	-0,2748
Precipit.	-0,1169	-0,1238	0,0743	-0,4500	1	-0,0136	-0,0481	0,2743
ICMS/hab.	-0,0208	0,2853	-0,0024	-0,0996	-0,0136	1	0,0527	0,3602
Cons. Ener.	0,1972	0,0269	0,3542	0,1732	-0,0481	0,0527	1	-0,0945
Per capita	-0,0081	0,2125	0,1554	-0,2748	0,2743	0,3602	-0,0945	1

Figura 5.2 – Gráficos de dispersão para a Faixa 2

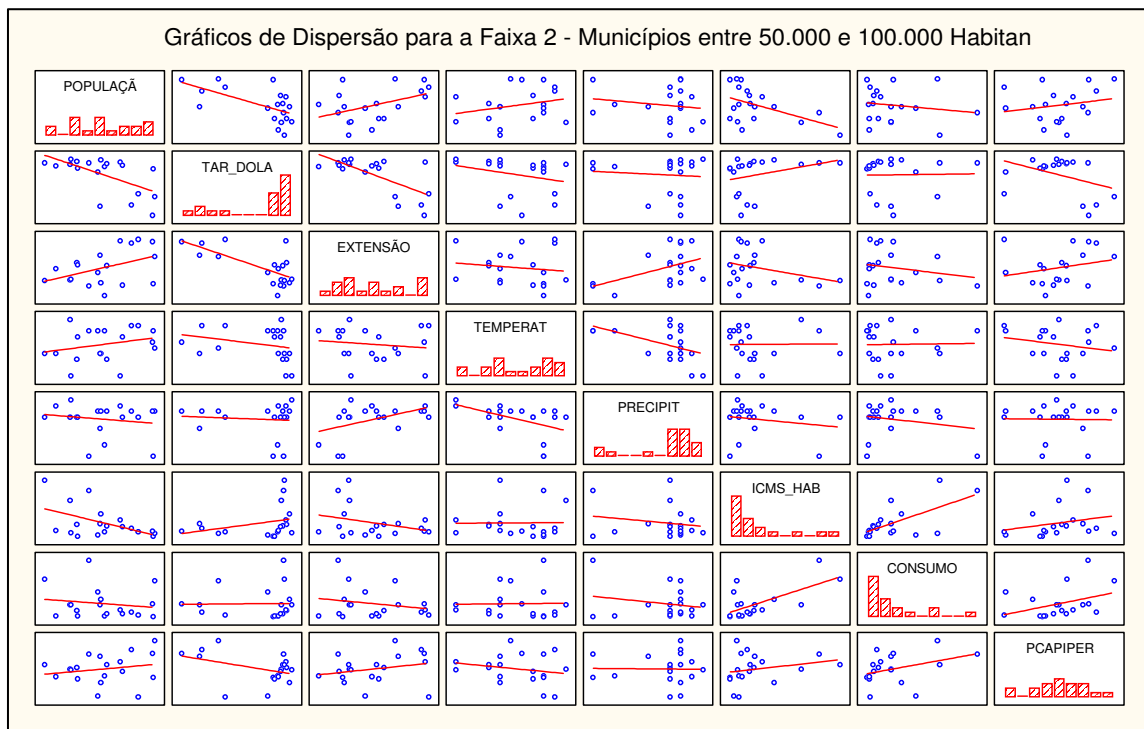
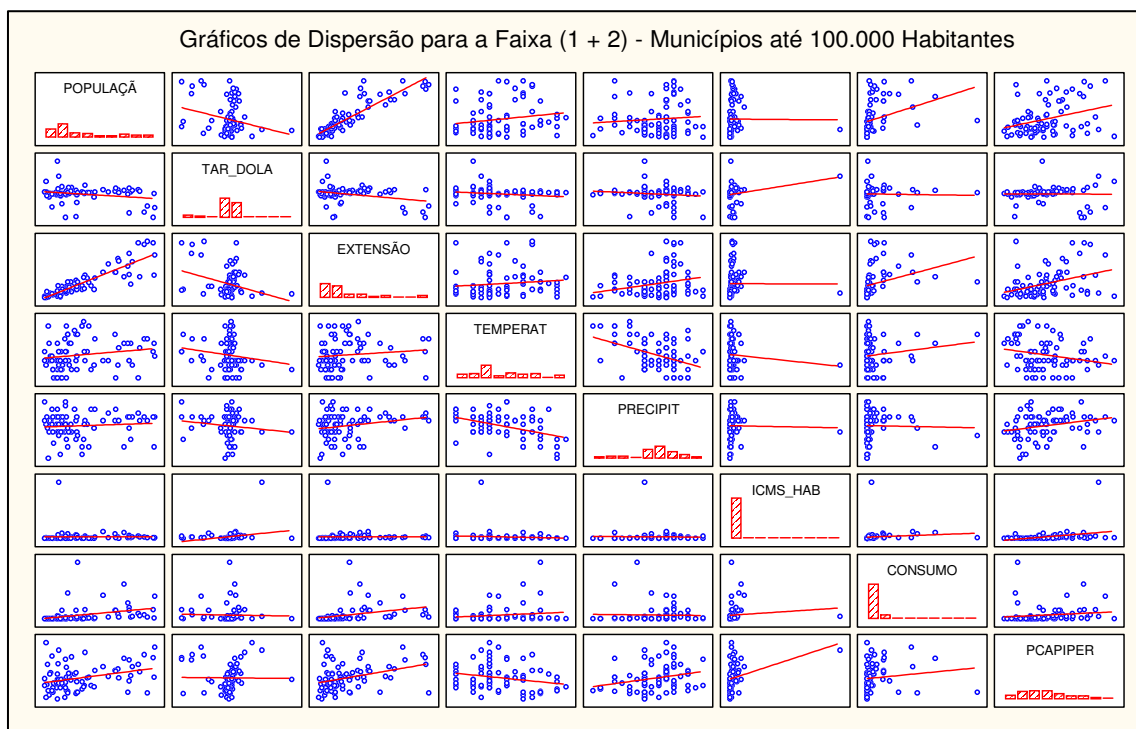


Tabela 5.4 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa 2

Matriz de Correlação - Coeficientes de Correlação (R) para a Faixa 2								
	População	Val. Tarifa	Ext. Rede	Temperat.	Precipit.	ICMS/hab.	Cons. Ener.	Per capita
População	1	-0,5985	0,4334	0,2556	-0,1636	-0,5008	-0,1593	0,2008
Val. Tarifa	-0,5985	1	-0,6874	-0,2636	-0,0826	0,3017	0,0188	-0,3938
Ext. Rede	0,4334	-0,6874	1	-0,1374	0,4619	-0,3049	-0,2066	0,2428
Temperat.	0,2556	-0,2636	-0,1374	1	-0,4751	0,0111	0,0195	-0,2144
Precipit.	-0,1636	-0,0826	0,4619	-0,4751	1	-0,1835	-0,2087	-0,0160
ICMS/hab.	-0,5008	0,3017	-0,3049	0,0111	-0,1835	1	0,6454	0,2327
Cons. Ener.	-0,1593	0,0188	-0,2066	0,0195	-0,2087	0,6454	1	0,3713
Per capita	0,2008	-0,3938	0,2428	-0,2144	-0,0160	0,2327	0,3713	1

Figura 5.3 – Gráficos de dispersão para a Faixa (1 + 2)**Tabela 5.5 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa (1 + 2)**

Matriz de Correlação - Coeficientes de Correlação (R) para a Faixa (1 + 2)								
	População	Val. Tarifa	Ext. Rede	Temperat.	Precipit.	ICMS/hab.	Cons. Ener.	Per capita
População	1	-0,2388	0,8852	0,1792	0,0856	-0,0060	0,3343	0,3220
Val. Tarifa	-0,2388	1	-0,3059	-0,1567	-0,1335	0,2486	-0,0289	-0,0107
Ext. Rede	0,8852	-0,3059	1	0,1145	0,2387	-0,0035	0,3212	0,3710
Temperat.	0,1792	-0,1567	0,1145	1	-0,4410	-0,0883	0,1451	-0,2312
Precipit.	0,0856	-0,1335	0,2387	-0,4410	1	-0,0198	-0,0277	0,2532
ICMS/hab.	-0,0060	0,2486	-0,0035	-0,0883	-0,0198	1	0,0945	0,3176
Cons. Ener.	0,3343	-0,0289	0,3212	0,1451	-0,0277	0,0945	1	0,1316
Per capita	0,3220	-0,0107	0,3710	-0,2312	0,2532	0,3176	0,1316	1

Figura 5.4 – Gráficos de dispersão para a Faixa 3

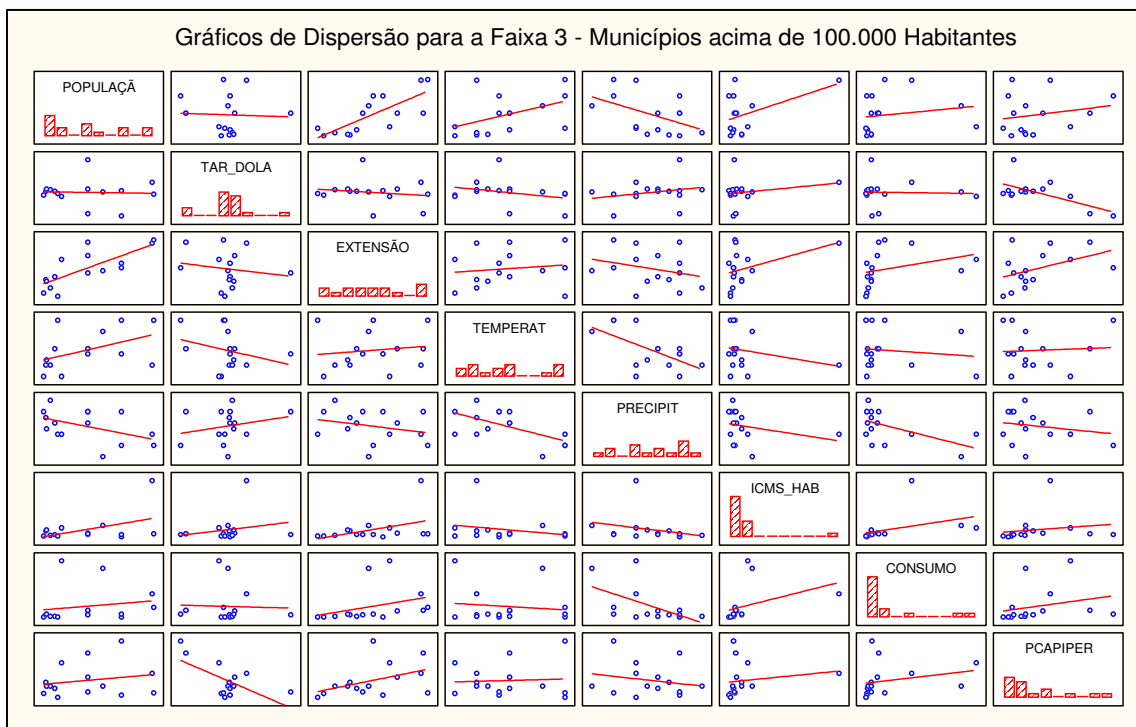


Tabela 5.6 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa 3

Matriz de Correlação - Coeficientes de Correlação (R) para a Faixa 3								
	População	Val. Tarifa	Ext. Rede	Temperat.	Precipit.	ICMS/hab.	Cons. Ener.	Per capita
População	1	-0,0411	0,7610	0,4514	-0,4684	0,4580	0,1740	0,2021
Val. Tarifa	-0,0411	1	-0,1627	-0,2939	0,2418	0,2106	-0,0366	-0,6463
Ext. Rede	0,7610	-0,1627	1	0,1375	-0,2697	0,4168	0,3207	0,4350
Temperat.	0,4514	-0,2939	0,1375	1	-0,6063	-0,2337	-0,1225	0,0601
Precipit.	-0,4684	0,2418	-0,2697	-0,6063	1	-0,2678	-0,5594	-0,2047
ICMS/hab.	0,4580	0,2106	0,4168	-0,2337	-0,2678	1	0,3799	0,1640
Cons. Ener.	0,1740	-0,0366	0,3207	-0,1225	-0,5594	0,3799	1	0,2467
Per capita	0,2021	-0,6463	0,4350	0,0601	-0,2047	0,1640	0,2467	1

Figura 5.5 – Gráficos de dispersão para a Faixa (1 + 2 + 3)

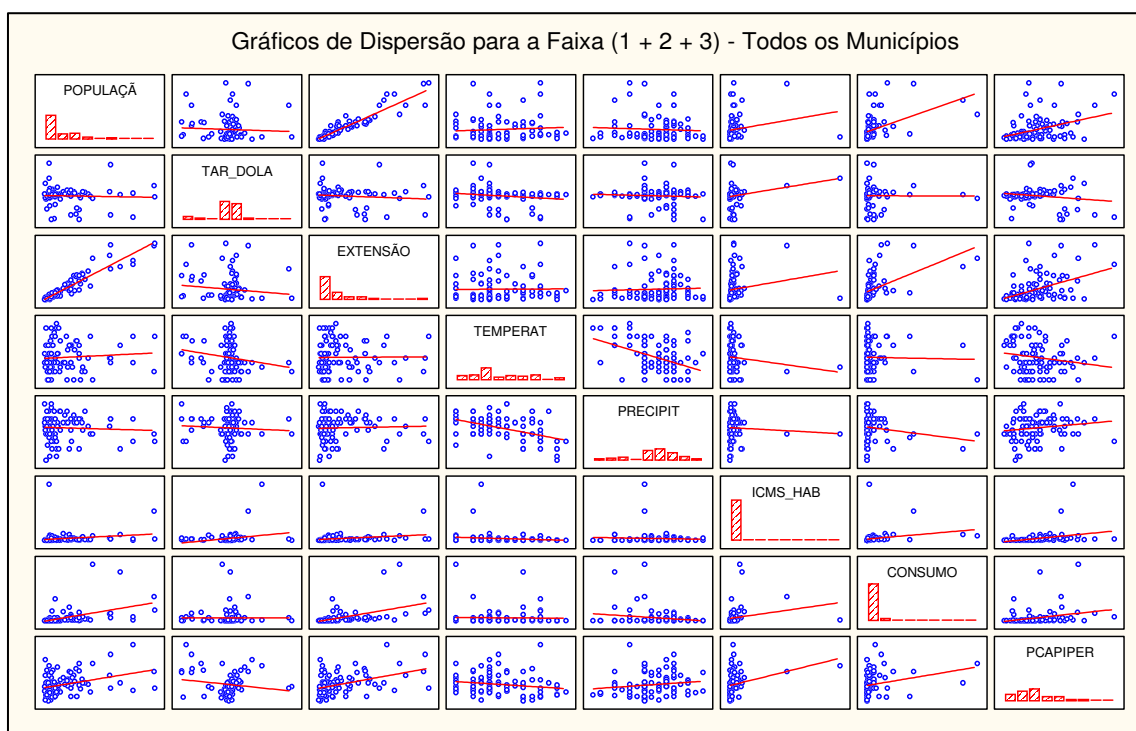


Tabela 5.7 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa (1 + 2 + 3)

Matriz de Correlação - Coeficientes de Correlação (R) para a Faixa (1 + 2 + 3)								
	População	Val. Tarifa	Ext. Rede	Temperat.	Precipit.	ICMS/hab.	Cons. Ener.	Per capita
População	1	-0,0461	0,9384	0,0767	-0,0569	0,1818	0,4713	0,3669
Val. Tarifa	-0,0461	1	-0,1081	-0,1856	-0,0638	0,2423	-0,0030	-0,1689
Ext. Rede	0,9384	-0,1081	1	0,0091	0,0402	0,1702	0,5139	0,4398
Temperat.	0,0767	-0,1856	0,0091	1	-0,4592	-0,1201	-0,0215	-0,1810
Precipit.	-0,0569	-0,0638	0,0402	-0,4592	1	-0,0587	-0,1769	0,1512
ICMS/hab.	0,1818	0,2423	0,1702	-0,1201	-0,0587	1	0,2180	0,3013
Cons. Ener.	0,4713	-0,0030	0,5139	-0,0215	-0,1769	0,2180	1	0,2629
Per capita	0,3669	-0,1689	0,4398	-0,1810	0,1512	0,3013	0,2629	1

Para o estudo correspondente às 96 amostras – Faixa (1 + 2 + 3), verificou-se correlação significativa entre as variáveis *População* e *Extensão da rede* ($R= 0,938$). Para as demais faixas, à exceção da Faixa 2 – 50.000 a 100.000 habitantes, os valores de R foram superiores a 0,760. Tal fato sugere a possibilidade de supressão de uma dessas variáveis na elaboração de um modelo matemático para determinação do consumo *per capita*, por redundância na explicação da variância da variável dependente.

Os coeficientes de correlação entre *Extensão da rede* e *Consumo per capita* foram crescentes, segundo as diferentes faixas populacionais, variando de 0,1554 – Faixa 1 a 0,4398 – Faixa (1 + 2 + 3), o que confirma a relação desse parâmetro com o porte da cidade, este expresso em termos de sua população.

Destaca-se o valor extremamente baixo para a correlação observada entre *População* e *Consumo per capita* ($R= -0,0081$), para a Faixa 1, em contraposição às demais faixas, indicando que outros fatores contribuem, mais efetivamente, no consumo *per capita* dos municípios situados nessa faixa populacional – até 50.000 habitantes.

À exceção da Faixa 1, todas as outras apresentaram correlação negativa entre *Consumo per capita* e *Valor da tarifa*, sendo a Faixa 3 aquela com o maior valor absoluto para R (0,6463), seguido da Faixa 2 (0,3938). Tal fato indica que o valor da tarifa de água exerce maior pressão sobre seu consumo, para as cidades mais populosas.

Por outro lado, observou-se uma correlação negativa bastante baixa entre *Valor da tarifa* e *População*, para as faixas 1 e 3, o que não se verificou para a Faixa 2, na qual o coeficiente de correlação linear simples foi estimado em $-0,5985$. Uma análise preliminar dessas informações indica que para as faixas 1 e 3 o possível aumento na receita mensal, advindo do incremento no número de habitantes atendidos com água (considerando-se proporcional à população total do município), não é repassado ao consumidor, sob a forma de manutenção de tarifas mais baixas. Entretanto, outros fatores como localização e qualidade do manancial utilizado para abastecimento também condicionam os valores médios praticados para a tarifa de água.

Os coeficientes de correlação simples entre *Temperatura média anual* e *Precipitação total média anual* foi de $-0,4592$ para a Faixa (1 + 2 + 3), indicando que regiões com

temperaturas médias anuais elevadas estão associadas a índices relativamente baixos de precipitação total média anual, para o universo amostral avaliado.

Os coeficientes de correlação entre *Consumo per capita* e as variáveis *Temperatura média anual* e *Precipitação total média anual* mostraram-se diversos, para todas as faixas populacionais, resultantes da grande dispersão dos dados. Para as faixas 1, (1 + 2) e (1 + 2 + 3), entretanto, observou-se uma tendência para um menor consumo *per capita* de água, para os municípios cujo clima configurou-se como quente e seco. Em outras palavras, nessas faixas, o consumo *per capita* aumenta com o decréscimo da temperatura e elevação da precipitação total média anual.

Essa constatação não confirma algumas citações de literatura que mencionam um maior consumo de água nas regiões quentes e, de forma inversa, a menor utilização desse recurso nos locais onde as temperaturas são mais baixas ou os índices pluviométricos mais elevados, o que não justificaria, por exemplo, o consumo da água com a rega de jardins e as lavagens em geral.

Entretanto, o fenômeno da precipitação atmosférica está relacionado à disponibilidade hídrica local, ainda que outros fatores – como insolação e evaporação, condicionados pelas características regionais, também interfiram no processo. Essa consideração talvez contribua para explicar as tendências observadas de menor consumo *per capita* em locais com reduzida precipitação total anual e, portanto, com um reduzido potencial hídrico, em termos de mananciais passíveis de utilização para abastecimento.

Ressalta-se ainda que as informações disponíveis na literatura, resultantes de pesquisas experimentais sobre a relação do clima com o uso da água referem-se, via de regra, a períodos específicos do ano. ZHOU *et al.* (2001), por exemplo, trabalharam dados de temperaturas máximas diárias, durante o verão australiano, para oito anos consecutivos. No presente trabalho, por sua vez, foram consideradas informações médias anuais para os dados climatológicos, o que limita as possibilidades de uma comparação mais detalhada com trabalhos como o mencionado. Adicionalmente, os estudos relacionam-se, muitas vezes, aos consumos setorializados – doméstico e público, principalmente, o que pode em algumas situações não ser indicativo de variações substanciais no consumo *per capita* médio.

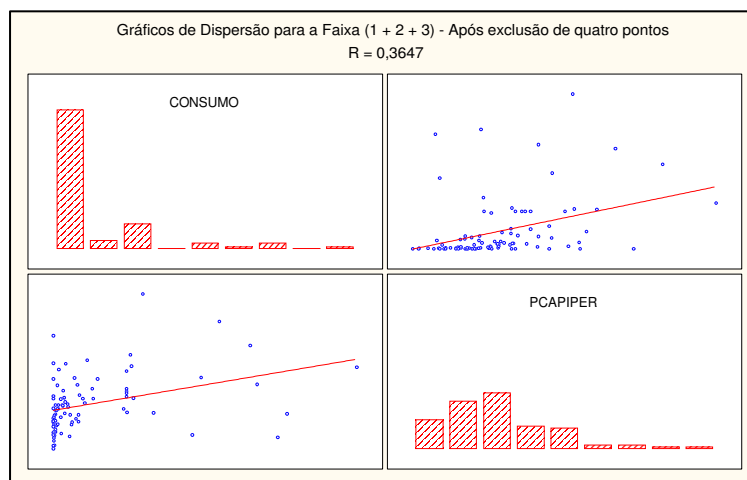
Com respeito aos coeficientes de correlação entre *Consumo de energia elétrica* e *Consumo per capita*, apenas a Faixa 1 apresentou correlação negativa e com valor absoluto muito baixo (0,0945). Assim como essa, as faixas (1 + 2), 3 e (1 + 2 + 3) também apresentaram pontos extremos nos gráficos de dispersão. Para a Faixa 2 – população entre 50 e 100 mil habitantes, entretanto, os pontos encontraram-se melhor distribuídos e evidenciaram o maior valor para o coeficiente de correlação ($R = 0,3713$).

A mesma análise efetuada para os coeficientes de correlação entre *Consumo de energia elétrica* pode ser utilizada para referenciar as indicações apresentadas para a variável *ICMS/hab.*, em relação à presença de pontos extremos. Destaca-se, ainda, que os coeficientes obtidos para *ICMS/hab.* e as variáveis *População* e *Consumo de energia elétrica* mostraram-se bastante diversos, à exceção da Faixa 3, evidenciando a limitação dessa variável em relacionar-se ao porte do município, em termos da intensidade das atividades industrial e comercial. Entretanto, conforme já destacado neste trabalho, essa variável foi considerada, apenas, nesta etapa do estudo.

Por apresentarem posição de destaque no cenário econômico estadual – consubstanciada pelos elevados valores de consumo de energia elétrica pelos setores afins, a manutenção de alguns municípios (Betim e Ipatinga, por exemplo) como pontos amostrais apresentou o inconveniente de indicar pontos extremos nos gráficos de dispersão. Tais pontos extremos contribuíram de forma a interferir e tendenciar os coeficientes de correlação entre aquela variável independente e *Consumo per capita* de água, o que foi verificado para as faixas 1, (1 + 2) e (1 + 2 + 3).

A Figura 5.6 apresenta os gráficos de dispersão (e o respectivo coeficiente de correlação linear) entre *Consumo de energia* e *Consumo per capita* de água, para a Faixa (1 + 2 + 3), após a exclusão dos dados correspondentes aos pontos extremos – municípios de Betim, Ipatinga, Poços de Caldas e Várzea da Palma.

Figura 5.6 – Gráficos de dispersão para a Faixa (1 + 2 + 3), após exclusão dos quatro pontos atípicos (*outliers*)



O valor do coeficiente de correlação linear para a variável *Consumo de energia elétrica* variou de 0,2629 a 0,3647 – acréscimo de 39%, após a exclusão dos dados referentes aos quatro municípios mencionados.

Todas as variáveis, à exceção de *ICMS/hab.*, e dados amostrais utilizados nesta etapa também foram considerados na etapa seguinte – *Elaboração do modelo*. Trabalhou-se, ainda, a questão identificada da possível presença de pontos atípicos ou *outliers*, a fim de subsidiar uma avaliação da relevância em manter as informações disponíveis, em sua totalidade, na elaboração do modelo.

5.1.2. Elaboração do modelo

Nesta etapa, dois diferentes modelos matemáticos foram obtidos, para a Faixa (1 + 2 + 3), a partir das seguintes condições:

1. utilização de todos os dados disponíveis para as variáveis consideradas;
2. exclusão dos *outliers* das amostras, representados pelos municípios de Betim, Ipatinga, Poços de Caldas e Várzea da Palma;

No modelo matemático multivariado, consubstanciado por uma equação de regressão linear múltipla, a seleção das variáveis explicativas deu-se pelos procedimentos *Forward* e *Backward*. O conjunto de variáveis explicativas compôs-se das seguintes candidatas:

- ✓ População;
- ✓ Extensão da rede;
- ✓ Valor médio da tarifa de água
- ✓ Temperatura média anual;
- ✓ Precipitação total média anual;
- ✓ Consumo médio de energia elétrica.

As tabelas 5.8 a 5.10 apresentam um sumário com os principais resultados obtidos para o procedimento *Forward*, condição 1 – utilização de todos os dados e variáveis.

