

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANEAMENTO,
MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

**O IMPACTO DA RENDA DOMICILIAR SOBRE A
DEMANDA DE ÁGUA, DE ENERGIA ELÉTRICA E A
GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM CENTROS
URBANOS: UMA MODELAGEM A PARTIR DE
CENÁRIOS SOCIOECONÔMICOS CONJUNTURAIS.**

David Montero Dias

Belo Horizonte

2012



Escola de Engenharia da UFMG



**O IMPACTO DA RENDA DOMICILIAR SOBRE A
DEMANDA DE ÁGUA, DE ENERGIA ELÉTRICA E A
GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM CENTROS
URBANOS: UMA MODELAGEM A PARTIR DE
CENÁRIOS SOCIOECONÔMICOS CONJUNTURAIS.**

David Montero Dias

David Montero Dias

**O IMPACTO DA RENDA DOMICILIAR SOBRE A
DEMANDA DE ÁGUA, DE ENERGIA ELÉTRICA E A
GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM CENTROS
URBANOS: UMA MODELAGEM A PARTIR DE
CENÁRIOS SOCIOECONÔMICOS CONJUNTURAIS.**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Carlos Barreira Martinez
Co-orientador: Prof. Marcelo Libânio

Área de Concentração: Recursos Hídricos
Linha de Pesquisa: Políticas Públicas e Gestão em
Saneamento, Meio Ambiente e
Recursos Hídricos

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG
Abril, 2012

Página com as assinaturas dos membros da banca examinadora, fornecida pelo Colegiado do Programa

M778i

Dias, David Montero.

O impacto da renda domiciliar sobre a demanda de água, de energia elétrica e a geração de resíduos sólidos em centros urbanos [manuscrito] : uma modelagem a partir de cenários socioeconômicos conjunturais / David Montero Dias. – 2012.
xxix, 220 f.: il.

Orientador: Carlos Barreira Martinez.

Coorientador: Marcelo Libânio.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Anexos: f. 194-220.

Bibliografia: f. 176-193.

1. Engenharia sanitária – Teses. 2. Recursos hídricos - Desenvolvimento – Teses. 3. Água – Consumo – teses. 4. Energia elétrica – Consumo – Teses. 5. Renda per capita – Teses. 6. Resíduos sólidos – Teses. I. Martinez, Carlos Barreira. II. Libanio, Marcelo, 1960-. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. IV. Título.

CDU: 628(043)

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

a Deus, por prover as necessárias condições para que se atingisse mais esta etapa;

perenemente aos meus ilustríssimos professores e orientadores Carlos Barreira Martinez e Marcelo Libânio, pelo pleno apoio dispensado durante esta jornada;

ao Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, visto que, por meio de seus professores, disponibilizou os conhecimentos, amparo e suporte para esta realização;

à Copasa, pela concessão dos dados solicitados, especialmente pela atenção concedida pela Assessoria de Imprensa em Belo Horizonte;

à CEMIG, pela disponibilização dos dados de consumo de energia em Belo Horizonte;

à SLU, pela disponibilização dos dados de coleta de resíduos sólidos em Belo Horizonte;

ao DMAE, pelo fornecimento de dados de consumo de água em Porto Alegre;

à CEEE-D, pelo fornecimento de dados de consumo de energia em Porto Alegre;

ao DMLU, pela publicação dos dados de coleta de resíduos em Porto Alegre;

ao IBGE, por viabilizar mais esta capacitação do seu corpo de servidores;

à prestigiosa orientação do Professor Luis Antônio Aguirre no tocante à interpretação da técnica de modelagem dos dados implementada;

aos ensinamentos especializados do Professor Ronaldo Seroa da Motta e às contribuições da Professora Sonaly Cristina Resende Borges por ocasião da qualificação desta tese;

aos funcionários do CPH e do SMARH, pela atenção dispensada;

aos meus pares e amigos, pelos momentos de companheirismo e ajuda;

finalmente, à minha amada família, pelo incentivo e motivação sempre presentes.

**“O correr da vida embrulha tudo.
A vida é assim: esquenta e esfria,
aperta e daí afrouxa,
sossega e depois desinquieta.
O que ela quer da gente é coragem...”**

João Guimarães Rosa

RESUMO

O processo de concentração urbana brasileiro foi responsável por fazer com que quase 85% da população do País resida em cidades (IBGE, 2010). Esse fenômeno de crescimento urbano provocou, ao longo do século XX, uma pressão bastante significativa em diversos setores da indústria nacional, em especial nos serviços de abastecimento de água, distribuição de energia elétrica e coleta urbana de resíduos sólidos.

Aliado a isso, a partir da década de 2000, com a estabilidade econômica, o País passou a apresentar um crescimento do Produto Interno Bruto positivo que resultou em um aumento da renda em diversas parcelas da população. Essa nova distribuição socioeconômica gerou elevações da demanda por diversos produtos e setores que passaram a ser consumidos em diferentes escalas.

O crescimento da demanda pode ser suprido de diversas formas, passando pelo aumento de produção, importação de produtos, eficientização do abastecimento ou racionalização do consumo. Entretanto, insumos como água, energia elétrica e serviços de coleta e tratamento de resíduos são fornecidos e prestados por empresas concessionárias e estas, para cumprirem suas missões, necessitam de expressivos investimentos em infraestrutura de suas redes de distribuição. Para que tais investimentos sejam corretamente aplicados torna-se necessário projetar o crescimento futuro de tais demandas.

Sabe-se que as populações apresentam comportamentos de consumo que variam de acordo com suas rendas familiares e que tais comportamentos podem vir a ser representados por meio de modelos matemáticos que mostram os impactos nas demandas de cada tipo de insumo ou bem, em funções de variáveis explicativas. Assim, partindo desse conhecimento, formulou-se uma proposição que objetiva avaliar qual o impacto que o aumento da renda das populações exerce sobre as demandas domiciliares urbanas de água, energia elétrica e geração de resíduos sólidos.

Objetiva-se com isso obter uma ferramenta que permita estimar os investimentos em infraestrutura, a fim de acompanhar o desenvolvimento econômico, respeitando-se as metas de universalização da cobertura dos serviços, sem que haja restrições ou colapsos provocados

por insuficiências nas topologias das redes de distribuição.

Desta forma, este trabalho apresenta uma metodologia para modelar os consumos domiciliares de água, de energia elétrica e a geração de resíduos sólidos em centros urbanos brasileiros, utilizando-se como base as realidades socioeconômicas encontradas em duas capitais brasileiras. Os modelos obtidos definem e comprovam correlações entre renda e consumos de água, energia elétrica e geração de resíduos, além de mostrarem que é possível projetar futuras demandas, dentro das proporções indicadas por suas funções, segundo um cenário de distribuição populacional em termos de seu tamanho, suas classes socioeconômicas ou de rendimentos.

As análises dos resultados obtidos pelos modelos evidenciaram que a principal variável explicativa é a renda, sendo que os demais fatores intervenientes representam baixo impacto e menor reflexo nas demandas domiciliares dos insumos em questão.

Acredita-se que os modelos aqui apresentados possam ser utilizados como subsídio para que as concessionárias e distribuidoras gerenciem e dimensionem eficientemente suas redes de serviços de abastecimento, distribuição, coleta e tratamento.

Nessa ótica, visando auferir a validação dos modelos, desenvolveram-se procedimentos comparativos entre os quantitativos calculados pela utilização dos modelos e os reais volumes encontrados em Belo Horizonte, capital de Minas Gerais, e Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul, ambos Estados pertencentes à República Federativa do Brasil.

A presente tese tem como proposição geral a premissa de que é possível obter uma ferramenta de auxílio para análise, planejamento dos consumos e projeção das demandas domiciliares de água, energia elétrica e geração de resíduos sólidos em ambientes urbanos, a partir de variáveis conjunturais. Essa ferramenta pode ser utilizada como suporte na definição de estratégias de ampliação e dimensionamento das infraestruturas de distribuição e coleta urbana sob diversos cenários socioeconômicos projetados, garantindo-se assim o desenvolvimento econômico desejado e a melhoria das condições de vida da população de forma sustentável.

ABSTRACT

The fast urbanization process was responsible for about 85% of Brazilian population move to towns and cities (IBGE, 2010) along the twentieth century. A direct cause of this process has been an increasing pressure on several Brazilian economical sectors for public services, mainly in utility companies associated with electricity and water supply, and with solid waste collection.

Furthermore, from the year 2000, Brazil has experienced a growth in its Gross National Product (GNP), which has led to an income rise of many portions of its population. Besides, the current Brazilian socio-economical situation has motivated an increase in the consumption of several products at different scales.

Importation and national production of many goods have grown to satisfy the increased Brazilian population demand. However, service companies responsible for water and electricity supply and public waste collection require significant investments in their infrastructures in order to attend satisfactorily to Brazilian population needs. The necessary investments for expansion of utility companies demand appropriate studies and plans to support those expansion projects.

It is well known that family consumption patterns are related to family income. This relationship between family consumption and income can be represented by mathematical models capable of evaluating the impact of each product or service on family budget. Based on those models, this work deals with an evaluation about the impact of Brazilian family increasing income on the demands for water and electricity supply and solid waste collection services.

The main goal of this evaluation is to develop a procedure capable of estimating the required investment in infrastructure to support the Brazilian economical growth, considering that the service quality of utility companies is kept at a minimum standard to avoid problems in the current net of public services.

The methodology of this work can be employed to model the urban family consumption of water, electricity, and solid waste collection service using available data from the socio-economical situation of the population of two Brazilian cities – Belo Horizonte and Porto Alegre.

The results obtained by the models developed in this work show that it is possible to obtain a reliable correlation between family income and the demands for water, electricity, and waste collection services. Using these models, feasible expansion projects for Brazilian utility companies can be developed, according to the population growth rate and distribution in function of its size, socio-economical status, or income.