Tabela 5.8 – Resumo da regressão linear múltipla – condição 1

Sumário da Regressão para a Variável Dependente: Consumo <i>per capita</i>						
R = 0,50300179		R ² ⁽¹⁾ = 0,25301080		R ² ajustado ⁽²⁾ = 0,22865245		
Estatística de Fisher F(v ₁ = 3, v ₂ = 92) = 10,387 significância p < 0,00001 Erro padrão da estimativa: 32,878						
	BETA	Erro padrão de estimativa de BETA	B ⁽³⁾	Erro padrão de estimativa de B	Teste t (v = 92)	Significância p-valor
Intercepto			311,03	49,3312	6,3048	9,87E-09
Extensão rede	0,4241	0,0906	0,08	0,0172	4,6791	9,87E-06
Temperatura	-0,2151	0,0917	-4,71	2,0074	-2,3455	0,0211
Valor tarifa	-0,1630	0,0922	-79,48	44,9665	-1,7675	0,0805

$$(1) \quad R^2 = \frac{\text{Variância explicada pelo modelo}}{\text{Variância total}} = 1 - \frac{\text{Variância residual}}{\text{Variância total}}$$

$$(2) \quad R^2 \text{ ajustado} = 1 - \frac{N-1}{N-p} \times (1 - R^2)$$

(3) Coeficientes de regressão ajustados a partir dos dados amostrais

N = número de pontos amostrais

k = número de variáveis explicativas

$$p = (k + 1)$$

R² = coeficiente de determinação

R = coeficiente de correlação múltipla

Tabela 5.9 – Análise de variância para o modelo de regressão linear múltipla – condição 1

Análise de Variância – Variável Dependente: Consumo per capita					
Fonte de variação	Soma dos Quadrados	Graus de liberdade	Média Quadrática	Estatística de Fisher F	Significância de F
Regressão	33.684,80	3	11.228,27	10,39	5,95E-06
Residual	99.451,01	92	1.080,99		
Total	133.135,81				

Tabela 5.10 – Resumo da regressão – *Stepwise* – condição 1

Sumário da Regressão – Stepwise Variável Dependente: Consumo per capita							
	Passo + inclusão	R múltiplo	R ² múltiplo	Alteração do R ²	F parcial ⁽⁴⁾ (F para incluir)	Significância p- valor	Variáveis incluídas
Extensão rede	1	0,4398	0,1934	0,1934	22,5419	7,53E-06	1
Temperatura	2	0,4771	0,2276	0,0342	4,1206	0,045251	2
Valor tarifa	3	0,5030	0,2530	0,0254	3,1241	0,080458	3

$$^{(4)} \quad F \text{ parcial} = \frac{R^2_{p+1} - R^2_p}{\frac{1 - R^2_p}{N - p - 1}}$$

As tabelas 5.11 a 5.13 apresentam um sumário com os principais resultados obtidos para o procedimento *Forward*, condição 2 – *outliers* excluídos.

Tabela 5.11 – Resumo da regressão linear múltipla – condição 2

Sumário da Regressão para a Variável Dependente: Consumo per capita						
R = 0,48499004 R ² = 0,23521533 R ² ajustado = 0,20005282						
Estatística de Fisher F(v ₁ = 4, v ₂ = 87) = 6,6894 significância p < 0,00010 Erro padrão da estimativa: 32,921						
	BETA	Erro padrão de estimativa de BETA	B	Erro padrão de estimativa de B	Teste t (v = 87)	Significância p- valor
Intercepto			302,43	50,7128	5,9635	5,17E-08
Extensão rede	0,2695	0,1149	0,06	0,0238	2,3449	0,0213
Temperatura	-0,2011	0,0958	-4,37	2,0826	-2,0990	0,0387
Cons. energia	0,2059	0,1139	0,07	0,0399	1,8081	0,0740
Valor tarifa	-0,1622	0,0967	-76,72	45,7253	-1,6778	0,0970

Tabela 5.12 – Análise de variância para o modelo de regressão linear múltipla – condição 2

Análise de Variância – Variável Dependente: Consumo <i>per capita</i>					
Fonte de variação	Soma dos Quadrados	Graus de liberdade	Média Quadrática	Estatística de Fisher F	Significância de F
Regressão	29.000,34	4	7.250,0861	6,6894	9,65E-05
Residual	94.292,40	87	1.083,8207		
Total	123.292,75				

Tabela 5.13 – Resumo da regressão – *Stepwise* – condição 2

Sumário da Regressão – <i>Stepwise</i> Variável Dependente: Consumo <i>per capita</i>							
	Passo + inclusão	R múltiplo	R ² Múltiplo	Alteração do R ²	F parcial (F para incluir)	Significância p-valor	Variáveis incluídas
Extensão rede	1	0,39600	0,15682	0,15682	16,73872	0,00010	1
Temperatura	2	0,42813	0,18330	0,02648	2,88530	0,09297	2
Cons. energia	3	0,45877	0,21047	0,02717	3,02878	0,08534	3
Valor tarifa	4	0,48499	0,23522	0,02475	2,81493	0,09698	4

Tendo em vista os resultados obtidos, verifica-se que, para a condição 1 – na qual foram considerados todos os dados amostrais e variáveis definidas, as variáveis *Extensão da rede*, *Temperatura* e *Valor da tarifa* mostraram-se significativamente importantes para serem incluídas no modelo matemático, a um nível de significância de 10%. Além disso, essa condição apresentou valores mais elevados para os coeficientes de determinação múltipla – R² e R² ajustado, quando comparados aos coeficientes obtidos na condição 2.

Para a condição 2, verificou-se que a exclusão dos pontos amostrais referentes aos *outliers* permitiram a inserção da variável *Consumo de energia* no modelo. Entretanto, essa inserção não representou ganhos, em termos de melhoria significativa nos coeficientes de determinação, o que justifica a manutenção dos pontos referentes aos municípios de Betim, Ipatinga, Poços de Caldas e Várzea da Palma, para as variáveis consideradas.

A condição 1 configura, dentre as duas avaliadas, a mais interessante do ponto de vista estatístico, pois além de explicar uma percentagem maior da variância presente na variável resposta – consumo *per capita*, evidenciado pelo maior valor de R² ajustado, é mais parcimoniosa, por utilizar apenas três variáveis independentes, para um nível de significância de 10%.

As figuras 5.7 a 5.12 apresentam uma análise exploratória preliminar dos resíduos de regressão, referentes ao modelo proposto para a condição 1. Os resultados completos, sobre todos os passos utilizados nos procedimentos *Forward* e *Backward*, para essa condição, encontram-se nos anexos.

Figura 5.7 – Gráfico de resíduos e valores da variável explicativa Extensão da rede

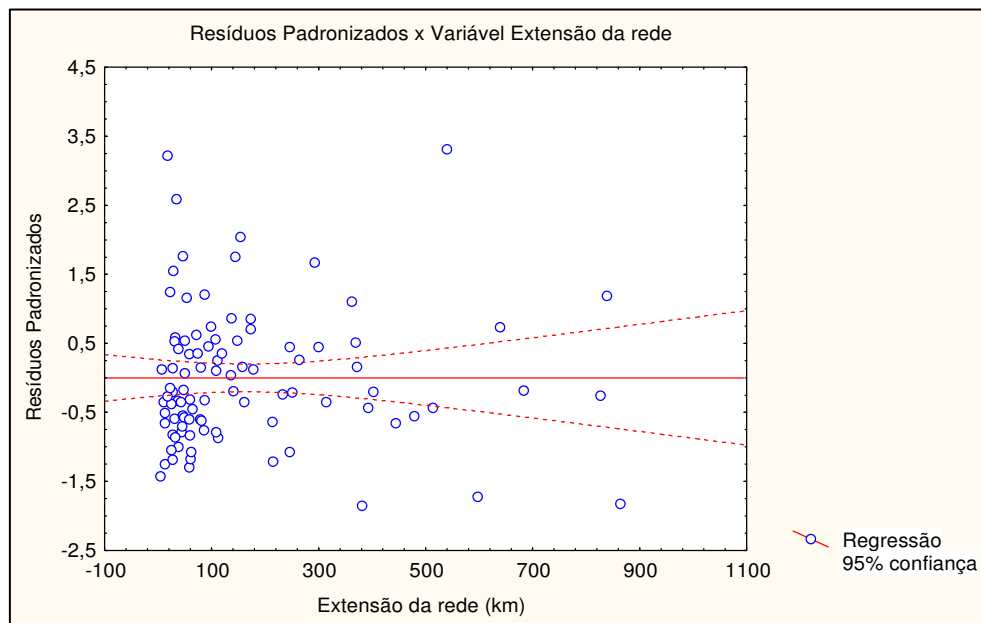


Figura 5.8 – Gráfico de resíduos e valores da variável explicativa Temperatura

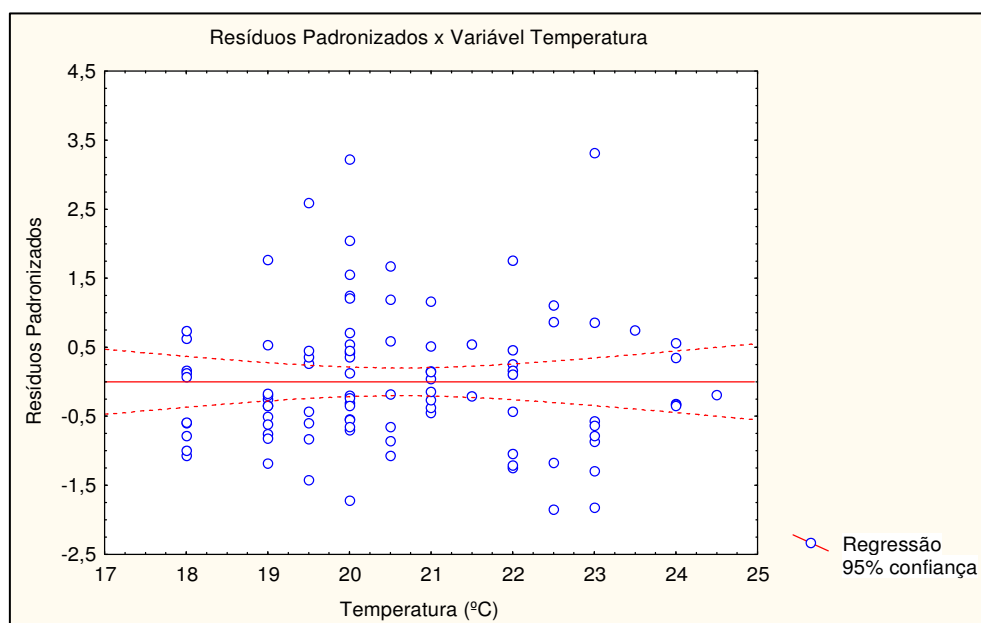


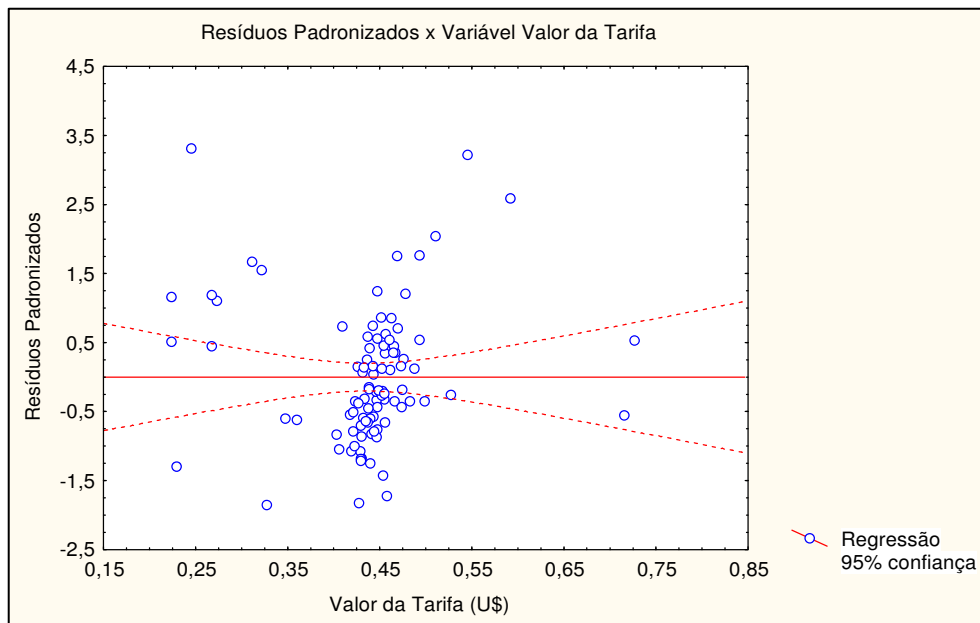
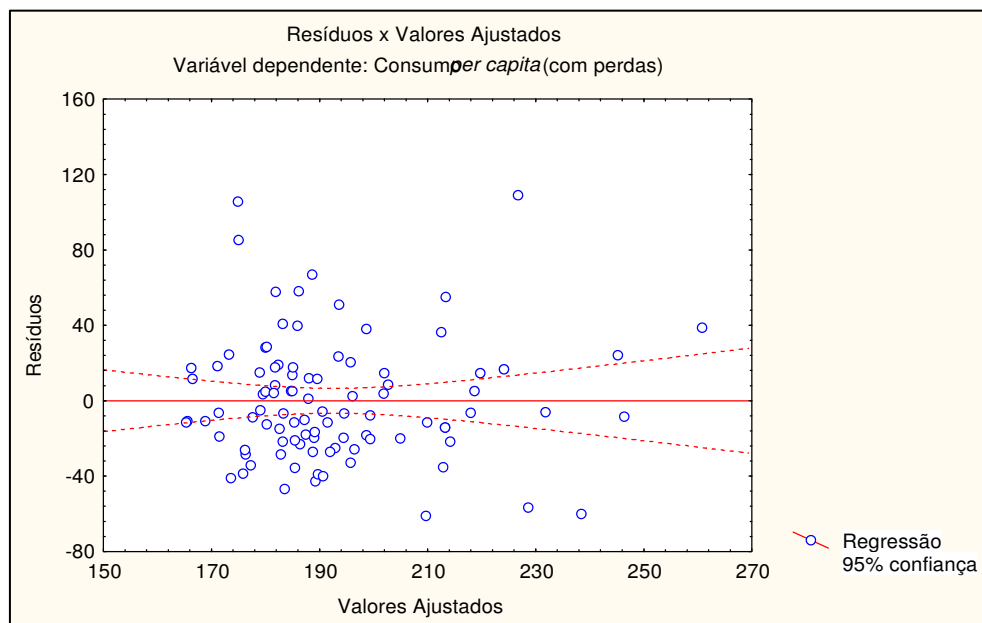
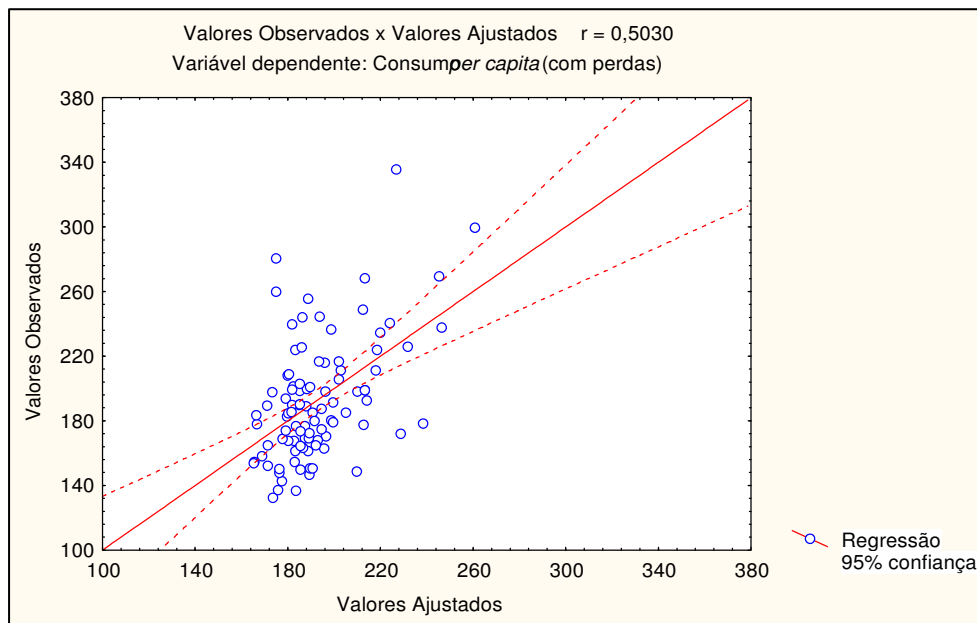
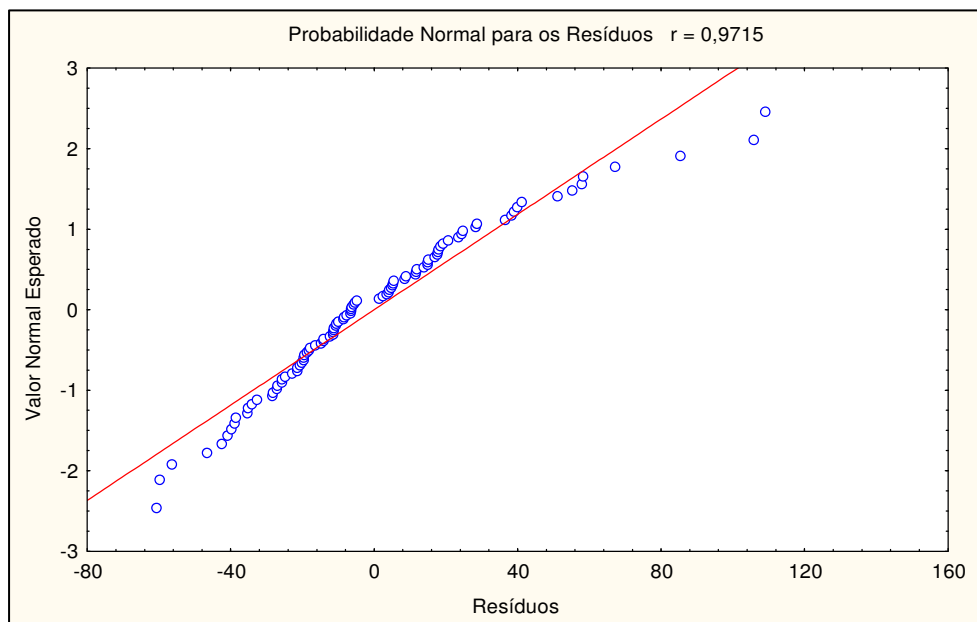
Figura 5.9 – Gráfico de resíduos e valores da variável explicativa Valor da tarifa**Figura 5.10** – Gráfico de resíduos e valores ajustados

Figura 5.11 – Gráfico de valores observados e valores ajustados**Figura 5.12** – Gráfico de probabilidade normal para os resíduos

Os procedimentos *Forward* e *Backward*, utilizados para a condição 1, indicaram *Extensão da rede*, *Temperatura*, e *Valor da tarifa* como as variáveis que mais contribuem para explicar a variância da variável dependente. As análises seguintes são provenientes da saída apresentada pelo programa e dos gráficos de resíduos.

O primeiro passo do procedimento *Forward*, no qual foi inserida a variável mais significativa para o modelo – *Extensão da rede*, apresentou o menor valor do parâmetro Tolerância (0,1193), para a variável *População*, dentre as demais variáveis explicativas. Isso significa que a contribuição da *População* para a regressão é redundante, quando comparada à *Extensão da rede*, já presente na equação. Tal fato é confirmado pelo elevado valor do coeficiente de correlação linear simples, obtido do gráfico de dispersão para essas duas variáveis.

A redução das variáveis explicativas pelo procedimento *Backward* retirou as variáveis, uma a uma, segundo os valores de F para incluir e F para excluir, selecionados no programa (11 e 10, respectivamente), na seguinte seqüência: *Precipitação*, *Consumo de energia*, *População*, *Valor da tarifa* e *Temperatura*. A avaliação de cada etapa do processo permitiu verificar que o passo 4, no qual foi retirada *Valor da tarifa*, apresentou redução significativa de R^2 (0,2530 para 0,2276), com conseqüente redução de R^2 ajustado (0,2286 para 0,2110), indicando que o passo 3 representa, para as variáveis consideradas, a situação referente ao modelo mais estável. Essa constatação também foi obtida com o procedimento *Forward*, no qual foi selecionado F para incluir de 1 e F para excluir de 0.

Para a manutenção de *Extensão da rede*, *Temperatura* e *Valor da tarifa*, obteve-se o menor desvio padrão da estimativa (32,878); ou seja, para o modelo contendo essas três variáveis, foi obtida a menor dispersão dos valores observados em torno do hiperplano de regressão.

O valor do coeficiente de determinação múltipla (R^2) para o modelo apresentado pelo *Statistica* foi de 0,2530. Dessa forma, apenas 25,3% da variância observada no consumo *per capita* – y , é explicada pelas variáveis presentes no modelo. A variância residual corresponde, portanto, a cerca de 74,7% da variância total de y . O modelo obtido não se ajusta bem aos dados, isto é, a quase totalidade da variância de y não é explicada, a partir das variáveis especificadas no modelo.

O gráfico de *Resíduos x Valores ajustados* apresentou grande dispersão dos dados em torno da faixa horizontal centrada em $e = 0$, indicando a presença de inadequações do modelo: variância dos erros não é constante, a equação de regressão não é linear e a presença de observações extremas. A mesma configuração dos dados foi observada para os três gráficos de *Resíduos x Valores das variáveis explicativas*.

O gráfico de *Valores observados x Valores ajustados* apresentou o valor de 0,5030 para o coeficiente de correlação linear. Pode-se verificar a presença de pontos dispersos, indicando que a grande maioria dos dados não foi bem estimada pela equação correspondente ao modelo que contém as variáveis independentes selecionadas.

O gráfico de probabilidade normal para os resíduos apresentou coeficiente de correlação linear – r , de 0,9715. Entretanto, WERKEMA & AGUIAR (1996) indicam que, para uma amostra de tamanho $n = 96$ e um nível de significância α de 0,05, o valor crítico (mínimo) para o coeficiente de correlação linear entre os resíduos ordenados e os valores esperados sob a suposição de normalidade, quando os erros têm distribuição normal, é de 0,9865. Dessa forma, a suposição de normalidade para os erros não foi confirmada.

A partir da análise das figuras 5.7 a 5.12, verifica-se que a utilização de um modelo linear pode não ser a melhor opção para os dados disponíveis. Todavia, a prescrição de um modelo não linear ou não linearizável apresenta complexidades estatísticas muito maiores. Dessa forma e, em função dos resultados apresentados para a condição 1, na qual se configurou a impossibilidade de obter uma boa equação de regressão com as variáveis disponíveis, optou-se por definir outras variáveis, julgadas potencialmente capazes de exprimir as variações de consumo *per capita*, segundo cada município.

O *Percentual de hidrometração* do sistema de abastecimento foi considerado como possível variável independente, embora não tenham sido observadas correlações significativas para esse parâmetro, num primeiro momento deste trabalho, quando pensava-se em considerar, como universo amostral, 134 sistemas de abastecimento das regiões sul e sudeste do país.

Uma das questões que nortearam a escolha de novas variáveis para o estudo foi a necessidade de modificar a variável *Extensão da rede*, uma vez comprovado que a

mesma relaciona-se à *População*. Dessa forma, optou-se por relativizar aquela variável, para cada município, em termos da população atendida por água, criando-se uma variável – denominada *Adensamento*, obtida pela razão entre a extensão da rede de abastecimento e a população atendida por água e mensurada como metro de rede por habitante atendido por água – m/hab.

Outra necessidade identificada, a partir dos resultados apresentados, foi obter uma variável que pudesse representar o porte e a prosperidade relativa do município de maneira mais ampla. Daí foram considerados o IDH-M – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, e a renda *per capita*, ambos descritos no Capítulo 3. Portanto, quatro novas variáveis foram incorporadas ao estudo, com o objetivo de melhor contribuir à equação de ajuste dos dados:

- ✓ Percentual de hidrometração;
- ✓ Adensamento;
- ✓ Renda *per capita*;
- ✓ IDH-M.

5.2. Situação 2

A Tabela 5.14 apresenta a relação das variáveis consideradas na Situação 2.

Tabela 5.14 – Variáveis utilizadas – Situação 2

	Situação 2
Variável dependente	Consumo <i>per capita</i> (incluindo o volume devido às perdas)
Variáveis independentes	<ol style="list-style-type: none"> 1. População do município; 2. Valor médio da tarifa de água; 3. Percentual de hidrometração; 4. Temperatura média anual; 5. Precipitação total média anual; 6. Adensamento 7. Renda <i>per capita</i>; 8. IDH-M; 9. Consumo médio de energia pelos setores industrial e comercial.

5.2.1. Tratamento dos dados

As figuras 5.13 a 5.17 apresentam o conjunto de gráficos de dispersão possíveis para todas as variáveis avaliadas, segundo as distintas faixas populacionais e as tabelas 5.15 a 5.19 indicam as matrizes dos coeficientes de correlação linear simples correspondentes. As observações correspondentes aos resultados desta etapa são apresentadas após a seqüência das figuras e tabelas referenciadas.

Figura 5.13 – Gráficos de dispersão para a Faixa 1



Tabela 5.15 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa 1

	População	% Hidrom.	Valor Tarifa	Adensam.	Temperat.	Precipit.	Cons. Ener.	IDH-M	Ren.p.capita	Per capita
População	1	-0,1009	-0,0574	-0,2430	0,3363	-0,1169	0,1972	0,1298	0,3361	-0,0081
% Hidrom.	-0,1009	1	-0,1899	0,0676	0,2290	-0,0304	-0,0264	-0,1898	-0,2264	0,0375
Valor Tarifa	-0,0574	-0,1899	1	-0,0583	-0,1197	-0,1238	0,0269	0,1183	0,1407	0,2125
Adensam.	-0,2430	0,0676	-0,0583	1	-0,0227	0,1647	-0,0066	-0,0442	-0,0904	-0,0234
Temperat.	0,3363	0,2290	-0,1197	-0,0227	1	-0,4500	0,1732	-0,3247	-0,1489	-0,2748
Precipit.	-0,1169	-0,0304	-0,1238	0,1647	-0,4500	1	-0,0481	0,5376	0,4005	0,2743
Cons. Ener.	0,1972	-0,0264	0,0269	-0,0066	0,1732	-0,0481	1	0,1001	-0,0095	-0,0945
IDH-M	0,1298	-0,1898	0,1183	-0,0442	-0,3247	0,5376	0,1001	1	0,8675	0,5273
Ren. per capita	0,3361	-0,2264	0,1407	-0,0904	-0,1489	0,4005	-0,0095	0,8675	1	0,4107
Per capita	-0,0081	0,0375	0,2125	-0,0234	-0,2748	0,2743	-0,0945	0,5273	0,4107	1

Figura 5.14 – Gráficos de dispersão para a Faixa 2

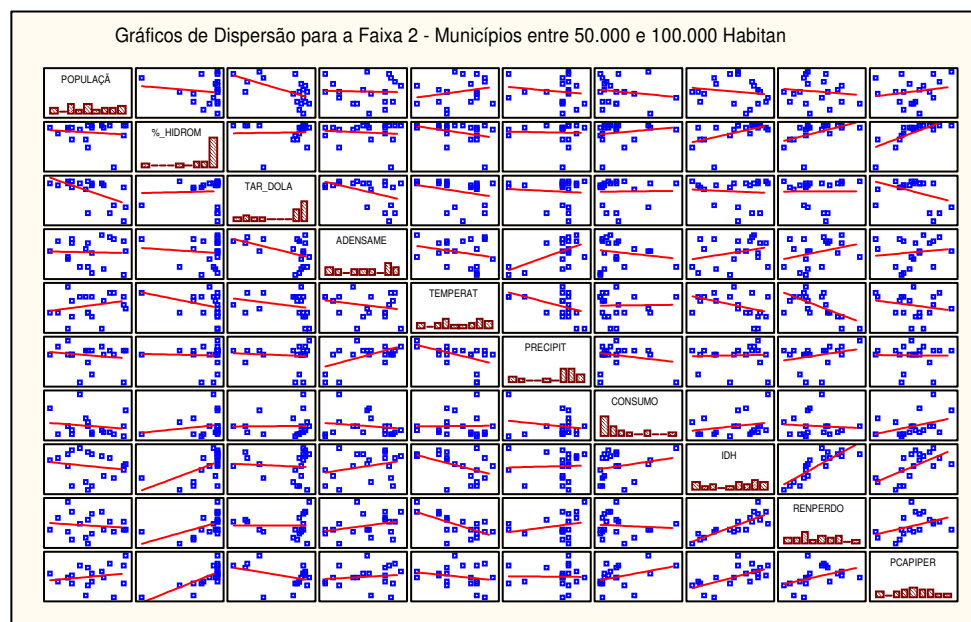


Tabela 5.16 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa 2

	População	% Hidrom.	Valor Tarifa	Adensam.	Temperat.	Precipit.	Cons. Ener.	IDH-M	Ren.p.capita	Per capita
População	1	-0,1314	-0,5985	-0,0337	0,2556	-0,1636	-0,1593	-0,1754	-0,1315	0,2008
% Hidrom.	-0,1314	1	0,0334	-0,0975	-0,3264	-0,0393	0,1817	0,5469	0,5061	0,7385
Valor Tarifa	-0,5985	0,0334	1	-0,4518	-0,2636	-0,0826	0,0188	-0,0861	0,0010	-0,3938
Adensam.	-0,0337	-0,0975	-0,4518	1	-0,2520	0,5908	-0,1691	0,2929	0,3083	0,1335
Temperat.	0,2556	-0,3264	-0,2636	-0,2520	1	-0,4751	0,0195	-0,4419	-0,6574	-0,2144
Precipit.	-0,1636	-0,0393	-0,0826	0,5908	-0,4751	1	-0,2087	0,0403	0,2700	-0,0160
Cons. Ener.	-0,1593	0,1817	0,0188	-0,1691	0,0195	-0,2087	1	0,2412	-0,0871	0,3713
IDH-M	-0,1754	0,5469	-0,0861	0,2929	-0,4419	0,0403	0,2412	1	0,8538	0,6273
Ren. per capita	-0,1315	0,5061	0,0010	0,3083	-0,6574	0,2700	-0,0871	0,8538	1	0,4312
Per capita	0,2008	0,7385	-0,3938	0,1335	-0,2144	-0,0160	0,3713	0,6273	0,4312	1

Figura 5.15 – Gráficos de dispersão para a Faixa (1 + 2)

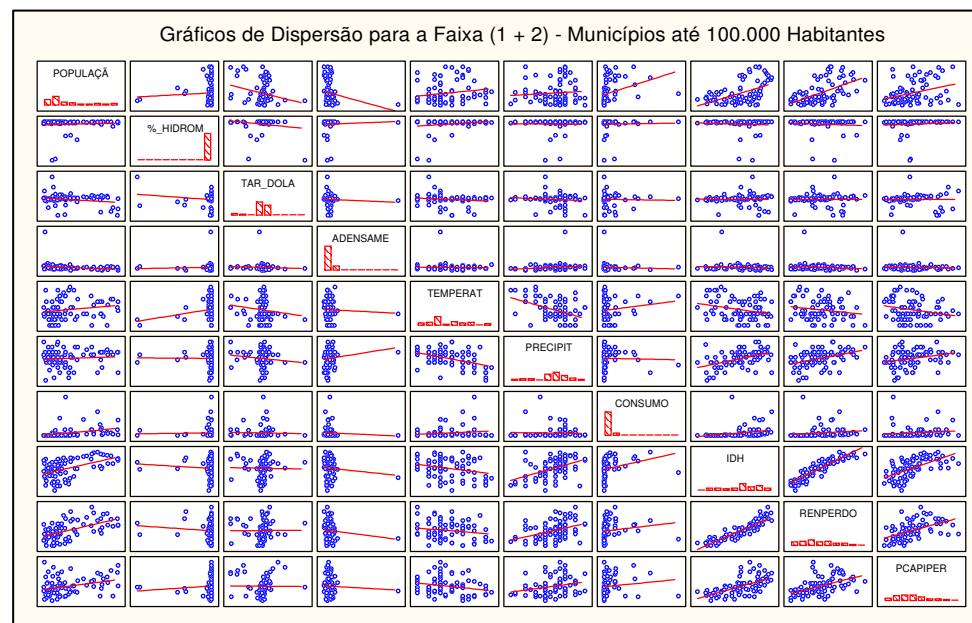


Tabela 5.17 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa (1 + 2)

	População	% Hidrom.	Valor Tarifa	Adensam.	Temperat.	Precipit.	Cons. Ener.	IDH-M	Ren.p.capita	Per capita
População	1	0,0641	-0,2388	-0,2057	0,1792	0,0856	0,3343	0,4989	0,5616	0,3220
% Hidrom.	0,0641	1	-0,1678	0,0494	0,2009	-0,0104	0,0246	-0,0793	-0,0944	0,0969
Valor Tarifa	-0,2388	-0,1678	1	-0,0639	-0,1567	-0,1335	-0,0289	-0,0187	0,0030	-0,0107
Adensam.	-0,2057	0,0494	-0,0639	1	-0,0413	0,1608	-0,0604	-0,0916	-0,1202	-0,0546
Temperat.	0,1792	0,2009	-0,1567	-0,0413	1	-0,4410	0,1451	-0,2635	-0,1774	-0,2312
Precipit.	0,0856	-0,0104	-0,1335	0,1608	-0,4410	1	-0,0277	0,4744	0,3978	0,2532
Cons. Ener.	0,3343	0,0246	-0,0289	-0,0604	0,1451	-0,0277	1	0,2694	0,1526	0,1316
IDH-M	0,4989	-0,0793	-0,0187	-0,0916	-0,2635	0,4744	0,2694	1	0,8980	0,6056
Ren. per capita	0,5616	-0,0944	0,0030	-0,1202	-0,1774	0,3978	0,1526	0,8980	1	0,5099
Per capita	0,3220	0,0969	-0,0107	-0,0546	-0,2312	0,2532	0,1316	0,6056	0,5099	1

Figura 5.16 – Gráficos de dispersão para a Faixa 3

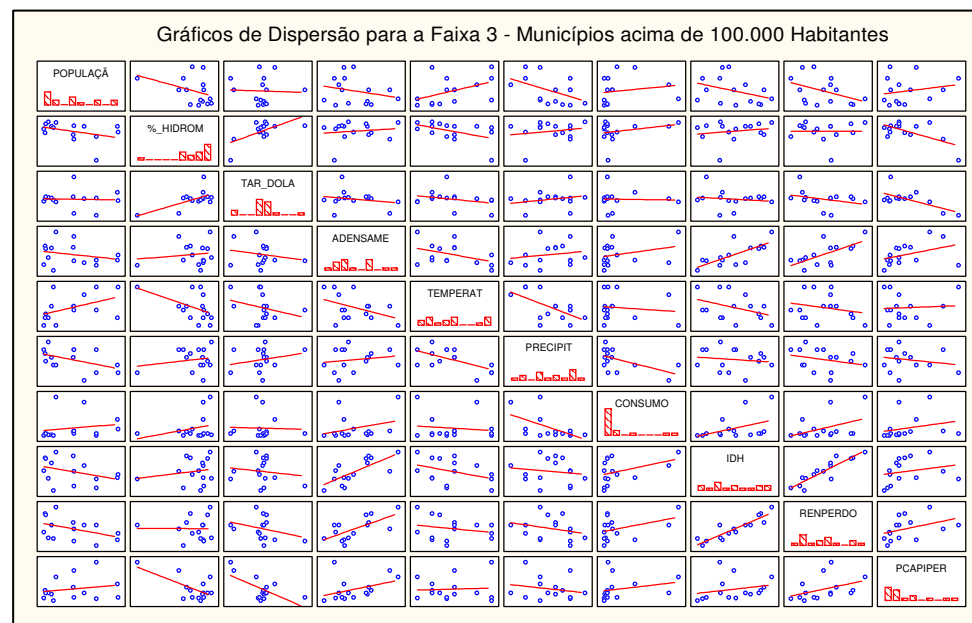


Tabela 5.18 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa 3

	População	% Hidrom.	Valor Tarifa	Adensam.	Temperat.	Precipit.	Cons. Ener.	IDH-M	Ren.p.capita	Per capita
População	1	-0,3837	-0,0411	-0,2461	0,4514	-0,4684	0,1740	-0,3678	-0,4229	0,2021
% Hidrom.	-0,3837	1	0,6295	0,1366	-0,4830	0,1988	0,2817	0,1883	-0,0034	-0,6423
Valor Tarifa	-0,0411	0,6295	1	-0,2060	-0,2939	0,2418	-0,0366	-0,1510	-0,3120	-0,6463
Adensam.	-0,2461	0,1366	-0,2060	1	-0,4176	0,1761	0,3040	0,7329	0,6717	0,3897
Temperat.	0,4514	-0,4830	-0,2939	-0,4176	1	-0,6063	-0,1225	-0,3841	-0,2211	0,0601
Precipit.	-0,4684	0,1988	0,2418	0,1761	-0,6063	1	-0,5594	-0,1432	-0,2731	-0,2047
Cons. Ener.	0,1740	0,2817	-0,0366	0,3040	-0,1225	-0,5594	1	0,4146	0,4136	0,2467
IDH-M	-0,3678	0,1883	-0,1510	0,7329	-0,3841	-0,1432	0,4146	1	0,9021	0,2353
Ren. per capita	-0,4229	-0,0034	-0,3120	0,6717	-0,2211	-0,2731	0,4136	0,9021	1	0,4038
Per capita	0,2021	-0,6423	-0,6463	0,3897	0,0601	-0,2047	0,2467	0,2353	0,4038	1

Figura 5.17 – Gráficos de dispersão para a Faixa (1 + 2 + 3)

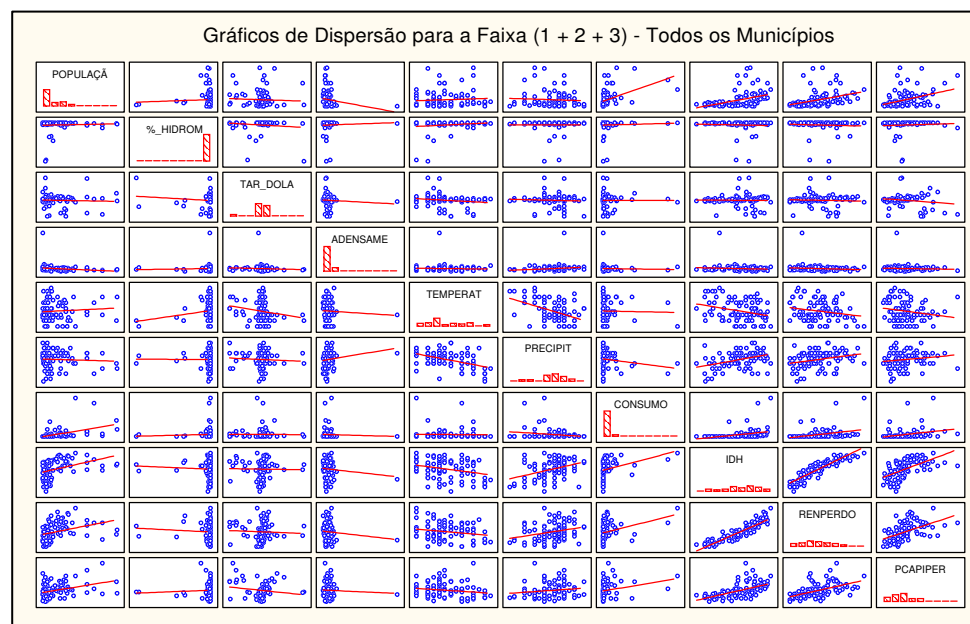


Tabela 5.19 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa (1 + 2 + 3)

	População	% Hidrom.	Valor Tarifa	Adensam.	Temperat.	Precipit.	Cons. Ener.	IDH-M	Ren.p.capita	Per capita
População	1	0,0483	-0,0461	-0,1718	0,0767	-0,0569	0,4713	0,3961	0,3624	0,3669
% Hidrom.	0,0483	1	-0,1122	0,0454	0,1655	-0,0052	0,0479	-0,0543	-0,0675	0,0639
Valor Tarifa	-0,0461	-0,1122	1	-0,0708	-0,1856	-0,0638	-0,0030	-0,0187	-0,0498	-0,1689
Adensam.	-0,1718	0,0454	-0,0708	1	-0,0486	0,1586	-0,0381	-0,0938	-0,1017	-0,0483
Temperat.	0,0767	0,1655	-0,1856	-0,0486	1	-0,4592	-0,0215	-0,2816	-0,1972	-0,1810
Precipit.	-0,0569	-0,0052	-0,0638	0,1586	-0,4592	1	-0,1769	0,3883	0,2766	0,1512
Cons. Ener.	0,4713	0,0479	-0,0030	-0,0381	-0,0215	-0,1769	1	0,3147	0,3202	0,2629
IDH-M	0,3961	-0,0543	-0,0187	-0,0938	-0,2816	0,3883	0,3147	1	0,8955	0,5673
Ren. per capita	0,3624	-0,0675	-0,0498	-0,1017	-0,1972	0,2766	0,3202	0,8955	1	0,5244
Per capita	0,3669	0,0639	-0,1689	-0,0483	-0,1810	0,1512	0,2629	0,5673	0,5244	1

Os coeficientes de correlação entre *Percentual de hidrometração* e *Consumo per capita* foram bastante baixos, para as faixas 1, (1 + 2) e (1 + 2 + 3). Para essas faixas, observou-se que os dados variaram pouco, em função dos elevados índices de hidrometração apresentados pela grande maioria dos municípios. A esse respeito, destaca-se que cerca de 72% do total de municípios avaliados neste trabalho apresentaram percentuais de hidrometração superiores a 98%.

As faixas 2 e 3, entretanto, apresentaram coeficientes de correlação simples de 0,7385 e -0,6423, respectivamente. Esses valores foram grandemente influenciados por dados de municípios cujo percentual de hidrometração é baixo, quando comparados aos demais, para cada faixa, a exemplo dos municípios de Muriaé (90,4%) e Governador Valadares (89,0%). Ainda que influenciada pelo índice do município de Valadares, apenas a Faixa 3 apresentou correlação negativa entre o percentual de hidrometração e o consumo *per capita*, em conformidade com as referências de literatura sobre o consumo mais elevado de água em municípios com baixos índices de hidrometração.

Com respeito aos coeficientes de correlação entre *Adensamento* e o *Consumo per capita*, as faixas 2 e 3 apresentaram valores positivos, sendo o maior valor observado para a Faixa 3 - 0,3897. As faixas 1, (1 + 2) e (1 + 2 + 3), entretanto, apresentaram valores negativos com números absolutos bastante baixos. Tais valores poderiam ser resultantes da presença de um dado extremo na amostra, proveniente do município de Nova União. A Tabela 5.20 apresenta os coeficientes de correlação, para essas faixas, após a exclusão do município referenciado. Verifica-se que mesmo desconsiderando o dado extremo, os valores dos coeficientes de correlação simples continuaram baixos, se comparados às faixas 2 e 3.

Tabela 5.20 – Variação observada para os coeficientes de correlação linear, antes e após a exclusão dos dados de Nova União

Faixa Populacional	Coeficiente de correlação linear, incluindo dados do município de Nova União	Coeficiente de correlação linear, após exclusão do município de Nova União
1	-0,0234	0,0873
3	-0,0546	0,0166
5	-0,0483	0,0321

Do exposto, é possível perceber que a variável *Adensamento* mostrou-se mais influenciável no consumo *per capita*, apenas para municípios populosos – acima de 100 mil habitantes.

Os valores observados para os coeficientes de correlação entre *Renda per capita* e *Consumo per capita* foram significativos para todas as faixas populacionais, variando de 0,4038 – Faixa 3, a 0,5244 – Faixa (1 + 2 + 3). Esse fato confirma a importância do nível de renda da população como fator interveniente no consumo *per capita*, evidenciado em referências bibliográficas, tais como CETESB (1978) e SPERLING *et al.* (2002).

Da mesma forma, os coeficientes de correlação entre *IDH-M* e *Consumo per capita* indicaram elevada significância, notadamente para as faixas 2 e (1 + 2), 0,6273 e 0,6056, respectivamente. A Faixa 3 apresentou o menor valor – 0,2353, em relação às demais.

A Tabela 5.21 apresenta, para efeito de comparação, os valores dos coeficientes de correlação obtidos entre *Consumo per capita* e as variáveis *Renda per capita* e *IDH-M*.

Tabela 5.21 – Coeficientes de correlação obtidos entre *Consumo per capita* e as variáveis *Renda per capita* e *IDH-M*

Faixa Populacional	Coeficiente de correlação entre <i>Consumo per capita</i> e <i>Renda per capita</i>	Coeficiente de correlação entre <i>Consumo per capita</i> e <i>IDH-M</i>
1	0,4107	0,5273
2	0,4312	0,6273
3	0,5099	0,6056
4	0,4038	0,2353
5	0,5244	0,5673

Embora a renda *per capita* seja utilizada para composição do *IDH-M*, é relevante destacar que esse último parâmetro mostrou-se de grande influência no consumo *per capita* de água dos municípios. A Tabela 5.21 indica que apenas para a Faixa 3 o coeficiente de correlação para *IDH-M* foi inferior ao coeficiente obtido para *Renda per capita*, o que ressalta o fato, já mencionado neste trabalho, de que esse índice retrata, de

forma ampla, o desenvolvimento de uma região, não se restringindo apenas aos aspectos meramente econômicos.

Tendo em vista os resultados apresentados, a etapa seguinte – *Elaboração do modelo* foi conduzida para as mesmas variáveis consideradas na Situação 1, acrescidas das quatro variáveis analisadas nesta etapa.

5.2.2. Elaboração do modelo

Conforme mencionado, esta etapa utilizou as seguintes candidatas a variáveis independentes:

- ✓ População;
- ✓ Adensamento;
- ✓ Percentual de hidrometração;
- ✓ Valor médio da tarifa de água;
- ✓ Temperatura média anual;
- ✓ Precipitação total média anual;
- ✓ IDH-M;
- ✓ Renda *per capita*;
- ✓ Consumo médio de energia elétrica.

No modelo matemático multivariado, consubstanciado por uma equação de regressão linear múltipla, a seleção das variáveis explicativas deu-se pelos procedimentos *Forward* e *Backward*, assim como efetuado na Situação 1. Dois diferentes modelos matemáticos foram obtidos, para a Faixa (1 + 2 + 3), a partir das seguintes condições:

1. utilização da variável *IDH-M*;
2. utilização da variável *Renda per capita*.

A adoção das duas condições distintas ocorreu considerando-se a perspectiva de uma comparação entre os resultados obtidos, a partir da utilização de cada uma delas, de forma a subsidiar escolhas futuras.

As tabelas 5.22 a 5.24 apresentam um sumário com os principais resultados obtidos para o procedimento *Forward*, condição 1 – utilização da variável *IDH-M*.

Tabela 5.22 – Resumo da regressão linear múltipla – condição 1

Sumário da Regressão para a Variável Dependente: Consumo per capita						
R = 0,60737676		R ² = 0,36890652		R ² ajustado = 0,34832739		
Estatística de Fisher F(v ₁ = 3, v ₂ = 92) = 17,926 significância p < 0,00000 Erro padrão da estimativa: 30,220						
	BETA	Erro padrão de estimativa de BETA	B	Erro padrão de estimativa de B	Teste t (v = 92)	Significância p- valor
Intercepto			-73,25	54,7616	-1,3376	0,184329
IDH-M	0,5004	0,0902	387,35	69,8222	5,5477	2,76E-07
Valor tarifa	-0,1521	0,0829	-74,16	40,4173	-1,8348	0,0698
População	0,1617	0,0903	9,39E-05	5,24E-05	1,7910	0,0766

Tabela 5.23 – Análise de variância para o modelo de regressão linear múltipla – condição 1

Análise de Variância – Variável Dependente: Consumo per capita					
Fonte de variação	Soma dos Quadrados	Graus de liberdade	Média Quadrática	Estatística de Fisher F	Significância de F
Regressão	49.114,67	3	16.371,56	17,9262	3,04E-09
Residual	84.021,14	92	913,27		
Total	133.135,81				

Tabela 5.24 – Resumo da regressão – *Stepwise* – condição 1

Sumário da Regressão – Stepwise Variável Dependente: Consumo per capita							
	Passo + inclusão	R múltiplo	R ² múltiplo	Alteração do R ²	F parcial (F para incluir)	Significância p- valor	Variáveis incluídas
IDH-M	1	0,5673	0,3218	0,3218	44,6081	1,8E-09	1
Valor tarifa	2	0,5890	0,3469	0,0251	3,5705	0,0620	2
População	3	0,6074	0,3689	0,0220	3,2077	0,0766	3

As tabelas 5.25 a 5.27 apresentam um sumário com os principais resultados obtidos para o procedimento *Forward*, condição 2 – utilização da variável *Renda per capita*.

Tabela 5.25 – Resumo da regressão linear múltipla – condição 2

Sumário da Regressão para a Variável Dependente: Consumo per capita						
R = 0,59144873		R ² = 0,34981160		R ² ajustado = 0,32123189		
Estatística de Fisher F(v ₁ = 4, v ₂ = 91) = 12,240 significância p < 0,00000 Erro padrão da estimativa: 30,842						
	BETA	Erro padrão de estimativa de BETA	B	Erro padrão de estimativa de B	Teste t (v = 91)	Significância p-valor
Intercepto			242,24	50,6087	4,7865	6,54E-06
Renda per capita	0,4057	0,0938	0,37	0,0847	4,3246	3,9E-05
População	0,2237	0,0919	0,00013	5,34E-05	2,4336	0,0169
Valor tarifa	-0,1661	0,0864	-80,97	42,1037	-1,9230	0,0576
Temperatura	-0,1490	0,0891	-3,26	1,9510	-1,6713	0,0981

Tabela 5.26 – Análise de variância para o modelo de regressão linear múltipla – condição 2

Análise de Variância – Variável Dependente: Consumo per capita					
Fonte de variação	Soma dos Quadrados	Graus de liberdade	Média Quadrática	Estatística de Fisher F	Significância de F
Regressão	46.572,45	4	11.643,11	12,2399	5,27E-08
Residual	86.563,36	91	951,24		
Total	133.135,81				

Tabela 5.27 – Resumo da regressão – Stepwise – condição 2

Sumário da Regressão – Stepwise Variável Dependente: Consumo per capita							
	Passo + inclusão	R múltiplo	R ² múltiplo	Alteração do R ²	F parcial (F para incluir)	Significância p-valor	Variáveis incluídas
Renda per capita	1	0,5244	0,2750	0,2750	35,6498	4,5E-08	1
População	2	0,5577	0,3110	0,0360	4,8611	0,0300	2
Valor tarifa	3	0,5743	0,3299	0,0189	2,5904	0,1110	3
Temperatura	4	0,5914	0,3498	0,0200	2,7933	0,0981	4

Os resultados apresentados indicaram que para a condição 1 as variáveis *IDH-M*, *Valor da tarifa* e *População* foram – para um nível de significância de 10%, incluídas ao modelo proposto. Para a condição 2, *Temperatura* também foi incorporada ao modelo, além de *Renda per capita*. Os coeficientes de determinação foram relativamente parecidos para as duas condições, ressaltando-se que a comparação entre os valores de R² ajustado elimina as diferenças resultantes do número de variáveis independentes utilizadas em cada modelo.

Observou-se que a modificação da variável *Extensão da rede*, em termos da população abastecida, por meio da utilização da variável *Adensamento*, não indicou melhoria significativa dos modelos propostos, em ambas as condições avaliadas. A variável *População*, entretanto, que não constou no primeiro modelo obtido, para a Situação 1, em virtude da forte correlação com *Extensão da rede*, foi incorporada aos dois modelos da Situação 2.

Os coeficientes de determinação múltipla obtidos para a Condição 1 apresentaram-se um pouco superiores aos evidenciados para a Condição 2. Tal fato indica, a princípio, a possibilidade de utilização de quaisquer das variáveis relacionadas a cada uma das condições, como variável independente, na elaboração do modelo matemático proposto.

Os resultados obtidos para a Situação 2 – condições 1 e 2, indicaram melhora do modelo ajustado aos dados, se comparados à Situação 1 – condição 1, conforme depende-se da Tabela 5.28 que apresenta os valores dos coeficientes de determinação múltipla – R^2 , e R^2 ajustado, obtidos para os três diferentes modelos mencionados.

Tabela 5.28 – Coeficientes de determinação múltipla para as Situações 1 (condição 1) e 2 (condições 1 e 2)

Coeficientes	Situação 1	Situação 2	
	Condição 1	Condição 1	Condição 2
R^2	0,2530	0,3689	0,3498
R^2 ajustado	0,2287	0,3483	0,3212

Embora a incorporação das quatro novas variáveis ao estudo tenha mostrado relevância, conforme os valores apresentados para os coeficientes de determinação múltipla, percebe-se que os dois modelos obtidos são, ainda, pouco competentes para explicar a variância observada na variável dependente, consumo *per capita*. Tal fato indica que outras variáveis, não consideradas no estudo, interferem de maneira significativa no consumo *per capita*, para a Faixa (1 + 2 + 3), avaliada.

A fim de verificar a possível interferência de outras variáveis, em faixas populacionais específicas, optou-se pela tentativa de elaboração de modelos matemáticos diferenciados, segundo as demais faixas utilizadas neste trabalho. Foram consideradas,

também para cada uma delas, as condições 1 e 2, conforme efetuado para a Faixa (1 + 2 + 3).

As tabelas 5.29 e 5.30 apresentam um resumo com os principais resultados obtidos e as tabelas 5.31 e 5.32 ilustram as variáveis inseridas nos respectivos modelos, segundo cada faixa e para um nível de significância de 10%.

Tabela 5.29 – Principais resultados, para as faixas 1 a 3, segundo a condição 1

Parâmetro estatístico	Faixa 1	Faixa 2	Faixa (1 + 2)	Faixa 3
R	0,5273	0,8840	0,6228	0,8659
R ²	0,2780	0,7815	0,3879	0,7497
R ² ajustado	0,2660	0,7378	0,3722	0,6815

Tabela 5.30 – Principais resultados, para as faixas 1 a 3, segundo a condição 2

Parâmetro estatístico	Faixa 1	Faixa 2	Faixa (1 + 2)	Faixa 3
R	0,4640	0,8840	0,5580	0,8659
R ²	0,2153	0,7815	0,3114	0,7497
R ² ajustado	0,1887	0,7378	0,2845	0,6815

Tabela 5.31 – Variáveis independentes selecionadas em cada modelo, para as faixas 1 a 3, segundo a condição 1

	Faixa 1	Faixa 2	Faixa (1 + 2)	Faixa 3
Variáveis utilizadas no modelo	IDH-M	% hidrometração Valor da tarifa Consumo energia	IDH-M % hidrometração	% hidrometração Adensamento Consumo energia

Tabela 5.32 – Variáveis independentes selecionadas em cada modelo, para as faixas 1 a 3, segundo a condição 2

	Faixa 1	Faixa 2	Faixa (1 + 2)	Faixa 3
Variáveis utilizadas no modelo	Renda <i>per capita</i>	% hidrometração	Renda <i>per capita</i>	% hidrometração
	Temp. média anual	Valor da tarifa	% hidrometração	Adensamento
		Consumo energia	Temp. média anual	Consumo energia

Assim como observado para a Faixa (1 + 2 + 3), as faixas 1 e (1 + 2) apresentaram os maiores valores dos coeficientes de determinação múltipla – R^2 e R^2 ajustado, para a condição 1, na qual considerou-se a variável *IDH-M* junto ao grupo de variáveis independentes.

As faixas 2 e 3 apresentaram os mesmos valores dos coeficientes de determinação em ambas as condições, pois nenhuma das variáveis que as diferenciavam – *IDH-M* e *Renda per capita*, foram significativas o bastante – considerando-se um nível de significância de 10%, para serem incorporadas aos respectivos modelos.

Dentre as faixas avaliadas, a Faixa 2 apresentou os melhores valores para os coeficientes de determinação múltipla. A variável *Adensamento* foi incluída apenas nos modelos referentes à Faixa 3, indicando a importância de tal variável apenas para os municípios mais populosos.

As variáveis diretamente relacionadas ao controle do uso da água – *Percentual de hidrometração* e *Valor da tarifa*, foram as mais significativas nos modelos propostos para os municípios acima de 50.000 habitantes, representados pelas faixas 2 e 3.

Ressalta-se o fato de que a variável *População* não tenha sido considerada para nenhum dos modelos apresentados. Adicionalmente, a variável *Renda per capita* não foi considerada representativa para as faixas 2 e 3.

As faixas 1 e (1 + 2) apresentaram valores para os coeficientes de determinação múltipla – condição 1, semelhantes aos apresentados para a Faixa (1 + 2 + 3). Tal fato pode indicar, notadamente para os municípios com até 50.000 habitantes, a existência

de outros fatores intervenientes no consumo *per capita* que não se fizeram presentes no trabalho, por meio das variáveis previamente definidas.

Para a Faixa 2, o modelo ajustado aos dados disponíveis foi capaz de explicar 78% da variância observada em y. As tabelas 5.33 e 5.34 apresentam um sumário da regressão linear obtida para a Faixa 2, nas condições 1 e 2.

Tabela 5.33 – Resumo da regressão linear múltipla – condições 1 e 2

Sumário da Regressão para a Variável Dependente: Consumo <i>per capita</i>						
R = 0,88400224		R ² = 0,78145996		R ² ajustado = 0,73775195		
Estatística de Fisher F(v ₁ = 3, v ₂ = 15) = 17,879 significância p < 0,00003 Erro padrão da estimativa: 15,884						
	BETA	Erro padrão de estimativa de BETA	B	Erro padrão de estimativa de B	Teste t (v = 15)	Significância p- valor
Intercepto			-624,76	154,3638	-4,0473	0,0011
% hidrometração	0,7070	0,1228	9,02	1,5661	5,7573	3,79E-05
Valor tarifa	-0,4221	0,1208	-153,05	43,7936	-3,4948	0,0033
Cons. energia	0,2508	0,1228	0,05	0,0269	2,0429	0,0590

Tabela 5.34 – Resumo da regressão linear múltipla – condições 1 e 2

Sumário da Regressão – Stepwise Variável Dependente: Consumo <i>per capita</i>							
	Passo + inclusão	R múltiplo	R ² múltiplo	Alteração do R ²	F parcial (F para incluir)	Significância p- valor	Variáveis incluídas
% hidrometração	1	0,7385	0,5454	0,5454	20,3930	0,0004	1
Valor tarifa	2	0,8489	0,7207	0,1753	10,0397	0,0064	2
Cons. energia	3	0,8840	0,7815	0,0608	4,1736	0,0590	3

Segundo os resultados apresentados na Tabela 5.33, o consumo *per capita* de água – para o universo amostral referente à Faixa 2 (municípios com população entre 50 mil e 100 mil habitantes), foi estimado pelo modelo de regressão linear múltipla:

$$\text{Consumo per capita} = - 624, 76 + 9,02X_1 - 153,05X_2 + 0,05X_3$$

No qual:

X₁ = Percentual de hidrometração

X₂ = Valor da tarifa

X₃ = Consumo de energia pelos setores industrial e comercial

Como abordagem final deste trabalho, optou-se por considerar uma situação na qual fossem realizados os mesmos procedimentos anteriores, com respeito às etapas de tratamento dos dados e elaboração do modelo, avaliando-se o consumo *per capita* de água sem a parcela das perdas dos sistemas. A intenção foi a de verificar possíveis mudanças representativas, em termos dos coeficientes de correlação linear – na etapa de *Tratamento dos dados*, e coeficientes de determinação múltipla, para os modelos obtidos na etapa de *Elaboração do modelo*.

5.3. Situação 3

Nesta situação, foram utilizadas as mesmas variáveis independentes da Situação 2, sendo considerado, neste caso, o consumo *per capita* de água sem a contabilização da parcela devido às perdas do sistema. A Tabela 5.35 lista as variáveis utilizadas na Situação 3.

Tabela 5.35 – Variáveis utilizadas – Situação 3

	Situação 3
Variável dependente	Consumo <i>per capita</i> (sem considerar o volume devido às perdas)
Variáveis independentes	1 População do município; 2 Valor médio da tarifa de água; 3 Percentual de hidrometração; 4 Temperatura média anual; 5 Precipitação total média anual; 6 Adensamento 7 Renda <i>per capita</i> ; 8 IDH-M; 9 Consumo médio de energia pelos setores industrial e comercial.

5.3.1. Tratamento dos dados

As figuras 5.18 a 5.22 apresentam o conjunto de gráficos de dispersão possíveis para todas as variáveis avaliadas, segundo as distintas faixas populacionais e as tabelas 5.36 a 5.40 indicam as matrizes dos coeficientes de correlação linear simples correspondentes.

Destaca-se que as diferenças para esta etapa, em relação aos resultados apresentados na Situação 2 residem nos gráficos e coeficientes relacionados às variáveis de interesse e a variável *Consumo per capita*. Para efeito de manutenção dos padrões de apresentação optou-se por manter todos os gráficos de dispersão e coeficientes de correlação relacionados, sendo que esses últimos foram destacados em negrito, na matriz dos coeficientes.

Figura 5.18 – Gráficos de dispersão para a Faixa 1

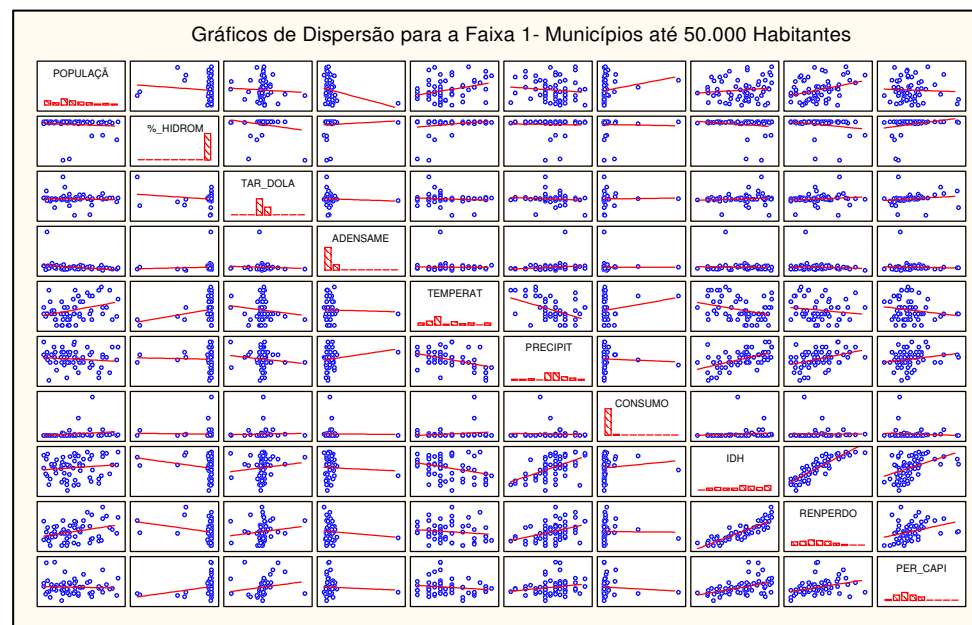


Tabela 5.36 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa 1

	População	% Hidrom.	Valor Tarifa	Adensam.	Temperat.	Precipit.	Cons. Ener.	IDH-M	Ren.p.capita	Per capita
População	1	-0,1009	-0,0574	-0,2430	0,3363	-0,1169	0,1972	0,1298	0,3361	-0,0501
% Hidrom.	-0,1009	1	-0,1899	0,0676	0,2290	-0,0304	-0,0264	-0,1898	-0,2264	0,2616
Valor Tarifa	-0,0574	-0,1899	1	-0,0583	-0,1197	-0,1238	0,0269	0,1183	0,1407	0,1750
Adensam.	-0,2430	0,0676	-0,0583	1	-0,0227	0,1647	-0,0066	-0,0442	-0,0904	-0,0522
Temperat.	0,3363	0,2290	-0,1197	-0,0227	1	-0,4500	0,1732	-0,3247	-0,1489	-0,1658
Precipit.	-0,1169	-0,0304	-0,1238	0,1647	-0,4500	1	-0,0481	0,5376	0,4005	0,2056
Cons. Ener.	0,1972	-0,0264	0,0269	-0,0066	0,1732	-0,0481	1	0,1001	-0,0095	-0,0762
IDH-M	0,1298	-0,1898	0,1183	-0,0442	-0,3247	0,5376	0,1001	1	0,8675	0,4600
Ren. per capita	0,3361	-0,2264	0,1407	-0,0904	-0,1489	0,4005	-0,0095	0,8675	1	0,3514
Per capita	-0,0501	0,2616	0,1750	-0,0522	-0,1658	0,2056	-0,0762	0,4600	0,3514	1

Figura 5.19 – Gráficos de dispersão para a Faixa 2

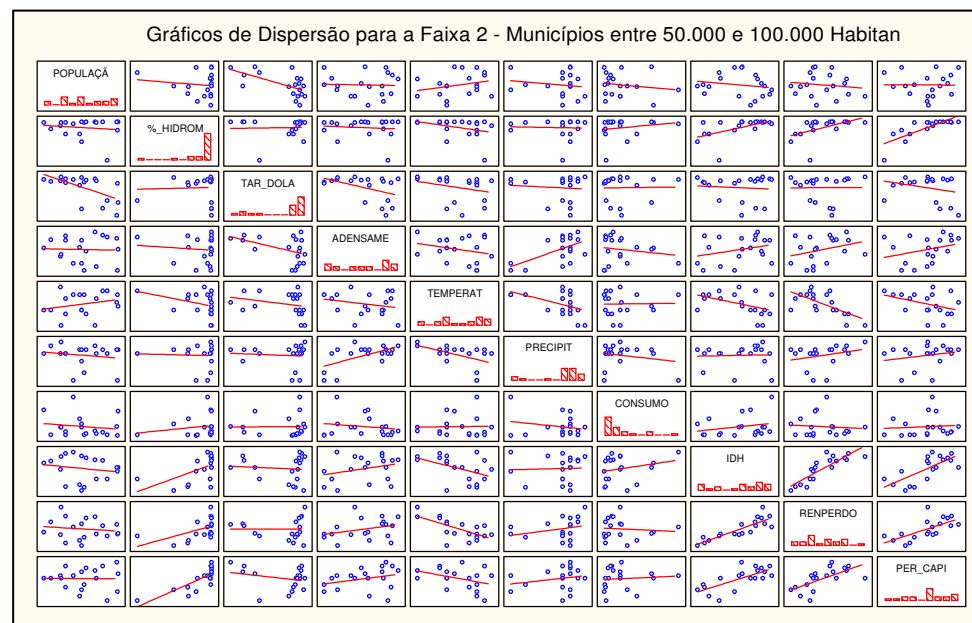


Tabela 5.37 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa 2

	População	% Hidrom.	Valor Tarifa	Adensam.	Temperat.	Precipit.	Cons. Ener.	IDH-M	Ren.p.capita	Per capita
População	1	-0,1314	-0,5985	-0,0337	0,2556	-0,1636	-0,1593	-0,1754	-0,1315	-0,0098
% Hidrom.	-0,1314	1	0,0334	-0,0975	-0,3264	-0,0393	0,1817	0,5469	0,5061	0,7863
Valor Tarifa	-0,5985	0,0334	1	-0,4518	-0,2636	-0,0826	0,0188	-0,0861	0,0010	-0,2541
Adensam.	-0,0337	-0,0975	-0,4518	1	-0,2520	0,5908	-0,1691	0,2929	0,3083	0,3004
Temperat.	0,2556	-0,3264	-0,2636	-0,2520	1	-0,4751	0,0195	-0,4419	-0,6574	-0,3732
Precipit.	-0,1636	-0,0393	-0,0826	0,5908	-0,4751	1	-0,2087	0,0403	0,2700	0,2234
Cons. Ener.	-0,1593	0,1817	0,0188	-0,1691	0,0195	-0,2087	1	0,2412	-0,0871	0,0826
IDH-M	-0,1754	0,5469	-0,0861	0,2929	-0,4419	0,0403	0,2412	1	0,8538	0,7141
Ren. per capita	-0,1315	0,5061	0,0010	0,3083	-0,6574	0,2700	-0,0871	0,8538	1	0,6578
Per capita	-0,0098	0,7863	-0,2541	0,3004	-0,3732	0,2234	0,0826	0,7141	0,6578	1

Figura 5.20 – Gráficos de dispersão para a Faixa (1 + 2)

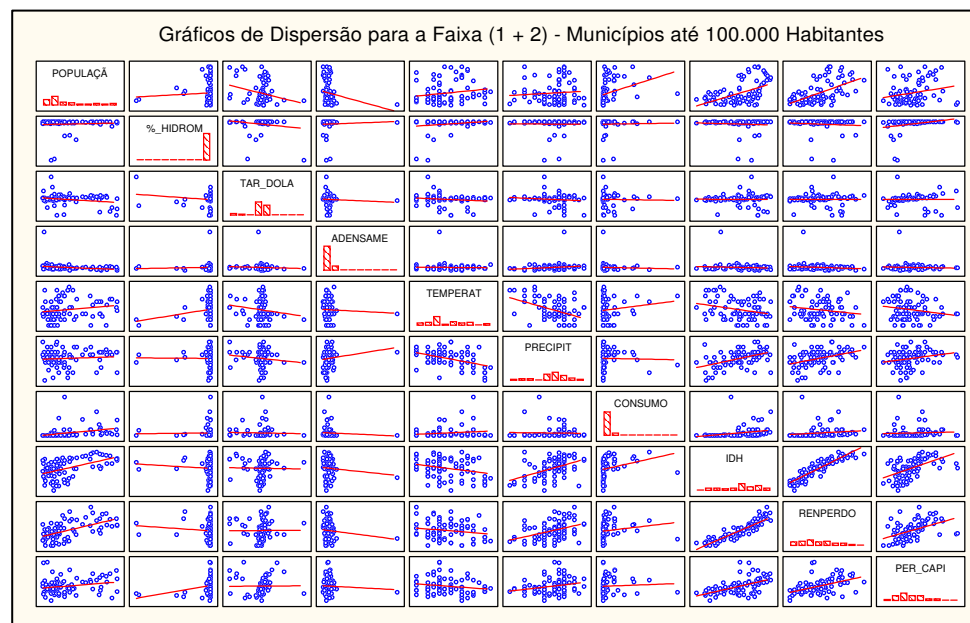


Tabela 5.38 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa (1 + 2)

	População	% Hidrom.	Valor Tarifa	Adensam.	Temperat.	Precipit.	Cons. Ener.	IDH-M	Ren.p.capita	Per capita
População	1	0,0641	-0,2388	-0,2057	0,1792	0,0856	0,3343	0,4989	0,5616	0,2183
% Hidrom.	0,0641	1	-0,1678	0,0494	0,2009	-0,0104	0,0246	-0,0793	-0,0944	0,2792
Valor Tarifa	-0,2388	-0,1678	1	-0,0639	-0,1567	-0,1335	-0,0289	-0,0187	0,0030	0,0095
Adensam.	-0,2057	0,0494	-0,0639	1	-0,0413	0,1608	-0,0604	-0,0916	-0,1202	-0,0566
Temperat.	0,1792	0,2009	-0,1567	-0,0413	1	-0,4410	0,1451	-0,2635	-0,1774	-0,1869
Precipit.	0,0856	-0,0104	-0,1335	0,1608	-0,4410	1	-0,0277	0,4744	0,3978	0,2398
Cons. Ener.	0,3343	0,0246	-0,0289	-0,0604	0,1451	-0,0277	1	0,2694	0,1526	0,0542
IDH-M	0,4989	-0,0793	-0,0187	-0,0916	-0,2635	0,4744	0,2694	1	0,8980	0,5406
Ren. per capita	0,5616	-0,0944	0,0030	-0,1202	-0,1774	0,3978	0,1526	0,8980	1	0,4784
Per capita	0,2183	0,2792	0,0095	-0,0566	-0,1869	0,2398	0,0542	0,5406	0,4784	1

Figura 5.21 – Gráficos de dispersão para a Faixa 3

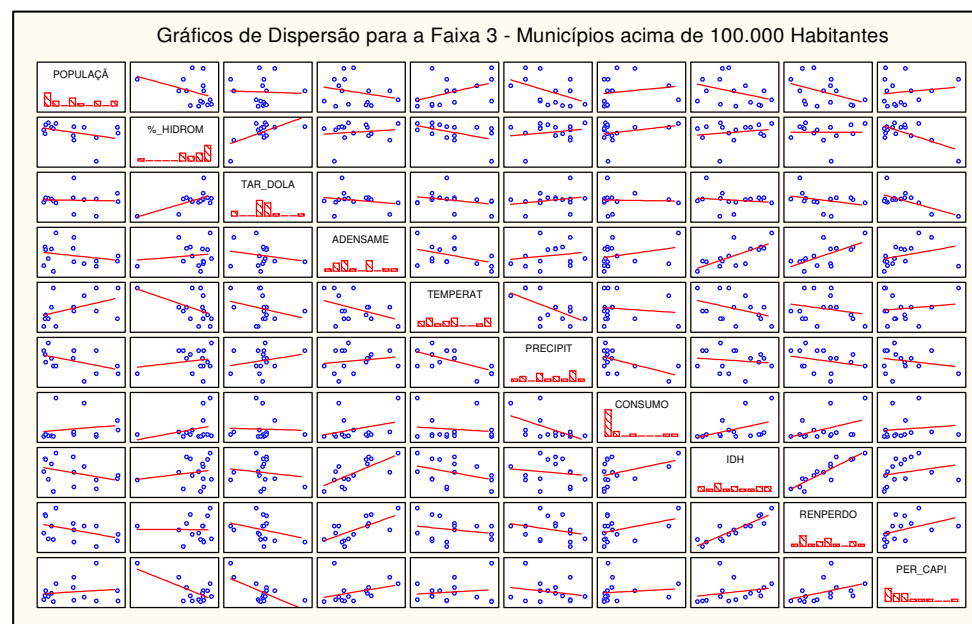


Tabela 5.39 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa 3

	População	% Hidrom.	Valor Tarifa	Adensam.	Temperat.	Precipit.	Cons. Ener.	IDH-M	Ren.p.capita	Per capita
População	1	-0,3837	-0,0411	-0,2461	0,4514	-0,4684	0,1740	-0,3678	-0,4229	0,1417
% Hidrom.	-0,3837	1	0,6295	0,1366	-0,4830	0,1988	0,2817	0,1883	-0,0034	-0,7003
Valor Tarifa	-0,0411	0,6295	1	-0,2060	-0,2939	0,2418	-0,0366	-0,1510	-0,3120	-0,6662
Adensam.	-0,2461	0,1366	-0,2060	1	-0,4176	0,1761	0,3040	0,7329	0,6717	0,3317
Temperat.	0,4514	-0,4830	-0,2939	-0,4176	1	-0,6063	-0,1225	-0,3841	-0,2211	0,1359
Precipit.	-0,4684	0,1988	0,2418	0,1761	-0,6063	1	-0,5594	-0,1432	-0,2731	-0,2158
Cons. Ener.	0,1740	0,2817	-0,0366	0,3040	-0,1225	-0,5594	1	0,4146	0,4136	0,1184
IDH-M	-0,3678	0,1883	-0,1510	0,7329	-0,3841	-0,1432	0,4146	1	0,9021	0,2406
Ren. per capita	-0,4229	-0,0034	-0,3120	0,6717	-0,2211	-0,2731	0,4136	0,9021	1	0,4218
Per capita	0,1417	-0,7003	-0,6662	0,3317	0,1359	-0,2158	0,1184	0,2406	0,4218	1

Figura 5.22 – Gráficos de dispersão para a Faixa (1 + 2 + 3)

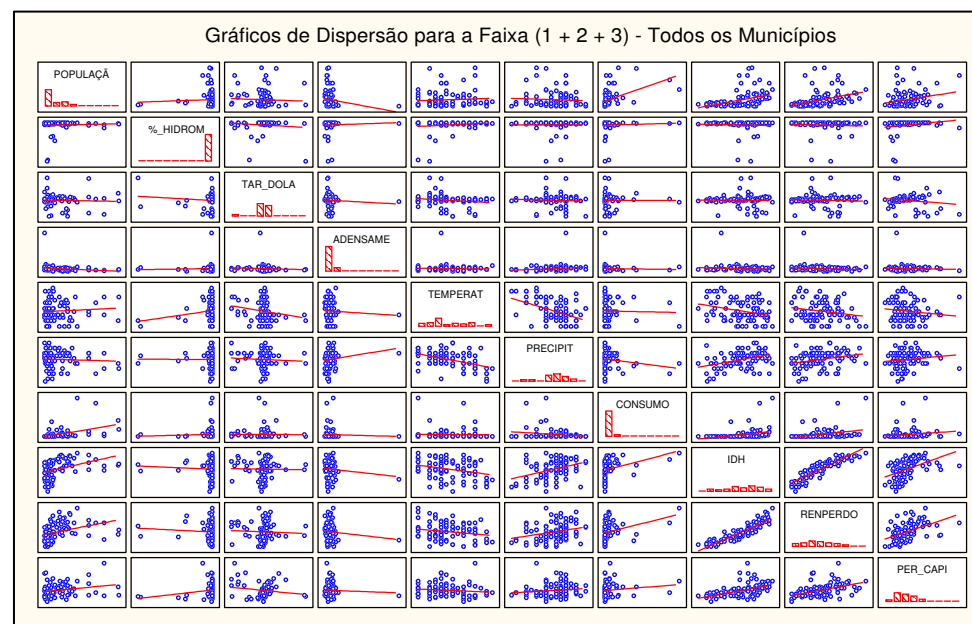


Tabela 5.40 – Matriz dos coeficientes de correlação simples – Faixa (1 + 2 + 3)

	População	% Hidrom.	Valor Tarifa	Adensam.	Temperat.	Precipit.	Cons. Ener.	IDH-M	Ren.p.capita	Per capita
População	1	0,0483	-0,0461	-0,1718	0,0767	-0,0569	0,4713	0,3961	0,3624	0,2423
% Hidrom.	0,0483	1	-0,1122	0,0454	0,1655	-0,0052	0,0479	-0,0543	-0,0675	0,2051
Valor Tarifa	-0,0461	-0,1122	1	-0,0708	-0,1856	-0,0638	-0,0030	-0,0187	-0,0498	-0,1759
Adensam.	-0,1718	0,0454	-0,0708	1	-0,0486	0,1586	-0,0381	-0,0938	-0,1017	-0,0427
Temperat.	0,0767	0,1655	-0,1856	-0,0486	1	-0,4592	-0,0215	-0,2816	-0,1972	-0,1253
Precipit.	-0,0569	-0,0052	-0,0638	0,1586	-0,4592	1	-0,1769	0,3883	0,2766	0,1409
Cons. Ener.	0,4713	0,0479	-0,0030	-0,0381	-0,0215	-0,1769	1	0,3147	0,3202	0,1450
IDH-M	0,3961	-0,0543	-0,0187	-0,0938	-0,2816	0,3883	0,3147	1	0,8955	0,4936
Ren. per capita	0,3624	-0,0675	-0,0498	-0,1017	-0,1972	0,2766	0,3202	0,8955	1	0,4841
Per capita	0,2423	0,2051	-0,1759	-0,0427	-0,1253	0,1409	0,1450	0,4936	0,4841	1

Algumas alterações foram observadas para a Situação 3, comparada à situação anterior:

- ✓ os coeficientes de correlação simples obtidos para *População e Consumo per capita* foram inferiores aos valores apresentados para a Situação 2, exceto para a Faixa 1, que foi maior, destacando-se os valores negativos para as faixas 1 e 2;
- ✓ Todas as faixa populacionais apresentaram valores absolutos maiores para os coeficientes de correlação simples, em relação à Situação 2, para *Percentual de hidrometração e Consumo per capita*;
- ✓ os coeficientes de correlação simples entre a variável *Consumo de energia e Consumo per capita* foram inferiores na Situação 3, para todas as faixas consideradas, destacando-se a redução mais acentuada para a Faixa 2, que reduziu de 0,3713 para 0,0826;
- ✓ as diferenças mais acentuadas entre os coeficientes de correlação simples, para as duas situações comparadas, ocorreram para as variáveis *IDH-M e Renda per capita*. A grande maioria apresentou redução dos valores, em relação à Situação 2, com exceção das faixas 2 e 3;
- ✓ com respeito aos coeficientes relativos à variável *Adensamento*, as faixas (1 + 2) e (1 + 2 + 3) mantiveram valores semelhantes aos apresentados para a Situação 2, enquanto as faixas 1 e 2 apresentaram aumento, sendo esse mais significativo para a Faixa 2, que variou de 0,1335 para 0,3004. Esse aumento nos coeficientes de correlação simples pode ser um indício de que essa variável não constitui boa indicação da totalidade das perdas que ocorrem nos sistemas, para as faixas mencionadas. A Faixa 3, por sua vez, indicou redução de 0,3897 para 0,3317, entre as duas situações.

As alterações mencionadas podem ser atribuídas à maior ou menor representatividade das perdas no cômputo final do consumo *per capita* de água, segundo cada município e para as diferentes faixas populacionais.

5.2.2. Elaboração do modelo

Nesta etapa, foram realizados os mesmos procedimentos efetuados na Situação 2, para a qual obtiveram-se diferentes modelos matemáticos para todas as faixas populacionais, segundo as condições 1 – utilização da variável *IDH-M*, e 2 – utilização da *Renda per capita*.

As tabelas 5.41 e 5.42 apresentam os principais resultados obtidos, segundo as condições 1 e 2, e as tabelas 5.43 e 5.44 indicam as variáveis independentes selecionadas em cada modelo, para um nível de significância de 10%.

Tabela 5.41 – Principais resultados, para todas as faixas populacionais, segundo a condição 1

Parâmetro estatístico	Faixa 1	Faixa 2	Faixa (1 + 2)	Faixa 3	Faixa (1 + 2 + 3)
R	0,6101	0,8954	0,6298	0,8226	0,5635
R ²	0,3722	0,8018	0,3967	0,6766	0,3175
R ² ajustado	0,3397	0,7622	0,3812	0,6227	0,2953

Tabela 5.42 – Principais resultados, para todas as faixas populacionais, segundo a condição 2

Parâmetro estatístico	Faixa 1	Faixa 2	Faixa (1 + 2)	Faixa 3	Faixa (1 + 2 + 3)
R	0,5311	0,8728	0,6027	0,8226	0,5396
R ²	0,2821	0,7618	0,3632	0,6766	0,2911
R ² ajustado	0,2450	0,7321	0,3384	0,6227	0,2759

Tabela 5.43 – Variáveis independentes selecionadas em cada modelo, para todas as faixas populacionais, segundo a condição 1

	Faixa 1	Faixa 2	Faixa (1 + 2)	Faixa 3	Faixa (1 + 2 + 3)
Variáveis utilizadas no modelo	IDH-M % hidrometração Valor da tarifa	% hidrometração Adensamento IDH-M	IDH-M % hidrometração	% hidrometração Adensamento	IDH-M % hidrometração Valor da tarifa

Tabela 5.44 – Variáveis independentes selecionadas em cada modelo, para todas as faixas populacionais, segundo a condição 2

	Faixa 1	Faixa 2	Faixa (1 + 2)	Faixa 3	Faixa (1 + 2 + 3)
Variáveis utilizadas no modelo	Renda <i>per capita</i> % hidrometração Temp. média anual	% hidrometração Adensamento	Renda <i>per capita</i> % hidrometração Temp. média anual	% hidrometração Adensamento	Renda <i>per capita</i> % hidrometração

Os resultados apresentados indicaram que a utilização da variável *Consumo per capita* sem as perdas que ocorrem nos sistemas conduziram a valores pouco superiores para os coeficientes de determinação múltipla – R^2 e R^2 ajustado, para ambas as condições analisadas, à exceção da Faixa 2 – condição 2, e faixas 3 e (1 + 2 + 3), na qual a Situação 2 mostrou-se mais favorável, em termos dos referidos coeficientes.

As diferenças observadas entre as duas situações, quanto às variáveis inseridas nos modelos residem, conforme mencionado no Capítulo 4, na forma como o programa estatístico seleciona as variáveis, a partir da estimativa de teste F parcial, em relação à variável mais significativa – que apresenta o maior valor inicial para F.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1. Conclusões

A influência no consumo *per capita*, atribuída às variáveis utilizadas no trabalho, apresentou-se diferenciada segundo as faixas populacionais avaliadas, destacando-se o observado para as variáveis diretamente relacionadas ao controle do uso da água – *Valor da tarifa* e *Percentual de hidrometração*, que mostraram maior influência para as cidades mais populosas.

Os dados utilizados na elaboração deste trabalho não possibilitaram delinear um modelo matemático linear que explicasse, de maneira satisfatória, a variância do consumo *per capita*, para a faixa populacional mais extensa – Faixa (1 + 2 + 3), a partir das variáveis definidas.

Embora não tenha havido êxito quanto ao modelo proposto para a totalidade dos dados, os resultados obtidos para uma faixa mais restrita – entre 50 e 100 mil habitantes (Faixa 2), evidenciaram a importância das variáveis assumidas como intervenientes no consumo *per capita*, para essa faixa, ao explicarem cerca de 78% da variância apresentada pela variável resposta – Situação 2, condições 1 e 2.

A consideração do consumo *per capita* de água, excluindo a parcela devido às perdas, não apresentou alterações significativas nos coeficientes de correlação simples e nos modelos matemáticos obtidos – em termos dos coeficientes de determinação múltipla. Essa questão, aliada ao fato da limitação observada para a variável *Adensamento*, pode indicar que dentre as possíveis variáveis intervenientes no consumo, não contempladas neste trabalho, pode ser incluída aquela representativa das perdas que ocorrem nos sistemas de abastecimento.

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M apresentou estreita relação com o consumo *per capita* de água, em especial para os municípios com até 100 mil habitantes. A incorporação do IDH-M ao estudo, como variável independente, ressaltou sua importância e abrangência que devem ser consideradas em estudos futuros. Adicionalmente, o IDH-M mostrou-se uma alternativa viável à utilização da renda *per capita* em trabalhos semelhantes ao empreendido, por indicar, de forma mais abrangente, o nível de vida de determinada população. Deve ser ressaltado, entretanto,

que em virtude das informações que o constituem – vinculadas ao IBGE, esse indicador é calculado e divulgado, pela Fundação João Pinheiro, apenas para os anos censitários. Tal fato não configura, de todo, uma limitação à sua utilização, ao se considerar que os projetos de saneamento são concebidos, normalmente, para horizontes que excedem dez anos de utilização.

Alguns parâmetros intervenientes no consumo *per capita* são controlados por um mesmo fator ou relacionam-se, indiretamente. O índice de hidrometração e o valor da tarifa de água estão condicionados ao gerenciamento do sistema de abastecimento. Esse, por sua vez, interfere em diversas outras questões como qualidade da água distribuída, número de reparos na rede, substituição de canalizações e equipamentos, e otimização dos processos, sendo os três últimos relacionados às perdas que ocorrem nos sistemas. A ocorrência dessas inter-relações, de difícil contabilização e controle, pode ter contribuído para os resultados apresentados neste trabalho, principalmente com respeito aos modelos matemáticos obtidos.

Tendo em vista a utilização de dados secundários neste estudo e as implicações advindas, tais como grau de precisão dos mesmos e limitações impostas para obtenção das informações, algumas considerações devem ser feitas:

- ✓ os dados disponibilizados pelo SNIS referem-se a um consolidado das informações fornecidas pelo prestador de serviços, em resposta a um questionário. Os valores referentes às receitas operacionais e perdas, principalmente, podem ter sido pouco exatos, configurando a necessidade de se considerar uma margem de erro para os dados. Além disso, os sistemas de abastecimento são bastante diversos e não foram mencionados, por exemplo, dados a respeito da idade do sistema, ocorrência de reformas e/ou ampliações do mesmo;
- ✓ a utilização de dados de sistemas de abastecimento com episódios frequentes de intermitências na distribuição de água – que não foram computados nas variáveis consideradas nesse estudo – pode ter contribuído para a obtenção de valores de consumo *per capita* que pouco expressam a realidade de determinadas localidades;
- ✓ é notório que em diversos sistemas de abastecimento as perdas representam percentuais consideráveis sobre o volume total de água produzida e, não raro, de

difícil mensuração. A esse respeito, destaca-se a possibilidade de incorporação de ar nas tubulações, durante as intermitências no abastecimento, que interferem nas leituras, e a ocorrência de problemas de precisão e confiabilidade de dados dos macro e micromedidores, instalados nas estações de tratamento de água, redes de distribuição e pontos de consumo, interferindo, sobremaneira, nas informações mencionadas sobre as perdas.

6.2. Recomendações

Em virtude dos resultados e conclusões apresentados neste trabalho, torna-se relevante efetuar algumas recomendações:

1. realização de estudos que busquem identificar variáveis capazes de melhor exprimir o consumo *per capita*, segundo cada cidade, em termos:
 - ✓ da totalidade das perdas que ocorrem nos sistemas;
 - ✓ da qualidade da água distribuída;
 - ✓ do desempenho da concessionária responsável pelo abastecimento (interveniente no controle operacional, reparos na rede etc.);
 - ✓ de outras variáveis climatológicas;
 - ✓ do porte do município – visão mais abrangente.
2. verificação da possibilidade de utilizar modelos não lineares e regressões múltiplas não paramétricas em eventuais trabalhos futuros, uma vez que as configurações apresentadas pelos gráficos de resíduos – heterocedasticidade, a partir do modelo elaborado para a Situação 1 – Condição 1, evidenciaram a possibilidade de prescrição de um modelo não linear;
3. o modelo matemático obtido para a Faixa 2 constitui, apenas, uma contribuição à pesquisa sobre o tema. É imprescindível destacar que estudos mais conclusivos deverão ser elaborados com o propósito de definir e apresentar modelos capazes de relacionar, com a segurança necessária, o consumo *per capita* de água a fatores intervenientes, para efeito de predições da referida cota *per capita*;

4. devido à impossibilidade de realizar, neste trabalho, uma análise diferenciada, segundo a gestão do sistema de abastecimento – autarquias e companhias estaduais, seria interessante avaliar, em estudos futuros, a influência da gestão dos sistemas de abastecimento, em especial quanto ao controle operacional e políticas de tarifação, sobre o consumo *per capita* de água.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEM SOBRINHO, P.; TSUTIYA, M. T. *Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário*. 1ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999. 548p.

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA. *Journal Main Stream*, n. 10 v.43, Oct. 1998.

ATLAS CLIMATOLÓGICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Mapas de Temperatura Média Anual e Precipitação Total Anual*. Belo Horizonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG; Instituto Nacional de Meteorologia – INMET; 5º Distrito de Meteorologia de Belo Horizonte; Universidade Federal de Viçosa – UFV. 1982. Escala 1:3.300.000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12211: *Estudos de Concepção de Sistemas de Abastecimento de Água*. Rio de Janeiro, 1990. 12 p.

AZEVEDO NETTO, J. M. *Perdas, Volume não Faturável e Desperdício de Água*. Revista DAE, São Paulo, ano XLII, n. 128, p. 37-41, mar. 1982.

AZEVEDO NETTO, J. M.; ALVAREZ, G. A. *Manual de Hidráulica*. 7ª ed. atualizada e ampliada. São Paulo: Edgard Blücher, 1985. 2v. ilustr.

AZEVEDO NETTO, J. M. *et al. Manual de Hidráulica*. 8 ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher. 1998, 669 p. *apud* PRINCE, A. A. *Textos para a Disciplina Sistema de Abastecimento de Água*, Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Normais Climatológicas (1961-1990)*. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária; Secretaria Nacional de Irrigação; Departamento Nacional de Meteorologia. 1992.

BARROS, R. T. V. *et al. Saneamento*. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221p. (Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios, 2).

CAMPOS, H. M.; SPERLING, M. *Proposição de Modelos para Determinação de Parâmetros de Projeto para Sistemas de Esgotos Sanitários com Base em Variáveis de Fácil Obtenção*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19., 1997, Foz do Iguaçu. Anais Eletrônicos do 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Foz do Iguaçu: ABES, 1997.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água*. v. 1, 2. ed. rev. São Paulo: CETESB, 1978. Cap.4., p. 107-134.

DATASUS – *TabWin – Tab para Windows*. Versão 2.2. Disponível para em <http://www.datasus.gov.br/tabwin/tabwin.htm>. Acesso em: 10 jan. 2003.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. *Manual de Saneamento*. 3ª ed. Brasília: Ministério da Saúde: Fundação Nacional de Saúde, 1999. 374 p: il.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO – FJP. *Publicações Recentes – Índice de Desenvolvimento Humano dos Municípios Brasileiros – IDH-M*. FJP/IPEA/PNUD. Disponível em: <http://www.fjp.gov.br>. Acesso em: 28 jan. 2003.

GOMES, H. P. *Sistemas de Abastecimento de Água: Dimensionamento Econômico*. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 2002. 192 p.: il.

GRIMA, A. P. *Residencial Water Demand: Alternative Choices for Management*. University of Toronto. Toronto and Buffalo. 1972, 211p. *apud* NARCHI, H. A *Demanda Doméstica de Água*. Revista DAE, São Paulo, v. 49, n. 154, p. 1-7, jan./mar. 1989.

HELLER, L.; BARROS, A.C.M.; ANTUNES, C.M.F. *Associação entre Consumo per capita e Saúde em uma Área Urbana Brasileira*. In: 7º Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1996, Lisboa: 1996. v.5. p.289 – 299. Portugal/Português. Impresso.

HOWARD, G.; BARTRAM, J. *Domestic Water Quantity, Service Level and Health*. Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/new_WSH.htm. Acesso em: 04 abr. 2003.

INFORME – SE. *Políticas Públicas: O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e Variantes*. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, Secretaria para Assuntos Fiscais – SF. nº 19 – out. 2000. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/conhecimento/publicacoes/catalogo/inf_sf.asp. Acesso em: 29 jan. 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Servidor de Mapas, Censo 2000 – Primeiros Resultados da Amostra*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 nov. 2002.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL DE MINAS GERAIS – INDI-MG. *Municípios Mineiros*. Disponível em: <http://www.indi.mg.gov.br>. Acesso em: 27 nov. 2002.

MAGALHÃES, C. A. C.; MORENO, J.; GALVÃO JÚNIOR, A. C. *Estimativa do Consumo per Capita em Comunidades Atendidas pela Unidade de Negócio do Médio Tietê*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001, João Pessoa. Anais Eletrônicos do 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, João Pessoa: ABES, 2001.

NARCHI, H. *A Demanda Doméstica de Água*. Revista DAE, São Paulo, v. 49, n. 154, p. 1-7, jan./mar. 1989.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – OMS. *Informe sobre la Evaluación Mundial del Abastecimiento de Agua y el Saneamiento en 2000*. Cap.4. Disponível em: <http://www.owh.org>. Acesso em: 13 mar.2003.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE – OPAS. *Água e Saúde*. [S.I.]: OPAS, jun.1998. 20 p.

PENNA, J. A.; SOUZA, B. A.; SOUZA, F. *Análise do Consumo per capita de Água de Abastecimento de Cidades de Minas Gerais com População de 10000 a 50000 Habitantes*. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 9., 2000, Porto Seguro. Anais Eletrônicos do IX Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Seguro: ABES, 2000. 1 CD.

QUERIDO, J.G. *Caracterização da Cota per capita de Consumo de Água de Abastecimento Público em Função da Classe Social Consumidora*. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 9., 2000, Porto Seguro. Anais do IX Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Seguro: ABES, 2000. 1 CD.

SETTI, A. A.; *et al.* *Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos*. 3^a ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica; Agência Nacional de Águas, 2001. 328 p.: il.

SILVA, R. T.; *et al.* *Indicadores de Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água*. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana, 1998. 70 p. (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Documentos Técnicos de Apoio; A2).

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS – *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 1999*. Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR; Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, v. 5, 2000.

_____. *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2000*. Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR; Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, v. 6, 2001. Disponível em: <http://www.snis.gov.br>. Acesso em: 29 mar. 2002.

SPERLING, M. *et al.* *Investigação de Fatores de Influência no Consumo per capita de Água em Estados Brasileiros e em Cidades de Minas Gerais*. In: SIMPÓSIO ÍTALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 6., 2002, Vitória.

Anais do VI Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Vitória: ABES, 2002. 1 CD.

SPERLING, M. *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, v1, 1996. 243 p. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias).

TIZIO, I. L. *Cotação Oficial do Dólar*. Disponível em: <http://www.ditizio.ecn.br/tabelas/dolar.html>. Acesso em: 27 dez. 2002.

WERKEMA, M.C.C.; AGUIAR, S., *Análise de Regressão: como entender o relacionamento entre as variáveis de um processo*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, v. 7, 1996. 311 p. (Série Ferramentas da Qualidade).

ZHOU, S. L.; Mc MAHON, T. A.; WANG, Q. J. *Frequency Analysis of Water Consumption for Metropolitan Area of Melbourne*, Journal of Hydrology, vol. 247, 2001. p. 72-84.

ANEXOS

As tabelas 1 a 15 apresentam os diversos dados e informações que subsidiaram a elaboração do presente trabalho.

Tabela 1 – Municípios utilizados na pesquisa, cujos sistemas avaliados são vinculados à companhia estadual de abastecimento – Copasa

Item	Município
1	Alfenas
2	Almenara
3	Araçuaí
4	Baependi
5	Baldim
6	Bambuí
7	Barroso
8	Betim
9	Bom Despacho
10	Borda da Mata
11	Brasília de Minas
12	Brumadinho
13	Bueno Brandão
14	Buritis
15	Capelinha
16	Capim Branco
17	Caratinga
18	Carlos Chagas
19	Cataguases
20	Caxambu
21	Confins
22	Conselheiro Lafaiete
23	Corinto
24	Coronel Fabriciano
25	Cruzília
26	Curvelo
27	Diamantina
28	Divinópolis
29	Engenheiro Navarro
30	Esmeraldas
31	Florestal
32	Frutal
33	Grão Mogol
34	Igarapé
35	Ipatinga
36	Itajubá
37	Itapeçerica
38	Iturama
39	Jaboticatubas
40	Juatuba
41	Lagoa Santa
42	Lavras
43	Mário Campos
44	Mateus Leme
45	Matozinhos
46	Mendes Pimentel
47	Montes Claros

Item	Município
48	Nanuque
49	Nova Lima
50	Nova Serrana
51	Nova União
52	Paracatu
53	Patos de Minas
54	Peçanha
55	Pedra Azul
56	Pedrinópolis
57	Pedro Leopoldo
58	Perdões
59	Piranga
60	Pompéu
61	Pouso Alegre
62	Raposos
63	Ribeirão Neves
64	Rio Casca
65	Rio Manso
66	Sabará
67	Salinas
68	Santa Luzia
69	Santa Rita do Sapucaí
70	São João Evangelista
71	São Joaquim de Bicas
72	São José da Lapa
73	São Sebastião do Paraíso
74	São Tiago
75	Sarzedo
76	Serra do Salitre
77	Serro
78	Simonésia
79	Taquaraçu de Minas
80	Teófilo Otoni
81	Timóteo
82	Três Marias
83	Ubá
84	Varginha
85	Várzea da Palma
86	Vespasiano

Tabela 2 – Municípios utilizados na pesquisa, cujos sistemas avaliados são administrados por autarquias

Item	Município
1	Coqueiral
2	Governador Valadares
3	Itabira
4	Itaúna
5	Ituiutaba
6	Muriaé
7	Passos
8	Poços de Caldas
9	Sacramento
10	Sete Lagoas

Tabela 3 – Municípios utilizados na pesquisa, segundo a classificação por faixa populacional

Faixa 1 – Municípios até 50.000 habitantes		
Item	Município	População
1	Almenara	35.356
2	Araçuaí	35.439
3	Baependi	17.508
4	Baldim	8.135
5	Bambuí	21.682
6	Barroso	18.197
7	Bom Despacho	39.919
8	Borda da Mata	14.431
9	Brasília de Minas	30.281
10	Brumadinho	26.607
11	Bueno Brandão	10.928
12	Buritis	20.404
13	Capelinha	31.014
14	Capim Branco	7.879
15	Carlos Chagas	21.734
16	Caxambu	22.058
17	Confins	4.797
18	Corinto	24.514
19	Cruzília	13.748
20	Diamantina	43.305
21	Engenheiro Navarro	7.071
22	Esmeraldas	45.784
23	Florestal	5.636
24	Frutal	46.577
25	Grão Mogol	14.016
26	Igarapé	24.269
27	Itapecerica	21.211
28	Iturama	28.813
29	Jaboticatubas	13.523
30	Juatuba	15.755
31	Lagoa Santa	37.756
32	Mário Campos	10.525
33	Mateus Leme	24.124
34	Matozinhos	30.082
35	Mendes Pimentel	6.268
36	Nanuque	41.579
37	Nova Serrana	37.429
38	Nova União	5.428
39	Peçanha	17.176
40	Pedra Azul	23.568
41	Pedrinópolis	3.352
42	Perdões	18.724
43	Piranga	17.005
44	Pompeu	26.023
45	Raposos	14.268
46	Rio Casca	15.244
47	Rio Manso	4.644
48	Salinas	36.710
49	Santa Rita do Sapucaí	31.190
50	São João Evangelista	15.498

Item	Município	População
51	São Joaquim de Bicas	18.156
52	São José da Lapa	15.009
53	São Tiago	10.232
54	Sarzedo	17.240
55	Serra do Salitre	9.416
56	Serro	21.004
57	Simonésia	16.870
58	Taquaraçu de Minas	3.486
59	Três Marias	23.539
60	Várzea da Palma	31.632
61	Coqueiral	9.609
62	Sacramento	21.301

Faixa 2 – Municípios com população entre 50.000 e 100.000 habitantes

1	Alfenas	66.767
2	Caratinga	77.732
3	Cataguases	63.960
4	Coronel Fabriciano	97.412
5	Curvelo	67.004
6	Itajubá	84.071
7	Lavras	78.758
8	Nova Lima	64.295
9	Paracatu	75.184
10	Pedro Leopoldo	53.825
11	São Sebastião do Paraíso	58.298
12	Timóteo	71.456
13	Ubá	84.987
14	Vespasiano	76.328
15	Itabira	97.963
16	Itaúna	76.183
17	Ituiutaba	88.823
18	Muriaé	91.418
19	Passos	97.119

Faixa (1 + 2) – Municípios até 100.000 habitantes

1	Alfenas	66.767
2	Almenara	35.356
3	Araçuaí	35.439
4	Baependi	17.508
5	Baldim	8.135
6	Bambuí	21.682
7	Barroso	18.197
8	Bom Despacho	39.919
9	Borda da Mata	14.431
10	Brasília de Minas	30.281
11	Brumadinho	26.607
12	Bueno Brandão	10.928
13	Buritis	20.404
14	Capelinha	31.014
15	Capim Branco	7.879
16	Caratinga	77.732
17	Carlos Chagas	21.734
18	Cataguases	63.960
19	Caxambu	22.058
20	Confins	4.797
21	Corinto	24.514

Item	Município	População
22	Coronel Fabriciano	97.412
23	Cruzília	13.748
24	Curvelo	67.004
25	Diamantina	43.305
26	Engenheiro Navarro	7.071
27	Esmeraldas	45.784
28	Florestal	5.636
29	Frutal	46.577
30	Grão Mogol	14.016
31	Igarapé	24.269
32	Itajubá	84.071
33	Itapecerica	21.211
34	Iturama	28.813
35	Jaboticatubas	13.523
36	Juatuba	15.755
37	Lagoa Santa	37.756
38	Lavras	78.758
39	Mário Campos	10.525
40	Mateus Leme	24.124
41	Matozinhos	30.082
42	Mendes Pimentel	6.268
43	Nanuque	41.579
44	Nova Lima	64.295
45	Nova Serrana	37.429
46	Nova União	5.428
47	Paracatu	75.184
48	Peçanha	17.176
49	Pedra Azul	23.568
50	Pedrinópolis	3.352
51	Pedro Leopoldo	53.825
52	Perdões	18.724
53	Piranga	17.005
54	Pompeu	26.023
55	Raposos	14.268
56	Rio Casca	15.244
57	Rio Manso	4.644
58	Salinas	36.710
59	Santa Rita do Sapucaí	31.190
60	São João Evangelista	15.498
61	São Joaquim de Bicas	18.156
62	São José da Lapa	15.009
63	São Sebastião Paraíso	58.298
64	São Tiago	10.232
65	Sarzedo	17.240
66	Serra do Salitre	9.416
67	Serro	21.004
68	Simonésia	16.870
69	Taquaraçú de Minas	3.486
70	Timóteo	71.456
71	Três Marias	23.539
72	Ubá	84.987
73	Várzea da Palma	31.632
74	Vespasiano	76.328
75	Coqueiral	9.609

Item	Município	População
76	Itabira	97.963
77	Itaúna	76.183
78	Ituiutaba	88.823
79	Muriaé	91.418
80	Passos	97.119
81	Sacramento	21.301
Faixa 3 – Municípios acima de 100.000 habitantes		
1	Betim	303.588
2	Conselheiro Lafaiete	102.417
3	Divinópolis	183.708
4	Ipatinga	212.376
5	Montes Claros	306.258
6	Patos de Minas	123.708
7	Pouso Alegre	106.587
8	Ribeirão Neves	246.589
9	Sabará	114.557
10	Santa Luzia	184.721
11	Teófilo Otoni	129.076
12	Varginha	108.284
13	Governador Valadares	246.897
14	Poços de Caldas	135.343
15	Sete Lagoas	184.286
Faixa (1 + 2 + 3) – Todos os municípios do estudo		
1	Alfenas	66.767
2	Almenara	35.356
3	Araçuaí	35.439
4	Baependi	17.508
5	Baldim	8.135
6	Bambuí	21.682
7	Barroso	18.197
8	Betim	303.588
9	Bom Despacho	39.919
10	Borda da Mata	14.431
11	Brasília de Minas	30.281
12	Brumadinho	26.607
13	Bueno Brandão	10.928
14	Buritis	20.404
15	Capelinha	31.014
16	Capim Branco	7.879
17	Caratinga	77.732
18	Carlos Chagas	21.734
19	Cataguases	63.960
20	Caxambu	22.058
21	Confins	4.797
22	Conselheiro Lafaiete	102.417
23	Corinto	24.514
24	Coronel Fabriciano	97.412
25	Cruzília	13.748
26	Curvelo	67.004
27	Diamantina	43.305
28	Divinópolis	183.708
29	Engenheiro Navarro	7.071
30	Esmeraldas	45.784
31	Florestal	5.636

Item	Município	População
32	Frutal	46.577
33	Grão Mogol	14.016
34	Igarapé	24.269
35	Ipatinga	212.376
36	Itajubá	84.071
37	Itapeçerica	21.211
38	Iturama	28.813
39	Jaboticatubas	13.523
40	Juatuba	15.755
41	Lagoa Santa	37.756
42	Lavras	78.758
43	Mário Campos	10.525
44	Mateus Leme	24.124
45	Matozinhos	30.082
46	Mendes Pimentel	6.268
47	Montes Claros	306.258
48	Nanuque	41.579
49	Nova Lima	64.295
50	Nova Serrana	37.429
51	Nova União	5.428
52	Paracatu	75.184
53	Patos de Minas	123.708
54	Peçanha	17.176
55	Pedra Azul	23.568
56	Pedrinópolis	3.352
57	Pedro Leopoldo	53.825
58	Perdões	18.724
59	Piranga	17.005
60	Pompeu	26.023
61	Pouso Alegre	106.587
62	Raposos	14.268
63	Ribeirão Neves	246.589
64	Rio Casca	15.244
65	Rio Manso	4.644
66	Sabará	114.557
67	Salinas	36.710
68	Santa Luzia	184.721
69	Santa Rita do Sapucaí	31.190
70	São João Evangelista	15.498
71	São Joaquim de Bicas	18.156
72	São José da Lapa	15.009
73	São Sebastião do Paraíso	58.298
74	São Tiago	10.232
75	Sarzedo	17.240
76	Serra do Salitre	9.416
77	Serro	21.004
78	Simonésia	16.870
79	Taquaraçu de Minas	3.486
80	Teófilo Otoni	129.076
81	Timóteo	71.456
82	Três Marias	23.539
83	Ubá	84.987
84	Varginha	108.284
85	Várzea da Palma	31.632

Item	Município	População
86	Vespasiano	76.328
87	Coqueiral	9.609
88	Governador Valadares	246.897
89	Itabira	97.963
90	Itaúna	76.183
91	Ituiutaba	88.823
92	Muriaé	91.418
93	Passos	97.119
94	Poços de Caldas	135.343
95	Sacramento	21.301
96	Sete Lagoas	184.286

Tabela 4 – Dados referentes à cotação do dólar, em R\$

Mês	1998	1999	2000
Janeiro	1,1206	1,4659	1,7997
Fevereiro	1,1276	1,8984	1,7764
Março	1,1334	1,8825	1,7431
Abril	1,1407	1,6688	1,7833
Maio	1,1472	1,6570	1,8382
Junho	1,1551	1,7892	1,8079
Julho	1,1615	1,8281	1,8106
Agosto	1,1716	1,8711	1,8056
Setembro	1,1798	1,8779	1,8438
Outubro	1,1886	1,9794	1,8764
Novembro	1,1915	1,9331	1,9441
Dezembro	1,2052	1,8501	1,9678
Valor Médio Anual	1,1602	1,8085	1,8331

Fonte: Tizio (2002)

Observação: Os valores em referência têm cotação baseada no dia 15 de cada mês, com exceção de alguns meses que têm sua data de cotação posterior ao do dia anteriormente mencionado, por não ter sido, aquele, dia útil. A cotação é do câmbio oficial e com valor de venda.

Tabela 5 – Determinação indireta do consumo *per capita*, sem perdas, para os sistemas vinculados à companhia estadual de abastecimento – Copasa

Município	População total do município	População atendida por água	Cons.méd.água/economia (l ₅₃ - m ³ /mês.economia)	Quantidade de economias ativas de água (A ₀₃)	Consumo médio <i>per capita</i> – sem perdas (L/hab.dia)
Alfenas	66.767	69.087	14,4	25.755	185,2
Almenara	35.356	27.170	14,1	7.712	133,4
Araçuaí	35.439	18.840	14,0	5.654	140,0
Baependi	17.508	12.925	11,7	4.172	125,9
Baldim	8.135	4.617	11,1	1.643	131,7
Bambuí	21.682	20.296	11,7	7.074	135,9
Barroso	18.197	19.124	10,3	5.919	111,7
Betim	303.588	311.440	17,2	85.076	160,7
Bom Despacho	39.919	37.684	12,8	13.041	147,7
Borda da Mata	14.431	10.298	10,0	3.591	116,2
Brasília de Minas	30.281	15.500	12,4	4.348	115,9
Brumadinho	26.607	16.796	16,8	5.437	181,3
Bueno Brandão	10.928	5.286	13,1	1.754	144,9
Buritis	20.404	13.555	12,0	4.001	118,1
Capelinha	31.014	20.174	11,3	6.113	114,1
Capim Branco	7.879	8.293	13,1	2.631	145,8
Caratinga	77.732	56.181	13,0	17.944	138,4
Carlos Chagas	21.734	12.352	12,9	3.521	122,6
Cataguases	63.960	64.078	15,0	20.737	162,1
Caxambu	22.058	22.698	12,1	8.631	157,8
Confins	4.797	4.957	20,2	1.581	221,9
Cons. Lafaiete	102.417	102.756	11,8	32.498	124,8
Corinto	24.514	20.302	12,3	6.691	135,1
Cel. Fabriciano	97.412	94.568	14,2	24.341	121,8
Cruzília	13.748	11.745	10,8	4.126	126,5
Curvelo	67.004	58.628	12,8	18.167	132,2
Diamantina	43.305	29.452	13,4	8.763	132,9

Município	População total do município	População atendida por água	Cons.méd.água/economia (l₅₃ - m³/mês.economia)	Quantidade de economias ativas de água (A₀₃)	Consumo médio <i>per capita</i> – sem perdas (L/hab.dia)
Divinópolis	183.708	190.370	14,7	64.914	173,1
Eng. Navarro	7.071	4.844	11,5	1.290	102,1
Esmeraldas	45.784	20.421	10,6	6.329	109,5
Florestal	5.636	4.186	13,8	1.466	161,1
Frutal	46.577	38.912	14,4	13.696	168,9
Grão Mogol	14.016	4.496	10,7	1.150	91,2
Igarapé	24.269	23.605	13,8	7.050	137,4
Ipatinga	212.376	202.900	14,6	56.018	134,4
Itajubá	84.071	81.482	16,6	25.690	174,5
Itapecerica	21.211	14.597	13,7	4.832	151,2
Iturama	28.813	25.334	13,8	8.405	152,6
Jaboticatubas	13.523	5.500	13,2	1.834	146,7
Juatuba	15.755	12.506	18,8	3.826	191,7
Lagoa Santa	37.756	35.629	17,4	12.155	197,9
Lavras	78.758	81.899	15,3	27.857	180,4
Mário Campos	10.525	8.654	12,4	2.636	125,9
Mateus Leme	24.124	13.836	14,2	4.021	137,6
Matozinhos	30.082	25.476	14,7	8.198	157,7
Mendes Pimentel	6.268	3.091	11,8	962	122,4
Montes Claros	306.258	276.288	12,7	78.784	120,7
Nanuque	41.579	36.113	12,5	11.346	130,9
Nova Lima	64.295	62.027	16,5	17.462	154,8
Nova Serrana	37.429	36.580	10,8	12.312	121,2
Nova União	5.428	1.554	11,0	507	119,6
Paracatu	75.184	62.521	12,3	16.940	111,1
Patos de Minas	123.708	120.827	14,3	38.442	151,7
Peçanha	17.176	8.102	12,4	2.319	118,3
Pedra Azul	23.568	17.851	12,2	4.764	108,5
Pedrinópolis	3.352	3.850	13,5	1.046	140,4
Pedro Leopoldo	53.825	51.190	15,4	15.527	155,7

Município	População total do município	População atendida por água	Cons.méd.água/economia (l ₅₃ - m ³ /mês.economia)	Quantidade de economias ativas de água (A ₀₃)	Consumo médio <i>per capita</i> – sem perdas (L/hab.dia)
Perdões	18.724	15.779	13,4	5.241	148,4
Piranga	17.005	4.389	10,9	1.537	127,2
Pompéu	26.023	21.923	14,1	6.482	139,0
Pouso Alegre	106.587	104.993	12,9	34.517	141,4
Raposos	14.268	13.432	12,4	4.115	126,6
Ribeirão Neves	246.589	216.893	13,1	59.036	118,9
Rio Casca	15.244	10.863	13,6	3.279	136,8
Rio Manso	4.644	1.642	11,1	501	112,9
Sabará	114.557	107.745	15,0	29.743	138,0
Salinas	36.710	24.484	13,0	7.558	133,8
Santa Luzia	184.721	179.614	13,4	49.185	122,3
Santa R. Sapucaí	31.190	27.709	10,0	8.716	104,9
S. J. Evangelista	15.498	8.129	13,0	2.408	128,4
S. Joaquim Bicas	18.156	13.567	14,8	4.193	152,5
S. José da Lapa	15.009	14.505	15,6	4.298	154,1
S. Seb. Paraíso	58.298	58.225	13,7	19.688	154,4
São Tiago	10.232	6.384	11,0	2.403	138,0
Sarzedo	17.240	16.547	12,8	5.000	128,9
Serra do Salitre	9.416	6.321	12,1	2.067	131,9
Serro	21.004	9.832	12,3	2.801	116,8
Simonésia	16.870	4.931	13,2	1.481	132,2
Taquaraçu Minas	3.486	1.336	12,7	479	151,8
Teófilo Otoni	129.076	109.672	12,5	30.879	117,3
Timóteo	71.456	66.208	15,7	20.395	161,2
Três Marias	23.539	24.154	11,6	7.106	116,7
Ubá	84.987	74.687	14,5	23.872	154,5
Varginha	108.284	108.930	14,4	35.974	159,5
Várzea da Palma	31.632	26.837	13,1	7.335	119,3
Vespasiano	76.328	73.460	14,2	19.684	126,8

Fonte: SNIS (2001)

Tabela 6 – Determinação do consumo *per capita*, considerando as perdas na distribuição – sistemas vinculados à companhia estadual de abastecimento – Copasa

Município	Consumo médio <i>per capita</i> – sem perdas (L/hab.dia)	Volume consumido (1000m ³ /ano)	Índice de consumo de água (%) (I ₅₂)	Índice de perdas na distribuição (%)	Consumo médio <i>per capita</i> – com perdas (L/hab.dia)
Alfenas	185,2	4.451	85,8	14,2	211,4
Almenara	133,4	1.303	81,5	18,5	158,1
Araçuaí	140,0	951	72,9	27,1	178,0
Baependi	125,9	585	64,5	35,5	170,6
Baldim	131,7	218	47,0	53,0	201,5
Bambuí	135,9	995	60,4	39,6	189,8
Barroso	111,7	732	30,1	69,9	189,7
Betim	160,7	17.603	51,9	48,1	237,9
Bom Despacho	147,7	1.999	71,9	28,1	189,1
Borda da Mata	116,2	431	41,9	58,1	183,8
Brasília de Minas	115,9	645	73,5	26,5	146,7
Brumadinho	181,3	1.094	65,3	34,7	244,2
Bueno Brandão	144,9	275	79,3	20,7	174,9
Buritis	118,1	578	83,9	16,1	137,1
Capelinha	114,1	830	68,6	31,4	150,0
Capim Branco	145,8	415	63,7	36,3	198,7
Caratinga	138,4	2.790	59,9	40,1	193,9
Carlos Chagas	122,6	544	73,8	26,2	154,7
Cataguases	162,1	3.730	71,6	28,4	208,1
Caxambu	157,8	1.250	63,0	37,0	216,2
Confins	221,9	383	73,5	26,5	280,7
Cons. Lafaiete	124,8	4.607	57,8	42,2	177,5
Corinto	135,1	984	59,3	40,7	190,1
Cel. Fabriciano	121,8	4.146	43,9	56,1	190,2
Cruzília	126,5	534	71,1	28,9	163,0
Curvelo	132,2	2.796	58,0	42,0	187,7

Município	Consumo médio <i>per capita</i> – sem perdas (L/hab.dia)	Volume consumido (1000m ³ /ano)	Índice de consumo de água (%) (I ₅₂)	Índice de perdas na distribuição (%)	Consumo médio <i>per capita</i> – com perdas (L/hab.dia)
Diamantina	132,9	1.409	73,6	26,4	168,0
Divinópolis	173,1	11.440	69,5	30,5	226,0
Eng. Navarro	102,1	178	59,9	40,1	143,0
Esmeraldas	109,5	802	49,5	50,5	164,8
Florestal	161,1	243	60,9	39,1	224,1
Frutal	168,9	2.369	76,4	23,6	208,8
Grão Mogol	91,2	147	54,6	45,4	132,6
Igarapé	137,4	1.164	54,5	45,5	199,9
Ipatinga	134,4	9.803	51,8	48,2	199,1
Itajubá	174,5	5.111	71,6	28,4	224,0
Itapecerica	151,2	797	82,9	17,1	177,0
Iturama	152,6	1.392	70,4	29,6	197,8
Jaboticatubas	146,7	290	79,5	20,5	176,8
Juatuba	191,7	864	64,3	35,7	260,2
Lagoa Santa	197,9	2.540	70,7	29,3	255,8
Lavras	180,4	5.100	79,8	20,2	216,8
Mário Campos	125,9	391	80,3	19,7	150,7
Mateus Leme	137,6	687	55,0	45,0	199,5
Matozinhos	157,7	1.446	72,4	27,6	201,2
Mendes Pimentel	122,4	136	74,3	25,7	153,9
Montes Claros	120,7	11.983	52,1	47,9	178,5
Nanuque	130,9	1.708	55,2	44,8	189,6
Nova Lima	154,8	3.459	67,1	32,9	205,8
Nova Serrana	121,2	1.600	61,6	38,4	167,7
Nova União	119,6	67	58,3	41,7	169,5
Paracatu	111,1	2.504	64,3	35,7	150,7
Patos de Minas	151,7	6.612	73,0	27,0	192,6
Peçanha	118,3	345	58,2	41,8	167,8
Pedra Azul	108,5	700	59,5	40,5	152,5
Pedrinópolis	140,4	169	79,7	20,3	168,9

Município	Consumo médio <i>per capita</i> – sem perdas (L/hab.dia)	Volume consumido (1000m³/ano)	Índice de consumo de água (%) (I₅₂)	Índice de perdas na distribuição (%)	Consumo médio <i>per capita</i> – com perdas (L/hab.dia)
Pedro Leopoldo	155,7	2.865	60,7	39,3	216,9
Perdões	148,4	841	85,9	14,1	169,3
Piranga	127,2	201	64,4	35,6	172,5
Pompéu	139,0	1.099	68,3	31,7	183,0
Pouso Alegre	141,4	5.354	50,4	49,6	211,5
Raposos	126,6	612	43,3	56,7	198,4
Ribeirão Neves	118,9	9.297	55,2	44,8	172,1
Rio Casca	136,8	534	65,0	35,0	184,7
Rio Manso	112,9	67	78,8	21,2	136,8
Sabará	138,0	5.366	56,3	43,7	198,3
Salinas	133,8	1.183	76,7	23,3	164,9
Santa Luzia	122,3	7.883	52,6	47,4	180,3
Santa R. Sapucaí	104,9	1.043	29,2	70,8	179,1
S. J. Evangelista	128,4	377	64,3	35,7	174,2
S. Joaquim Bicas	152,5	746	86,0	14,0	173,8
S. José da Lapa	154,1	804	53,6	46,4	225,6
S. Sebast. Paraíso	154,4	3.227	75,9	24,1	191,6
São Tiago	138,0	316	82,9	17,1	161,6
Sarzedo	128,9	765	56,5	43,5	185,0
Serra do Salitre	131,9	299	82,8	17,2	154,6
Serro	116,8	415	60,1	39,9	163,4
Simonésia	132,2	234	77,7	22,3	161,6
Taquaraçu Minas	151,8	73	77,7	22,3	185,6
Teófilo Otoni	117,3	4.638	59,7	40,3	164,6
Timóteo	161,2	3.854	51,3	48,7	239,7
Três Marias	116,7	992	73,4	26,6	147,8
Ubá	154,5	4.146	68,6	31,4	203,0
Varginha	159,5	6.233	75,2	24,8	199,0
Várzea da Palma	119,3	1.150	74,1	25,9	150,3
Vespasiano	126,8	3.356	58,0	42,0	180,1

Tabela 7 – Determinação do consumo *per capita*, considerando as perdas na distribuição – sistemas administrados por autarquias

Município	Consumo médio <i>per capita</i> – sem perdas (L/hab.dia)	Volume consumido (1000m ³ /ano)	Índice de consumo de água (%) (I ₅₂)	Índice de perdas na distribuição (%)	Consumo médio <i>per capita</i> – com perdas (L/hab.dia)
Coqueiral	223,9	628	90,7	9,3	244,7
Gov. Valadares	269,3	22.548	75,3	24,7	335,8
Itabira	165,6	5.410	37,9	62,1	268,4
Itaúna	171,0	4.669	62,7	37,3	234,8
Ituiutaba	184,7	5.509	65,2	34,8	249,0
Muriae	99,2	3.416	49,9	50,1	148,9
Passos	194,7	6.391	76,3	23,7	240,8
Poços de Caldas	187,6	8.717	56,4	43,6	269,4
Sacramento	165,6	1.160	57,0	43,0	236,8
Sete Lagoas	214,9	14.935	60,5	39,5	299,8

Fonte: SNIS (2001)

Tabela 8 – Determinação do valor médio da tarifa água – sistemas vinculados à companhia estadual de abastecimento – Copasa

Município	População total do município	População atendida por água	Receita Operacional Direta de Água (R\$) (F ₀₂)	Volume de Água Faturado (1000 m ³ /ano) (A ₁₁)	Valor Médio da Tarifa de Água (R\$/m ³)	Valor Médio da Tarifa de Água (U\$/m ³)
Alfenas	66.767	69.087	4.415.780,00	5.067,0	0,87	0,48
Almenara	35.356	27.170	1.215.574,00	1.457,0	0,83	0,46
Araçuaí	35.439	18.840	900.549,00	1.078,0	0,84	0,46
Baependi	17.508	12.925	554.039,00	718,0	0,77	0,42
Baldim	8.135	4.617	215.489,00	269,0	0,80	0,44
Bambuí	21.682	20.296	923.650,00	1.184,0	0,78	0,43
Barroso	18.197	19.124	446.259,00	701,0	0,64	0,35
Betim	303.588	311.440	18.894.845,00	19.555,0	0,97	0,53
Bom Despacho	39.919	37.684	1.879.103,00	2.312,0	0,81	0,44
Borda da Mata	14.431	10.298	567.471,00	426,0	1,33	0,73

Município	População total do município	População atendida por água	Receita Operacional Direta de Água (R\$) (F ₀₂)	Volume de Água Faturado (1000 m ³ /ano) (A ₁₁)	Valor Médio da Tarifa de Água (R\$/m ³)	Valor Médio da Tarifa de Água (U\$/m ³)
Brasília de Minas	30.281	15.500	322.064,00	766,0	0,42	0,23
Brumadinho	26.607	16.796	1.086.555,00	1.202,0	0,90	0,49
Bueno Brandão	10.928	5.286	253.269,00	320,0	0,79	0,43
Buritiz	20.404	13.555	533.175,00	677,0	0,79	0,43
Capelinha	31.014	20.174	800.903,00	1.019,0	0,79	0,43
Capim Branco	7.879	8.293	377.268,00	469,0	0,80	0,44
Caratinga	77.732	56.181	2.676.093,00	3.216,0	0,83	0,45
Carlos Chagas	21.734	12.352	516.230,00	631,0	0,82	0,45
Cataguases	63.960	64.078	3.493.195,00	4.121,0	0,85	0,46
Caxambu	22.058	22.698	1.294.035,00	1.547,0	0,84	0,46
Confins	4.797	4.957	416.705,00	417,0	1,00	0,55
Cons. Lafaiete	102.417	102.756	4.179.006,00	5.445,0	0,77	0,42
Corinto	24.514	20.302	925.369,00	1.158,0	0,80	0,44
Cel. Fabriciano	97.412	94.568	3.706.319,00	4.571,0	0,81	0,44
Cruzília	13.748	11.745	518.809,00	670,0	0,77	0,42
Curvelo	67.004	58.628	2.637.159,00	3.224,0	0,82	0,45
Diamantina	43.305	29.452	1.339.578,00	1.633,0	0,82	0,45
Divinópolis	183.708	190.370	11.054.182,00	12.705,0	0,87	0,47
Eng. Navarro	7.071	4.844	158.359,00	213,0	0,74	0,41
Esmeraldas	45.784	20.421	638.043,00	864,0	0,74	0,40
Florestal	5.636	4.186	228.643,00	279,0	0,82	0,45
Frutal	46.577	38.912	2.181.880,00	2.636,0	0,83	0,45
Grão Mogol	14.016	4.496	144.193,00	179,0	0,81	0,44
Igarapé	24.269	23.605	1.113.982,00	1.303,0	0,85	0,47
Ipatinga	212.376	202.900	8.898.201,00	10.846,0	0,82	0,45
Itajubá	84.071	81.482	4.801.460,00	5.542,0	0,87	0,47
Itapeçerica	21.211	14.597	747.929,00	941,0	0,79	0,43
Iturama	28.813	25.334	1.257.653,00	1.550,0	0,81	0,44
Jaboticatubas	13.523	5.500	272.014,00	330,0	0,82	0,45
Juatuba	15.755	12.506	1.069.586,00	986,0	1,08	0,59
Lagoa Santa	37.756	35.629	2.578.824,00	2.756,0	0,94	0,51

Município	População total do município	População atendida por água	Receita Operacional Direta de Água (R\$) (F ₀₂)	Volume de Água Faturado (1000 m ³ /ano) (A ₁₁)	Valor Médio da Tarifa de Água (R\$/m ³)	Valor Médio da Tarifa de Água (U\$/m ³)
Lavras	78.758	81.899	4.676.767,00	5.481,0	0,85	0,47
Mário Campos	10.525	8.654	339.176,00	431,0	0,79	0,43
Mateus Leme	24.124	13.836	704.155,00	779,0	0,90	0,49
Matozinhos	30.082	25.476	1.338.087,00	1.572,0	0,85	0,46
Mendes Pimentel	6.268	3.091	127.150,00	164,0	0,78	0,42
Montes Claros	306.258	276.288	10.654.573,00	13.605,0	0,78	0,43
Nanuque	41.579	36.113	1.640.648,00	2.001,0	0,82	0,45
Nova Lima	64.295	62.027	3.379.857,00	3.784,0	0,89	0,49
Nova Serrana	37.429	36.580	1.499.413,00	1.869,0	0,80	0,44
Nova União	5.428	1.554	62.763,00	82,0	0,77	0,42
Paracatu	75.184	62.521	2.251.664,00	2.861,0	0,79	0,43
Patos de Minas	123.708	120.827	6.085.617,00	7.291,0	0,83	0,46
Peçanha	17.176	8.102	323.374,00	414,0	0,78	0,43
Pedra Azul	23.568	17.851	669.164,00	824,0	0,81	0,44
Pedrinópolis	3.352	3.850	163.305,00	197,0	0,83	0,45
Pedro Leopoldo	53.825	51.190	2.702.270,00	3.141,0	0,86	0,47
Perdões	18.724	15.779	758.600,00	942,0	0,81	0,44
Piranga	17.005	4.389	195.144,00	253,0	0,77	0,42
Pompéu	26.023	21.923	1.050.316,00	1.243,0	0,84	0,46
Pouso Alegre	106.587	104.993	5.041.570,00	6.072,0	0,83	0,45
Raposos	14.268	13.432	568.722,00	719,0	0,79	0,43
Ribeirão Neves	246.589	216.893	8.752.826,00	10.436,0	0,84	0,46
Rio Casca	15.244	10.863	481.947,00	608,0	0,79	0,43
Rio Manso	4.644	1.642	68.127,00	82,0	0,83	0,45
Sabará	114.557	107.745	5.040.991,00	5.905,0	0,85	0,47
Salinas	36.710	24.484	1.117.583,00	1.359,0	0,82	0,45
Santa Luzia	184.721	179.614	11.383.612,00	8.679,0	1,31	0,72
Santa R. Sapucaí	31.190	27.709	688.616,00	1.044,0	0,66	0,36
S. J. Evangelista	15.498	8.129	355.359,00	442,0	0,80	0,44
S. Joaquim Bicas	18.156	13.567	758.469,00	830,0	0,91	0,50
S. José da Lapa	15.009	14.505	765.224,00	874,0	0,88	0,48

Município	População total do município	População atendida por água	Receita Operacional Direta de Água (R\$) (F ₀₂)	Volume de Água Faturado (1000 m ³ /ano) (A ₁₁)	Valor Médio da Tarifa de Água (R\$/m ³)	Valor Médio da Tarifa de Água (U\$/m ³)
S. Seb. Paraíso	58.298	58.225	3.072.280,00	3.682,0	0,83	0,46
São Tiago	10.232	6.384	324.012,00	401,0	0,81	0,44
Sarzedo	17.240	16.547	700.098,00	871,0	0,80	0,44
Serra do Salitre	9.416	6.321	272.723,00	346,0	0,79	0,43
Serro	21.004	9.832	392.542,00	499,0	0,79	0,43
Simonésia	16.870	4.931	214.623,00	268,0	0,80	0,44
Taquaraçu Minas	3.486	1.336	69.592,00	84,0	0,83	0,45
Teófilo Otoni	129.076	109.672	4.285.526,00	5.380,0	0,80	0,43
Timóteo	71.456	66.208	3.596.459,00	4.187,0	0,86	0,47
Três Marias	23.539	24.154	972.035,00	1.188,0	0,82	0,45
Ubá	84.987	74.687	3.903.862,00	4.624,0	0,84	0,46
Varginha	108.284	108.930	6.102.925,00	7.031,0	0,87	0,47
Várzea da Palma	31.632	26.837	1.075.654,00	1.322,0	0,81	0,44
Vespasiano	76.328	73.460	3.289.555,00	3.716,0	0,89	0,48

Fonte: SNIS (2001)

Tabela 9 – Valor médio da tarifa de água – sistemas administrados por autarquias

Município	Valor Médio da Tarifa de Água (R\$/m ³)	Valor Médio da Tarifa de Água (U\$/m ³)
Coqueiral	0,59	0,32
Gov. Valadares	0,45	0,25
Itabira	0,57	0,31
Itaúna	0,49	0,27
Ituiutaba	0,50	0,27
Muriaé	0,60	0,33
Passos	0,41	0,22
Poços de Caldas	0,75	0,41
Sacramento	0,41	0,22
Sete Lagoas	0,49	0,27

Fonte: SNIS (2001)

Tabela 10 – Dados de extensão da rede de distribuição, adensamento e percentual de hidrometração

Município	Extensão da Rede de Distribuição (Km)	Adensamento (m de rede / hab abastecido)	% de Hidrometração
Alfenas	263,0	3,9	99,9
Almenara	86,0	3,2	98,5
Araçuaí	58,0	3,1	97,7
Baependi	44,0	3,4	100
Baldim	31,0	6,7	98,7
Bambuí	79,0	3,9	99,5
Barroso	78,0	4,3	19,9
Betim	827,0	2,7	98,7
Bom Despacho	136,0	3,6	97,1
Borda da Mata	30,0	2,9	17,1
Brasília de Minas	58,0	3,7	99,4
Brumadinho	46,0	2,7	100
Bueno Brandão	30,0	5,7	100
Buritis	60,0	4,4	97,4
Capelinha	61,0	3,0	98,4
Capim Branco	37,0	4,7	99,6
Caratinga	94,0	1,7	99,9
Carlos Chagas	36,0	2,9	100
Cataguases	173,0	2,7	99,1
Caxambu	71,0	3,2	99,8
Confins	17,0	3,5	99,8
Cons. Lafaiete	246,0	2,4	98,0
Corinto	111,0	5,5	97,0
Cel. Fabriciano	157,0	1,7	98,0
Cruzília	37,0	3,2	99,7
Curvelo	250,0	4,3	96,9

Município	Extensão da Rede de Distribuição (Km)	Adensamento (m de rede / hab abastecido)	% de Hidrometração
Diamantina	85,0	2,9	96,8
Divinópolis	683,0	3,7	96,2
Eng. Navarro	25,0	5,2	100
Esmeraldas	59,0	2,9	62,1
Florestal	22,0	5,3	99,5
Frutal	137,0	3,5	99,7
Grão Mogol	13,0	2,9	99,4
Igarapé	73,0	3,1	99,8
Ipatinga	513,0	2,5	98,7
Itajubá	371,0	4,6	100
Itapecerica	59,0	4,0	98,0
Iturama	99,0	3,9	99,9
Jaboticatubas	27,0	4,9	96,0
Juatuba	34,0	2,7	99,8
Lagoa Santa	153,0	4,3	100
Lavras	245,0	3,1	100
Mário Campos	27,0	3,1	100
Mateus Leme	50,0	3,6	99,9
Matozinhos	119,0	4,7	97,0
Mendes Pimentel	10,0	3,2	98,0
Montes Claros	864,0	3,1	97,1
Nanuque	107,0	3,0	99,6
Nova Lima	177,0	2,9	99,9
Nova Serrana	64,0	1,7	71,6
Nova União	46,0	29,6	98,8
Paracatu	214,0	3,4	97,0
Patos de Minas	444,0	3,7	98,6
Peçanha	24,0	3,0	97,3
Pedra Azul	48,0	2,7	99,6
Pedrinópolis	17,0	5,1	99,9
Pedro Leopoldo	172,7	3,4	99,9
Perdões	58,0	3,7	100
Piranga	12,0	2,7	100
Pompéu	108,0	4,9	96,7
Pouso Alegre	402,0	3,8	96,8
Raposos	50,0	3,7	100
Ribeirão Neves	597,0	2,8	95,8
Rio Casca	27,0	2,5	99,9
Rio Manso	4,0	2,4	99,8
Sabará	314,0	2,9	99,9
Salinas	140,0	5,7	98,8
Santa Luzia	479,0	2,7	98,8
Santa R. Sapucaí	80,0	2,9	69,6
S. J. Evangelista	22,0	2,7	99,9
S. Joaquim Bicas	42,0	3,1	99,9
S. José da Lapa	86,0	5,9	99,9
S. Sebast. Paraíso	232,0	4,0	98,2

Município	Extensão da Rede de Distribuição (Km)	Adensamento (m de rede / hab abastecido)	% de Hidrometração
São Tiago	27,0	4,2	100
Sarzedo	47,0	2,8	99,8
Serra do Salitre	31,0	4,9	97,5
Serro	45,0	4,6	99,1
Simonésia	13,0	2,6	99,9
Taquaraçu Minas	6,5	4,9	95,9
Teófilo Otoni	213,0	1,9	98,3
Timóteo	144,0	2,2	99,5
Três Marias	112,0	4,8	96,3
Ubá	147,0	2,0	99,8
Varginha	392,0	3,6	99,3
Várzea da Palma	108,0	4,0	100
Vespasiano	161,0	2,2	95,1
Coqueiral	28,4	3,7	99,3
Gov. Valadares	540,0	2,4	89,0
Itabira	291,8	3,3	100
Itaúna	299,6	3,9	100
Ituiutaba	361,5	4,3	100
Muriae	380,0	4,2	90,4
Passos	368,1	4,1	100
Poços de Caldas	638,1	4,9	99,7
Sacramento	52,9	3,2	98,2
Sete Lagoas	838,0	4,5	95,1

Fonte: SNIS (2001)

Tabela 11 – Dados de IDH-M e renda *per capita*

Município	IDH-M	Renda <i>per capita</i> (U\$)
Alfenas	0,829	194,80
Almenara	0,668	88,74
Araçuaí	0,687	71,85
Baependi	0,742	107,01
Baldim	0,742	85,54
Bambuí	0,787	134,24
Barroso	0,745	102,12
Betim	0,775	110,86
Bom Despacho	0,799	167,60
Borda da Mata	0,780	150,91
Brasília de Minas	0,691	62,33
Brumadinho	0,773	149,53
Bueno Brandão	0,769	128,79
Buritit	0,733	130,44
Capelinha	0,674	79,01
Capim Branco	0,751	98,25

Município	IDH-M	Renda <i>per capita</i> (U\$)
Caratinga	0,754	132,25
Carlos Chagas	0,681	89,59
Cataguases	0,794	138,97
Caxambu	0,796	145,22
Confins	0,773	104,77
Cons. Lafaiete	0,793	140,86
Corinto	0,722	104,64
Cel. Fabriciano	0,789	141,42
Cruzília	0,745	103,42
Curvelo	0,755	114,64
Diamantina	0,748	116,21
Divinópolis	0,831	178,74
Eng. Navarro	0,686	53,43
Esmeraldas	0,748	100,66
Florestal	0,794	123,62
Frutal	0,803	164,04
Grão Mogol	0,672	53,59
Igarapé	0,753	108,34
Ipatinga	0,806	167,87
Itajubá	0,815	192,76
Itapecerica	0,763	122,16
Iturama	0,803	183,52
Jaboticatubas	0,731	100,56
Juatuba	0,751	102,01
Lagoa Santa	0,783	159,16
Lavras	0,819	189,35
Mário Campos	0,711	92,47
Mateus Leme	0,745	119,00
Matozinhos	0,774	127,76
Mendes Pimentel	0,661	71,57
Montes Claros	0,784	133,88
Nanuque	0,708	123,42
Nova Lima	0,821	220,80
Nova Serrana	0,801	202,45
Nova União	0,700	83,64
Paracatu	0,760	121,68
Patos de Minas	0,813	166,95
Peçanha	0,636	63,66
Pedra Azul	0,660	59,63
Pedrinópolis	0,789	146,85
Pedro Leopoldo	0,807	146,70
Perdões	0,784	130,34
Piranga	0,661	53,33
Pompéu	0,746	129,23
Pouso Alegre	0,826	213,37
Raposos	0,758	103,23
Ribeirão Neves	0,749	86,82
Rio Casca	0,712	102,01

Município	IDH-M	Renda <i>per capita</i> (U\$)
Rio Manso	0,708	79,46
Sabará	0,773	116,93
Salinas	0,699	73,65
Santa Luzia	0,754	104,93
Santa R. Sapucaí	0,789	172,02
S. J. Evangelista	0,683	64,17
S. Joaquim Bicas	0,707	89,59
S. José da Lapa	0,747	115,16
S. Sebast. Paraíso	0,812	176,63
São Tiago	0,727	89,18
Sarzedo	0,748	100,44
Serra do Salitre	0,745	124,44
Serro	0,659	64,50
Simonésia	0,679	80,83
Taquaraçu Minas	0,735	76,73
Teófilo Otoni	0,742	114,70
Timóteo	0,831	162,53
Três Marias	0,786	116,69
Ubá	0,773	141,83
Varginha	0,824	208,54
Várzea da Palma	0,726	80,83
Vespasiano	0,747	107,20
Coqueiral	0,751	107,78
Gov. Valadares	0,772	168,67
Itabira	0,798	144,30
Itaúna	0,823	172,11
Ituiutaba	0,813	166,85
Muriaé	0,772	136,42
Passos	0,797	169,58
Poços de Caldas	0,841	237,61
Sacramento	0,797	148,61
Sete Lagoas	0,791	153,65

Fonte: Fundação João Pinheiro (2003)

Tabela 12 – Dados de ICMS

Município	ICMS-1998 (U\$)	ICMS-1999 (U\$)	ICMS-2000 (U\$)	Média - ICMS (U\$)	ICMS / hab (U\$)
Alfenas	5.168.463,81	7.650.238,19	14.748.111,78	9.188.937,93	137,627
Almenara	475.918,92	334.540,19	288.312,26	366.257,13	10,359
Araçuaí	324.872,58	171.973,55	186.791,05	227.879,06	6,430
Baependi	612.706,93	391.327,79	465.149,00	489.727,90	27,972
Baldim	166.894,02	41.457,41	31.099,65	79.817,03	9,812
BambuÍ	446.119,75	253.186,37	400.263,49	366.523,20	16,904
Barroso	11.782.910,91	4.950.846,16	6.992.617,87	7.908.791,65	434,621
Betim	688.621.891,00	533.776.541,71	774.275.544,64	665.557.992,45	2.192,307
Bom Despacho	2.194.276,73	1.254.468,49	1.413.779,58	1.620.841,60	40,603
Borda da Mata	616.899,19	392.032,26	499.608,04	502.846,49	34,845
Brasília de Minas	104.629,82	66.449,97	97.519,20	89.532,99	2,957
Brumadinho	1.658.131,98	3.291.754,58	4.744.571,28	3.231.485,95	121,452
Bueno Brandão	188.051,83	95.889,96	117.451,82	133.797,87	12,244
Buritis	1.295.697,13	731.151,49	589.276,49	872.041,70	42,739
Capelinha	428.614,65	173.556,11	321.183,80	307.784,85	9,924
Capim Branco	121.898,76	111.579,57	34.528,87	89.335,73	11,338
Caratinga	6.014.412,62	4.545.859,78	5.531.629,64	5.363.967,35	69,006
Carlos Chagas	983.751,26	729.168,03	721.853,72	811.591,00	37,342
Cataguases	25.007.474,07	20.562.249,80	22.509.385,60	22.693.036,49	354,800
Caxambu	2.682.253,57	1.413.644,40	1.486.018,30	1.860.638,76	84,352
Confins	322.635,10	178.526,09	135.101,40	212.087,53	44,213
Cons. Lafaiete	5.916.270,29	3.766.683,41	4.132.606,69	4.605.186,79	44,965
Corinto	343.668,80	205.353,92	224.914,97	257.979,23	10,524

Município	ICMS-1998 (U\$)	ICMS-1999 (U\$)	ICMS-2000 (U\$)	Média - ICMS (U\$)	ICMS / hab (U\$)
Cel. Fabriciano	4.225.526,76	2.137.076,05	2.007.912,39	2.790.171,73	28,643
Cruzília	473.207,40	223.508,05	300.315,59	332.343,68	24,174
Curvelo	2.272.467,89	1.624.876,81	1.789.591,81	1.895.645,50	28,292
Diamantina	646.168,30	359.625,10	596.247,29	534.013,56	12,331
Divinópolis	39.537.374,67	22.925.891,21	25.669.832,93	29.377.699,60	159,915
Eng. Navarro	46.155,37	31.997,42	32.754,25	36.969,01	5,228
Esmeraldas	239.438,04	123.596,43	115.216,24	159.416,90	3,482
Florestal	87.422,93	235.209,73	92.537,40	138.390,02	24,555
Frutal	5.644.337,92	3.869.728,08	5.730.335,64	5.081.467,21	109,098
Grão Mogol	29.787,97	10.609,04	37.340,53	25.912,51	1,849
Igarapé	3.275.847,96	1.308.512,31	969.972,31	1.851.444,20	76,288
Ipatinga	111.509.272,56	80.092.503,84	106.356.348,76	99.319.375,05	467,658
Itajubá	17.139.334,33	11.619.935,40	15.288.017,13	14.682.428,95	174,643
Itapecerica	582.645,73	323.487,13	371.645,46	425.926,11	20,080
Iturama	5.053.760,16	2.976.110,04	3.712.945,73	3.914.271,98	135,851
Jaboticatubas	145.474,19	80.927,49	112.205,99	112.869,22	8,346
Juatuba	89.495.820,38	57.456.945,56	53.570.358,55	66.841.041,50	4.242,529
Lagoa Santa	4.587.338,47	6.307.803,61	7.972.233,54	6.289.125,21	166,573
Lavras	13.071.652,54	8.540.532,96	7.281.585,86	9.631.257,12	122,289
Mário Campos	17.190,51	16.896,16	27.755,55	20.614,07	1,959
Mateus Leme	11.383.999,77	3.252.180,54	3.547.453,87	6.061.211,39	251,252
Matozinhos	11.104.672,34	7.654.927,82	10.154.998,02	9.638.199,39	320,398
Mendes Pimentel	41.198,61	25.500,73	29.239,94	31.979,76	5,102
Montes Claros	51.120.043,09	31.889.290,42	38.130.374,37	40.379.902,63	131,849
Nanuque	1.955.695,41	1.124.950,99	1.192.629,87	1.424.425,42	34,258
Nova Lima	3.711.392,25	3.709.557,40	4.363.712,89	3.928.220,85	61,097

Município	ICMS-1998 (U\$)	ICMS-1999 (U\$)	ICMS-2000 (U\$)	Média - ICMS (U\$)	ICMS / hab (U\$)
Nova Serrana	3.835.762,92	2.882.984,86	3.831.968,14	3.516.905,31	93,962
Nova União	148.261,56	71.576,99	94.256,92	104.698,49	19,289
Paracatu	4.937.242,22	2.405.304,52	2.919.594,12	3.420.713,62	45,498
Patos de Minas	14.196.365,96	10.182.304,26	10.379.016,68	11.585.895,64	93,655
Peçanha	89.732,81	44.469,37	43.545,95	59.249,38	3,450
Pedra Azul	329.798,32	204.979,56	228.650,76	254.476,21	10,798
Pedrinópolis	43.617,95	84.486,33	112.657,69	80.253,99	23,942
Pedro Leopoldo	36.207.427,24	20.866.539,92	29.153.851,86	28.742.606,34	534,001
Perdões	1.488.993,59	795.797,16	790.465,75	1.025.085,50	54,747
Piranga	33.644,09	28.547,52	26.063,85	29.418,49	1,730
Pompéu	560.897,52	332.881,32	438.185,56	443.988,13	17,061
Pouso Alegre	36.788.912,00	22.095.420,32	24.412.734,34	27.765.688,89	260,498
Raposos	18.214,44	12.556,00	13.581,00	14.783,81	1,036
Ribeirão Neves	3.969.660,99	2.654.543,88	3.391.292,23	3.338.499,03	13,539
Rio Casca	1.367.307,73	696.847,68	696.172,28	920.109,23	60,359
Rio Manso	4.789,55	4.107,37	11.030,65	6.642,52	1,430
Sabará	7.982.077,17	6.724.251,69	12.258.024,36	8.988.117,74	78,460
Salinas	912.137,21	554.204,64	606.293,25	690.878,37	18,820
Santa Luzia	22.347.568,59	18.064.014,19	23.321.681,33	21.244.421,37	115,008
Santa R. Sapucaí	11.192.212,49	6.050.441,86	7.580.803,30	8.274.485,88	265,293
S. J. Evangelista	80.986,30	48.913,49	50.718,06	60.205,95	3,885
S. Joaquim Bicas	1.136.187,84	608.367,90	1.596.161,64	1.113.572,46	61,334
S. José da Lapa	4.353.694,95	3.217.628,46	5.483.561,23	4.351.628,21	289,935
S. Sebast. Paraíso	6.162.979,29	3.597.632,79	4.634.613,97	4.798.408,68	82,308
São Tiago	420.235,30	314.756,49	335.290,15	356.760,65	34,867
Sarzedo	103.341,28	41.340,18	237.941,71	127.541,06	7,398

Município	ICMS-1998 (U\$)	ICMS-1999 (U\$)	ICMS-2000 (U\$)	Média - ICMS (U\$)	ICMS / hab (U\$)
Serra do Salitre	385.133,74	245.978,57	142.331,33	257.814,55	27,380
Serro	324.673,49	270.929,66	224.572,37	273.391,84	13,016
Simonésia	47.804,18	21.434,28	29.152,11	32.796,85	1,944
Taquaraçu Minas	4.952,45	2.170,91	4.255,69	3.793,02	1,088
Teófilo Otoni	7.540.770,25	5.002.877,22	5.909.535,62	6.151.061,03	47,655
Timóteo	32.473.978,22	23.262.589,04	37.964.405,71	31.233.657,66	437,103
Três Marias	5.606.136,12	9.315.556,62	10.272.132,35	8.397.941,70	356,767
Ubá	14.422.837,65	7.483.741,12	7.835.936,34	9.914.171,70	116,655
Varginha	34.388.359,53	26.976.038,71	26.439.042,05	29.267.813,43	270,288
Várzea da Palma	1.774.019,88	1.176.177,50	1.054.574,42	1.334.923,93	42,202
Vespasiano	24.578.475,02	13.018.485,73	15.177.366,45	17.591.442,40	230,472
Coqueiral	52.077,46	16.898,92	35.773,22	34.916,53	3,634
Gov. Valadares	36.432.010,52	19.931.133,79	20.115.369,53	25.492.837,95	103,253
Itabira	6.166.890,57	5.359.899,55	5.297.114,96	5.607.968,36	57,246
Itaúna	13.084.779,21	9.092.038,61	10.107.297,85	10.761.371,89	141,257
Ituiutaba	11.892.488,87	7.999.338,29	8.332.657,42	9.408.161,53	105,920
Muriaé	7.886.267,99	5.697.284,15	5.508.103,60	6.363.885,25	69,613
Passos	9.943.233,54	5.519.817,52	7.853.662,83	7.772.237,97	80,028
Poços de Caldas	65.437.918,23	44.018.339,56	43.778.689,36	51.078.315,72	377,399
Sacramento	3.762.924,99	3.169.641,18	3.763.030,97	3.565.199,05	167,372
Sete Lagoas	22.912.599,76	26.044.829,53	27.042.556,91	25.333.328,73	137,467

Fonte: INDI (2002)

Tabela 13 – Dados de consumo médio de energia elétrica

Município	Consumo-1998 (KWh)		Consumo-1999 (KWh)		Consumo-2000 (KWh)		Consumo Médio (KWh)	Consumo Médio x 10 ⁶ (KWh)
	Industrial	Comercial	Industrial	Comercial	Industrial	Comercial		
Alfenas	37.801.503	14.919.334	45.309.071	15.942.220	76.000.360	17.401.299	69.124.596	69,125
Almenara	400.707	2.909.623	417.053	3.127.676	423.513	3.667.549	3.648.707	3,649
Araçuaí	1.475.116	2.069.383	965.548	2.535.709	1.020.754	2.814.139	3.626.883	3,627
Baependi	495.920	1.540.970	669.402	1.741.429	753.736	2.022.924	2.408.127	2,408
Baldim	283.006	465.564	273.351	465.581	315.338	523.456	775.432	0,775
Bambuí	776.631	2.665.590	756.641	2.820.682	854.693	3.017.958	3.630.732	3,631
Barroso	116.040.571	1.672.389	132.519.081	1.817.078	117.948.179	2.010.936	124.002.745	124,003
Betim	887.180.585	50.992.500	855.357.409	58.447.892	925.030.620	57.525.146	944.844.717	944,845
Bom Despacho	4.650.643	8.020.895	6.526.636	8.333.033	15.776.179	8.680.510	17.329.299	17,329
Borda da Mata	1.194.079	1.645.954	1.229.988	1.940.188	1.355.132	2.194.183	3.186.508	3,187
Brasília de Minas	154.326	1.320.177	143.307	1.323.061	130.155	1.463.681	1.511.569	1,512
Brumadinho	18.350.292	3.230.853	16.080.379	4.165.283	20.764.488	4.343.249	22.311.515	22,312
Bueno Brandão	157.420	996.680	151.898	1.124.952	164.197	1.188.269	1.261.139	1,261
Buritiz	407.289	1.377.790	420.761	1.565.566	442.471	1.760.334	1.991.404	1,991
Capelinha	503.805	1.922.585	519.098	2.009.650	585.339	2.347.677	2.629.385	2,629
Capim Branco	508.052	305.956	663.081	335.414	801.504	364.372	992.793	0,993
Caratinga	8.864.948	11.404.076	8.292.346	12.522.187	9.315.969	14.121.552	21.507.026	21,507
Carlos Chagas	1.607.161	1.583.315	2.185.300	1.614.706	3.031.604	1.843.632	3.955.239	3,955
Cataguases	96.224.176	11.979.930	118.705.933	12.597.042	135.646.574	14.018.555	129.724.070	129,724
Caxambu	1.553.113	5.660.665	1.470.896	5.776.944	1.596.898	6.142.318	7.400.278	7,400
Confins	109.720	214.947	101.546	219.270	157.487	346.480	383.150	0,383
Cons. Lafaiete	28.462.100	16.748.062	26.831.440	16.755.536	27.394.370	17.978.000	44.723.169	44,723
Corinto	637.383	3.224.748	741.642	3.204.168	843.076	3.424.294	9.244.701	9,245
Cel. Fabriciano	3.615.479	17.316.224	3.481.328	18.205.115	3.394.502	19.083.086	15.770.985	15,771
Cruzília	745.551	1.273.815	918.786	1.283.211	1.007.814	1.300.308	5.898.407	5,898
Curvelo	14.556.091	11.774.140	17.837.710	12.051.683	18.763.849	12.466.044	26.748.642	26,749
Diamantina	25.509.470	4.456.372	24.103.041	4.736.641	23.307.039	5.262.453	45.056.605	45,057
Divinópolis	211.680.681	44.858.647	222.251.442	47.698.841	257.002.005	53.057.253	261.239.939	261,240

Município	Consumo-1998 (KWh)		Consumo-1999 (KWh)		Consumo-2000 (KWh)		Consumo Médio (KWh)	Consumo Médio x 10 ⁶ (KWh)
	Industrial	Comercial	Industrial	Comercial	Industrial	Comercial		
Eng. Navarro	530.061	181.864	490.341	185.377	484.754	228.201	1.808.777	1,809
Esmeraldas	1.494.159	3.544.288	1.593.645	3.383.966	1.654.166	3.553.933	4.015.945	4,016
Florestal	220.850	343.927	220.200	349.998	235.942	377.612	582.843	0,583
Frutal	2.937.067	13.405.081	2.766.988	15.016.201	5.984.263	13.407.279	17.838.960	17,839
Grão Mogol	85.189	592.710	100.320	690.972	106.121	738.869	771.394	0,771
Igarapé	17.716.845	2.306.308	14.857.532	2.487.210	17.671.294	2.861.206	19.300.132	19,300
Ipatinga	1.876.146.604	53.663.268	1.698.794.428	63.245.126	2.067.398.745	66.434.827	1.941.894.333	1.941,894
Itajubá	48.632.211	17.846.546	58.692.928	18.512.940	72.449.031	19.751.089	78.628.248	78,628
Itapecerica	27.413.735	1.635.955	29.801.264	1.761.053	27.977.615	1.829.368	30.139.663	30,140
Iturama	5.895.579	6.395.622	6.552.227	6.996.335	7.664.105	7.341.353	13.615.074	13,615
Jaboticatubas	321.286	1.590.072	488.710	1.697.767	412.910	2.038.460	2.183.068	2,183
Juatuba	35.701.217	1.255.654	32.773.510	1.401.199	36.381.177	1.709.650	36.407.469	36,407
Lagoa Santa	129.056.043	5.611.064	135.111.692	6.005.584	124.809.740	7.701.256	136.098.460	136,098
Lavras	24.252.966	14.656.472	25.608.701	15.614.612	29.805.115	18.135.214	42.691.027	42,691
Mário Campos	389.158	403.638	532.469	512.578	618.603	471.923	976.123	0,976
Mateus Leme	14.825.734	2.021.316	17.657.064	2.265.962	19.982.013	2.366.605	19.706.231	19,706
Matozinhos	129.374.092	3.640.849	127.139.866	3.855.611	120.589.134	4.132.632	129.577.395	129,577
Mendes Pimentel	97.550	275.017	129.206	277.769	136.052	269.967	395.187	0,395
Montes Claros	355.187.024	54.792.765	353.735.886	56.009.045	356.513.986	61.371.721	412.536.809	412,537
Nanuque	9.486.398	6.008.714	10.266.745	6.017.646	12.500.084	6.533.364	16.937.650	16,938
Nova Lima	117.435.813	14.398.243	108.622.897	15.783.677	110.493.008	20.767.783	129.167.140	129,167
Nova Serrana	22.184.920	4.157.569	28.502.141	4.796.514	35.865.865	6.112.093	33.873.034	33,873
Nova União	236.582	499.195	208.496	511.689	178.778	396.333	677.024	0,677
Paracatu	211.775.415	9.643.769	230.187.855	10.441.485	262.639.462	11.978.906	245.555.631	245,556
Patos de Minas	30.891.949	21.833.050	32.026.810	24.875.032	31.959.720	27.330.272	56.305.611	56,306
Peçanha	156.576	829.587	123.506	785.903	111.454	772.020	926.349	0,926
Pedra Azul	14.960.172	1.148.336	10.992.622	1.193.734	14.656.296	1.328.169	14.759.776	14,760
Pedrinópolis	70.779	361.481	45.725	365.972	24.363	419.090	429.137	0,429
Pedro Leopoldo	356.438.864	7.833.603	337.451.474	8.455.446	359.749.218	9.456.410	359.795.005	359,795

Município	Consumo-1998 (KWh)		Consumo-1999 (KWh)		Consumo-2000 (KWh)		Consumo Médio (KWh)	Consumo Médio x 10 ⁶ (KWh)
	Industrial	Comercial	Industrial	Comercial	Industrial	Comercial		
Perdões	1.824.090	2.213.225	1.872.852	2.295.453	2.047.030	2.525.098	4.259.249	4,259
Piranga	139.319	602.286	88.300	677.507	89.101	712.639	769.717	0,770
Pompéu	2.555.115	3.129.749	2.572.918	3.094.754	3.018.459	3.358.616	5.909.870	5,910
Pouso Alegre	101.722.766	27.311.953	98.879.966	30.344.731	97.751.018	32.418.215	129.476.216	129,476
Raposos	82.367.656	587.664	73.634.944	641.161	407.908	774.458	52.804.597	52,805
Ribeirão Neves	22.567.014	12.291.876	23.559.200	16.667.606	25.357.011	19.890.327	40.111.011	40,111
Rio Casca	6.860.527	1.684.504	6.524.985	1.711.696	9.852.239	1.778.464	9.470.805	9,471
Rio Manso	38.228	189.893	100.019	247.161	122.442	286.904	328.216	0,328
Sabará	75.956.809	9.248.451	54.423.987	10.112.037	50.978.111	10.771.727	70.497.041	70,497
Salinas	4.157.670	3.328.285	4.405.573	3.869.807	4.488.885	4.341.936	8.197.385	8,197
Santa Luzia	107.680.987	14.353.322	114.776.376	15.467.781	122.891.586	16.321.733	130.497.262	130,497
Santa R. Sapucaí	15.752.330	5.987.081	13.866.374	6.157.589	14.140.270	6.542.200	20.815.281	20,815
S. J. Evangelista	165.605	962.290	238.040	1.011.133	221.369	1.157.082	1.251.840	1,252
S. Joaquim Bicas	11.408.736	1.131.928	12.190.584	1.805.474	12.912.268	1.482.825	13.643.938	13,644
S. José da Lapa	35.647.820	1.133.538	33.967.637	1.140.548	40.429.960	1.349.155	37.889.553	37,890
S. Sebast. Paraíso	12.957.045	10.957.949	14.350.399	11.799.390	14.188.588	12.487.917	25.580.429	25,580
São Tiago	1.000.091	515.345	1.161.769	606.464	1.446.447	650.022	1.793.379	1,793
Sarzedo	5.823.062	720.609	6.053.968	958.155	6.714.376	1.104.985	7.125.052	7,125
Serra do Salitre	709.674	449.200	875.270	496.717	711.406	561.569	1.267.945	1,268
Serro	106.273	1.119.664	97.056	1.183.374	92.839	1.289.335	1.296.180	1,296
Simonésia	118.160	543.145	100.486	585.877	103.987	672.954	708.203	0,708
Taquaraçu Minas	306.597	105.891	331.575	110.988	373.134	126.883	451.689	0,452
Teófilo Otoni	7.700.357	24.245.136	7.768.025	24.202.014	9.213.011	25.941.343	33.023.295	33,023
Timóteo	456.882.288	14.376.117	580.122.268	14.530.729	524.401.763	15.569.119	535.294.095	535,294
Três Marias	517.715.416	3.652.285	374.748.234	3.746.923	284.542.062	4.005.167	396.136.696	396,137
Ubá	27.796.097	16.471.320	28.124.870	17.803.253	30.179.720	20.324.077	46.899.779	46,900
Varginha	112.480.087	28.805.108	109.458.961	30.123.833	111.667.705	32.989.439	141.841.711	141,842
Várzea da Palma	813.143.971	2.486.573	840.185.794	2.557.888	934.499.889	2.700.060	865.191.392	865,191
Vespasiano	171.369.189	6.522.525	162.288.280	6.825.660	175.984.661	7.071.387	176.687.234	176,687

Município	Consumo-1998 (KWh)		Consumo-1999 (KWh)		Consumo-2000 (KWh)		Consumo Médio (KWh)	Consumo Médio x 10 ⁶ (KWh)
	Industrial	Comercial	Industrial	Comercial	Industrial	Comercial		
Coqueiral	243.529	454.374	220.926	479.743	178.092	532.419	703.028	0,703
Gov. Valadares	84.132.067	68.595.069	84.984.065	69.159.694	87.037.137	79.171.855	157.693.296	157,693
Itabira	496.144.709	15.589.975	275.141.561	16.262.282	221.125.550	18.116.047	347.460.041	347,460
Itaúna	134.594.790	13.926.537	107.077.398	15.035.874	101.448.667	15.862.808	129.315.358	129,315
Ituiutaba	40.133.419	18.380.006	40.771.332	18.965.735	42.759.868	20.554.170	60.521.510	60,522
Muriaé	5.686.955	21.405.502	5.905.134	24.500.398	6.268.762	24.284.252	29.350.334	29,350
Passos	108.307.376	18.730.202	123.601.434	20.030.369	121.372.964	21.762.139	137.934.828	137,935
Poços de Caldas	2.402.833.584	37.541.000	2.146.857.988	40.555.000	2.026.149.869	45.386.346	2.233.107.929	2.233,108
Sacramento	4.510.242	4.342.126	4.996.619	4.552.993	5.869.616	4.944.802	9.738.799	9,739
Sete Lagoas	229.498.828	35.756.002	243.361.603	37.285.238	292.374.643	40.674.766	292.983.693	292,984

Fonte: INDI (2002)

Tabela 14 – Dados climatológicos

Município	Latitude (S)	Longitude (W.Grw)	Temperatura Média Anual (°C)	Precipitação Total Anual (mm)
Alfenas	21,42	45,94	19,5	1.350
Almenara	16,18	40,69	24,0	900
Araçuaí	16,52	42,04	24,0	1.000
Baependi	21,95	44,89	18,0	1.400
Baldim	19,28	43,95	20,5	1.350
Bambuí	20,00	45,59	21,0	1.300
Barroso	21,18	43,97	18,0	1.350
Betim	19,96	44,19	19,0	1.200
Bom Despacho	19,73	45,25	21,0	1.300
Borda da Mata	22,27	46,16	19,0	1.200
Brasília de Minas	16,20	44,42	23,0	1.100
Brumadinho	20,14	44,20	19,0	1.200
Bueno Brandão	22,44	46,35	18,0	1.050
Buritiz	15,61	46,42	22,5	1.200
Capelinha	17,69	42,51	20,5	1.200
Capim Branco	19,54	44,11	20,0	1.350
Caratinga	19,48	42,09	22,0	1.100
Carlos Chagas	17,70	40,76	24,0	1.100
Cataguases	21,23	42,41	23,0	1.350
Caxambu	21,97	44,93	18,0	1.400
Confins	19,63	43,98	20,0	1.350
Cons. Lafaiete	20,66	43,78	18,0	1.400
Corinto	18,38	44,45	22,0	1.200
Cel. Fabriciano	19,51	42,62	22,0	1.000
Cruzília	21,83	44,80	18,0	1.400
Curvelo	18,75	44,43	21,5	1.350
Diamantina	18,15	43,36	19,0	1.500

Município	Latitude (S)	Longitude (W.Grw)	Temperatura Média Anual (°C)	Precipitação Total Anual (mm)
Divinópolis	20,13	44,88	20,5	1.300
Eng. Navarro	17,28	43,95	22,0	1.200
Esmeraldas	19,76	44,31	19,5	1.250
Florestal	19,88	44,43	20,0	1.250
Frutal	20,02	48,94	22,5	1.500
Grão Mogol	16,55	42,89	22,0	1.200
Igarapé	20,07	44,30	19,5	1.200
Ipatinga	19,46	42,53	22,0	1.000
Itajubá	22,42	45,45	18,0	1.450
Itapeçerica	20,47	45,12	20,0	1.300
Iturama	19,72	20,19	23,5	1.500
Jaboticatubas	19,51	43,74	20,0	1.300
Juatuba	19,95	44,34	19,5	1.200
Lagoa Santa	19,62	43,89	20,0	1.350
Lavras	21,14	45,00	19,5	1.400
Mário Campos	20,05	44,18	19,0	1.200
Mateus Leme	19,98	44,42	20,0	1.200
Matozinhos	19,55	44,08	20,0	1.350
Mendes Pimentel	18,66	41,40	24,0	850
Montes Claros	16,43	43,52	23,0	1.100
Nanuque	17,83	40,35	24,0	1.000
Nova Lima	19,98	43,84	18,0	1.500
Nova Serrana	19,87	44,98	21,0	1.300
Nova União	19,69	43,58	20,0	1.400
Paracatu	17,13	46,52	22,0	1.400
Patos de Minas	18,36	46,31	20,5	1.300
Peçanha	18,54	42,55	21,0	1.200
Pedra Azul	16,00	41,17	23,0	1.000
Pedrinópolis	19,22	47,46	21,0	1.600

Município	Latitude (S)	Longitude (W.Grw)	Temperatura Média Anual (°C)	Precipitação Total Anual (mm)
Pedro Leopoldo	19,61	44,04	20,0	1.350
Perdões	21,09	45,09	19,5	1.400
Piranga	20,68	43,30	19,0	1.300
Pompéu	19,13	45,00	22,0	1.300
Pouso Alegre	22,23	45,93	19,0	1.350
Raposos	19,96	43,80	18,0	1.500
Ribeirão Neves	19,76	44,08	20,0	1.400
Rio Casca	20,22	42,65	21,0	1.150
Rio Manso	20,26	44,30	19,5	1.300
Sabará	19,88	43,80	19,0	1.500
Salinas	16,17	42,29	24,5	1.100
Santa Luzia	19,77	43,85	20,0	1.400
Santa R. Sapucaí	22,25	45,70	19,0	1.400
S. J. Evangelista	18,54	42,76	21,0	1.300
S. Joaquim Bicas	20,04	44,27	19,0	1.200
S. José da Lapa	19,70	43,95	20,0	1.400
S. Sebast. Paraíso	20,91	46,99	20,0	1.450
São Tiago	20,91	44,50	19,0	1.400
Sarzedo	20,03	44,14	19,0	1.200
Serra do Salitre	19,11	46,69	20,5	1.500
Serro	18,60	43,37	20,0	1.550
Simonésia	20,12	42,00	20,0	900
Taquaraçu Minas	19,67	43,68	20,0	1.350
Teófilo Otoni	17,51	41,31	23,0	1.200
Timóteo	19,58	42,64	22,0	1.000
Três Marias	18,20	45,24	23,0	1.250
Ubá	21,12	42,94	21,5	1.350
Varginha	21,55	45,43	19,5	1.250
Várzea da Palma	17,59	44,73	23,0	1.150

Município	Latitude (S)	Longitude (W.Grw)	Temperatura Média Anual (°C)	Precipitação Total Anual (mm)
Vespasiano	19,69	43,92	20,0	1.400
Coqueiral	21,18	45,44	20,0	1.300
Gov. Valadares	18,51	41,56	23,0	1.100
Itabira	19,61	43,22	20,5	1.400
Itaúna	20,07	44,57	20,0	1.250
Ituiutaba	18,96	49,46	22,5	1.400
Muriaé	21,13	42,36	22,5	1.350
Passos	20,71	46,61	21,0	1.400
Poços de Caldas	21,78	46,56	18,0	1.200
Sacramento	19,86	47,44	21,0	1.600
Sete Lagoas	19,28	44,15	20,5	1.400

Fonte: IBGE (2002); Atlas Climatológico do Estado de Minas Gerais (1982)

Observação: Os dados de latitude e longitude foram obtidos no IBGE (2002)

Tabela 15 – Resumo com a totalidade de dados

Município	Consumo médio per capita com perdas (L/hab.dia)	Consumo médio per capita sem perdas (L/hab.dia)	Populaç.	% Hidrome tr.	Tarifa Média Água (U\$)	Extensão rede distrib. (Km)	Adensam. (m rede / hab.)	Temperat. (°C)	Precipit. (mm)	ICMS / hab. (U\$)	Cons. energia (x10 ⁶ KWh)	IDH-M	Renda per capita (U\$)
Alfenas	211	185	66.767	99,9	0,48	263	3,9	19,5	1.350	137,627	69,125	0,829	194,80
Almenara	158	133	35.356	98,5	0,46	86	3,2	24,0	900	10,359	3,649	0,668	88,74
Araçuaí	178	140	35.439	97,7	0,46	58	3,1	24,0	1.000	6,430	3,627	0,687	71,85
Baependi	171	126	17.508	100	0,42	44	3,4	18,0	1.400	27,972	2,408	0,742	107,01
Baldim	202	132	8.135	98,7	0,44	31	6,7	20,5	1.350	9,812	0,775	0,742	85,54
Bambuí	190	136	21.682	99,5	0,43	79	3,9	21,0	1.300	16,904	3,631	0,787	134,24
Barroso	190	112	18.197	19,9	0,35	78	4,3	18,0	1.350	434,621	124,003	0,745	102,12
Betim	238	161	303.588	98,7	0,53	827	2,7	19,0	1.200	2.192,307	944,845	0,775	110,86
Bom Despacho	189	148	39.919	97,1	0,44	136	3,6	21,0	1.300	40,603	17,329	0,799	167,60
Borda da Mata	184	116	14.431	17,1	0,73	30	2,9	19,0	1.200	34,845	3,187	0,780	150,91
Brasília de Minas	147	116	30.281	99,4	0,23	58	3,7	23,0	1.100	2,957	1,512	0,691	62,33
Brumadinho	244	181	26.607	100	0,49	46	2,7	19,0	1.200	121,452	22,312	0,773	149,53
Bueno Brandão	175	145	10.928	100	0,43	30	5,7	18,0	1.050	12,244	1,261	0,769	128,79
Buritiz	137	118	20.404	97,4	0,43	60	4,4	22,5	1.200	42,739	1,991	0,733	130,44
Capelinha	150	114	31.014	98,4	0,43	61	3,0	20,5	1.200	9,924	2,629	0,674	79,01
Capim Branco	199	146	7.879	99,6	0,44	37	4,7	20,0	1.350	11,338	0,993	0,751	98,25
Caratinga	194	138	77.732	99,9	0,45	94	1,7	22,0	1.100	69,006	21,507	0,754	132,25
Carlos Chagas	155	123	21.734	100	0,45	36	2,9	24,0	1.100	37,342	3,955	0,681	89,59
Cataguases	208	162	63.960	99,1	0,46	173	2,7	23,0	1.350	354,800	129,724	0,794	138,97
Caxambu	216	158	22.058	99,8	0,46	71	3,2	18,0	1.400	84,352	7,400	0,796	145,22
Confins	281	222	4.797	99,8	0,55	17	3,5	20,0	1.350	44,213	0,383	0,773	104,77
Cons. Lafaiete	178	125	102.417	98	0,42	246	2,4	18,0	1.400	44,965	44,723	0,793	140,86
Corinto	190	135	24.514	97	0,44	111	5,5	22,0	1.200	10,524	9,245	0,722	104,64
Cel. Fabriciano	190	122	97.412	98	0,44	157	1,7	22,0	1.000	28,643	15,771	0,789	141,42

Município	Consumo médio per capita com perdas (L/hab.dia)	Consumo médio per capita sem perdas (L/hab.dia)	Populaç.	% Hidrom.	Tarifa Média Água (U\$)	Extensão rede (Km)	Adensam. (m rede/hab.)	Temperat. (°C)	Precipit. (mm)	ICMS / hab. (U\$)	Cons. energia (x10 ⁶ KWh)	IDH-M	Renda per capita (U\$)
Cruzília	163	126	13.748	99,7	0,42	37	3,2	18,0	1.400	24,174	5,898	0,745	103,42
Curvelo	188	132	67.004	96,9	0,45	250	4,3	21,5	1.350	28,292	26,749	0,755	114,64
Diamantina	168	133	43.305	96,8	0,45	85	2,9	19,0	1.500	12,331	45,057	0,748	116,21
Divinópolis	226	173	183.708	96,2	0,47	683	3,7	20,5	1.300	159,915	261,240	0,831	178,74
Eng. Navarro	143	102	7.071	100	0,41	25	5,2	22,0	1.200	5,228	1,809	0,686	53,43
Esmeraldas	165	110	45.784	62,1	0,40	59	2,9	19,5	1.250	3,482	4,016	0,748	100,66
Florestal	224	161	5.636	99,5	0,45	22	5,3	20,0	1.250	24,555	0,583	0,794	123,62
Frutal	209	169	46.577	99,7	0,45	137	3,5	22,5	1.500	109,098	17,839	0,803	164,04
Grão Mogol	133	91	14.016	99,4	0,44	13	2,9	22,0	1.200	1,849	0,771	0,672	53,59
Igarapé	200	137	24.269	99,8	0,47	73	3,1	19,5	1.200	76,288	19,300	0,753	108,34
Ipatinga	199	134	212.376	98,7	0,45	513	2,5	22,0	1.000	467,658	1941,894	0,806	167,87
Itajubá	224	174	84.071	100	0,47	371	4,6	18,0	1.450	174,643	78,628	0,815	192,76
Itapeçerica	177	151	21.211	98	0,43	59	4,0	20,0	1.300	20,080	30,140	0,763	122,16
Iturama	198	153	28.813	99,9	0,44	99	3,9	23,5	1.500	135,851	13,615	0,803	183,52
Jaboticatubas	177	147	13.523	96	0,45	27	4,9	20,0	1.300	8,346	2,183	0,731	100,56
Juatuba	260	192	15.755	99,8	0,59	34	2,7	19,5	1.200	4.242,529	36,407	0,751	102,01
Lagoa Santa	256	198	37.756	100	0,51	153	4,3	20,0	1.350	166,573	136,098	0,783	159,16
Lavras	217	180	78.758	100	0,47	245	3,1	19,5	1.400	122,289	42,691	0,819	189,35
Mário Campos	151	126	10.525	100	0,43	27	3,1	19,0	1.200	1,959	0,976	0,711	92,47
Mateus Leme	200	138	24.124	99,9	0,49	50	3,6	20,0	1.200	251,252	19,706	0,745	119,00
Matozinhos	201	158	30.082	97	0,46	119	4,7	20,0	1.350	320,398	129,577	0,774	127,76
Mend. Pimentel	154	122	6.268	98	0,42	10	3,2	24,0	850	5,102	0,395	0,661	71,57
Montes Claros	179	121	306.258	97,1	0,43	864	3,1	23,0	1.100	131,849	412,537	0,784	133,88
Nanuque	190	131	41.579	99,6	0,45	107	3,0	24,0	1.000	34,258	16,938	0,708	123,42
Nova Lima	206	155	64.295	99,9	0,49	177	2,9	18,0	1.500	61,097	129,167	0,821	220,80
Nova Serrana	168	121	37.429	71,6	0,44	64	1,7	21,0	1.300	93,962	33,873	0,801	202,45
Nova União	170	120	5.428	98,8	0,42	46	29,6	20,0	1.400	19,289	0,677	0,700	83,64

Município	Consumo médio per capita com perdas (L/hab.dia)	Consumo médio per capita sem perdas (L/hab.dia)	Populaç.	% Hidrome tr.	Tarifa Média Água (U\$)	Extensão rede (Km)	Adensam. (m rede / hab.)	Temperat. (°C)	Precipit. (mm)	ICMS / hab. (U\$)	Cons. energia (x10 ⁶ KWh)	IDH-M	Renda per capita (U\$)
Paracatu	151	111	75.184	97	0,43	214	3,4	22,0	1.400	45,498	245,556	0,760	121,68
Patos de Minas	193	152	123.708	98,6	0,46	444	3,7	20,5	1.300	93,655	56,306	0,813	166,95
Peçanha	168	118	17.176	97,3	0,43	24	3,0	21,0	1.200	3,450	0,926	0,636	63,66
Pedra Azul	153	109	23.568	99,6	0,44	48	2,7	23,0	1.000	10,798	14,760	0,660	59,63
Pedrinópolis	169	140	3.352	99,9	0,45	17	5,1	21,0	1.600	23,942	0,429	0,789	146,85
Pedro Leopoldo	217	156	53.825	99,9	0,47	173	3,4	20,0	1.350	534,001	359,795	0,807	146,70
Perdões	169	148	18.724	100	0,44	58	3,7	19,5	1.400	54,747	4,259	0,784	130,34
Piranga	173	127	17.005	100	0,42	12	2,7	19,0	1.300	1,730	0,770	0,661	53,33
Pompéu	183	139	26.023	96,7	0,46	108	4,9	22,0	1.300	17,061	5,910	0,746	129,23
Pouso Alegre	212	141	106.587	96,8	0,45	402	3,8	19,0	1.350	260,498	129,476	0,826	213,37
Raposos	198	127	14.268	100	0,43	50	3,7	18,0	1.500	1,036	52,805	0,758	103,23
Ribeirão Neves	172	119	246.589	95,8	0,46	597	2,8	20,0	1.400	13,539	40,111	0,749	86,82
Rio Casca	185	137	15.244	99,9	0,43	27	2,5	21,0	1.150	60,359	9,471	0,712	102,01
Rio Manso	137	113	4.644	99,8	0,45	4	2,4	19,5	1.300	1,430	0,328	0,708	79,46
Sabará	198	138	114.557	99,9	0,47	314	2,9	19,0	1.500	78,460	70,497	0,773	116,93
Salinas	165	134	36.710	98,8	0,45	140	5,7	24,5	1.100	18,820	8,197	0,699	73,65
Santa Luzia	180	122	184.721	98,8	0,72	479	2,7	20,0	1.400	115,008	130,497	0,754	104,93
S. Rita Sapucaí	179	105	31.190	69,6	0,36	80	2,9	19,0	1.400	265,293	20,815	0,789	172,02
S. J. Evangelista	174	128	15.498	99,9	0,44	22	2,7	21,0	1.300	3,885	1,252	0,683	64,17
S. Joaq. Bicas	174	152	18.156	99,9	0,50	42	3,1	19,0	1.200	61,334	13,644	0,707	89,59
São J. da Lapa	226	154	15.009	99,9	0,48	86	5,9	20,0	1.400	289,935	37,890	0,747	115,16
S. Seb. Paraíso	192	154	58.298	98,2	0,46	232	4,0	20,0	1.450	82,308	25,580	0,812	176,63
São Tiago	162	138	10.232	100	0,44	27	4,2	19,0	1.400	34,867	1,793	0,727	89,18
Sarzedo	185	129	17.240	99,8	0,44	47	2,8	19,0	1.200	7,398	7,125	0,748	100,44
Serra do Salitre	155	132	9.416	97,5	0,43	31	4,9	20,5	1.500	27,380	1,268	0,745	124,44

Município	Consumo médio per capita com perdas (L/hab.dia)	Consumo médio per capita sem perdas (L/hab.dia)	Populaç.	% Hidrome tr.	Tarifa Média Água (U\$)	Extensão rede (Km)	Adensam. (m rede / hab.)	Temperat. (°C)	Precipit. (mm)	ICMS / hab. (U\$)	Cons. energia (x10 ⁶ KWh)	IDH-M	Renda per capita (U\$)
Serro	163	117	21.004	99,1	0,43	45	4,6	20,0	1.550	13,016	1,296	0,659	64,50
Simonésia	162	132	16.870	99,9	0,44	13	2,6	20,0	900	1,944	0,708	0,679	80,83
Taq. de Minas	186	152	3.486	95,9	0,45	7	4,9	20,0	1.350	1,088	0,452	0,735	76,73
Teófilo Otoni	165	117	129.076	98,3	0,43	213	1,9	23,0	1.200	47,655	33,023	0,742	114,70
Timóteo	240	161	71.456	99,5	0,47	144	2,2	22,0	1.000	437,103	535,294	0,831	162,53
Três Marias	148	117	23.539	96,3	0,45	112	4,8	23,0	1.250	356,767	396,137	0,786	116,69
Ubá	203	154	84.987	99,8	0,46	147	2,0	21,5	1.350	116,655	46,900	0,773	141,83
Varginha	199	159	108.284	99,3	0,47	392	3,6	19,5	1.250	270,288	141,842	0,824	208,54
Várzea da Palma	150	119	31.632	100	0,44	108	4,0	23,0	1.150	42,202	865,191	0,726	80,83
Vespasiano	180	127	76.328	95,1	0,48	161	2,2	20,0	1.400	230,472	176,687	0,747	107,20
Coqueiral	245	224	9.609	99,3	0,32	28	3,7	20,0	1.300	3,634	0,703	0,751	107,78
Gov. Valadares	336	269	246.897	89	0,25	540	2,4	23,0	1.100	103,253	157,693	0,772	168,67
Itabira	268	166	97.963	100	0,31	292	3,3	20,5	1.400	57,246	347,460	0,798	144,30
Itaúna	235	171	76.183	100	0,27	300	3,9	20,0	1.250	141,257	129,315	0,823	172,11
Ituiutaba	249	185	88.823	100	0,27	362	4,3	22,5	1.400	105,920	60,522	0,813	166,85
Muriaé	149	99	91.418	90,4	0,33	380	4,2	22,5	1.350	69,613	29,350	0,772	136,42
Passos	241	195	97.119	100	0,22	368	4,1	21,0	1.400	80,028	137,935	0,797	169,58
Poços de Caldas	269	188	135.343	99,7	0,41	638	4,9	18,0	1.200	377,399	2233,108	0,841	237,61
Sacramento	237	166	21.301	98,2	0,22	53	3,2	21,0	1.600	167,372	9,739	0,797	148,61
Sete Lagoas	300	215	184.286	95,1	0,27	838	4,5	20,5	1.400	137,467	292,984	0,791	153,65