Also, these models are intended to subsidize the management and administration of utility companies in search of improving their efficiency and efficacy. The analysis presented in this work shows clearly that family income is the variable that plays the most important role in the demand for services and products. The proposed methodology is validated by comparing the results rendered by the models with available data from the cities of Belo Horizonte and Porto Alegre, respectively capitals of the states of Brazilian states of Minas Gerais and Rio Grande do Sul.

This thesis aims to prove that it is possible planning and forecast the household demands for water, electricity and solid waste generation in urban environments, based in socioeconomic variables. This tool can be used to establish strategies in order to expand or downsize distribution and collection networks according several estimated economics scenarios, ensuring the desired sustainable development and quality of living populations conditions.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	XIV
LISTA DE TABELAS.....	XXII
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.....	XXV
1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	1
2. OBJETIVOS.....	5
2.1 GERAL.....	5
2.2 ESPECÍFICOS.....	5
3. REVISÃO DA LITERATURA E CONTEXTUALIZAÇÃO.....	7
3.1 A ÁGUA E A CARACTERIZAÇÃO DE SEU ABASTECIMENTO E CONSUMO.....	7
3.2 A ENERGIA ELÉTRICA E A CARACTERIZAÇÃO DE SEU CONSUMO.....	21
3.3 O RESÍDUO SÓLIDO E A CARACTERIZAÇÃO DE SUA PRODUÇÃO.....	30
3.4 ASPECTOS TEÓRICOS RELACIONADOS AO PROCESSO DE MODELAGEM E SIMULAÇÃO.....	36
3.5 CONCEITUAÇÕES E CONSIDERAÇÕES ECONÔMICAS.....	44
3.5.1 <i>A evolução da renda e aspectos do orçamento familiar brasileiro.....</i>	<i>44</i>
3.5.2 <i>Classificação social contemporânea das populações brasileiras.....</i>	<i>54</i>
3.5.3 <i>Demais aspectos fundamentais para análise econômica dos consumos.....</i>	<i>59</i>
3.6 AS PESQUISAS ESTATÍSTICAS DO IBGE.....	62
3.7 ASPECTOS HISTÓRICOS E DEMOGRÁFICOS DAS REGIÕES ESTUDADAS.....	65
4. METODOLOGIA.....	70
4.1 EVOLUÇÃO DO PROCESSO METODOLÓGICO.....	70
4.2 FORMAÇÃO DOS BANCOS DE DADOS.....	74
4.2.1 <i>Dados da PME - IBGE.....</i>	<i>78</i>
4.2.2 <i>Dados da Copasa.....</i>	<i>79</i>
4.2.3 <i>Dados da CEMIG.....</i>	<i>86</i>
4.2.4 <i>Dados da SLU.....</i>	<i>89</i>
4.2.5 <i>Dados do DMAE.....</i>	<i>89</i>
4.2.6 <i>Dados da CEEE-D.....</i>	<i>91</i>

4.2.7	<i>Dados do DMLU</i>	92
4.2.8	<i>Dados internacionais</i>	92
4.3	TRATAMENTO ESTATÍSTICO APLICADO.....	91
4.4	PROCEDIMENTO DE VALIDAÇÃO DA METODOLOGIA.....	103
4.5	PROJEÇÕES EM CENÁRIOS CONSIDERADOS.....	104
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	106
5.1	A CORRELAÇÃO ENTRE AS DEMANDAS DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA.....	106
5.1.1	<i>Contexto internacional</i>	106
5.1.2	<i>Análises comparativas entre os consumos de Belo Horizonte e Porto Alegre</i>	114
5.2	BALANÇO AVALIATIVO ACERCA DA DEMANDA DE ÁGUA.....	120
5.2.1	<i>Análises em Belo Horizonte</i>	120
5.3.2	<i>Análises em Porto Alegre</i>	130
5.2.3	<i>Proposição e validação do modelo</i>	131
5.2.4	<i>Comportamento em cenários projetados</i>	137
5.3	BALANÇO AVALIATIVO ACERCA DA DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA.....	140
5.3.1	<i>Análise em Belo Horizonte</i>	140
5.3.2	<i>Proposição e validação do modelo</i>	146
5.3.3	<i>Comportamento em cenários projetados</i>	156
5.4	BALANÇO AVALIATIVO ACERCA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	159
5.4.1	<i>Análises em Belo Horizonte</i>	159
5.4.2	<i>Proposição e validação do modelo</i>	163
5.4.3	<i>Comportamento em cenários projetados</i>	167
5.5	SÍNTESE DAS VALIDAÇÕES E SIMULAÇÕES REALIZADAS.....	170
6.	CONCLUSÕES	173
7.	RECOMENDAÇÕES	175
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	176
	ANEXOS	194

LISTA DE FIGURAS

3.1	Regressão entre PIB <i>per capita</i> e volume <i>per capita</i> de água distribuída em estados brasileiros.....	13
3.2	Localização geográfica do município de Belo Horizonte.....	14
3.3	Distribuição do consumo urbano segundo as categorias.....	16
3.4	Relação economia/ligação, segundo os distritos operacionais.....	17
3.5	Quantitativo de economias por categoria e distritos operacionais.....	18
3.6	Evolução dos volumes faturados e micromedidos nos Distritos Operacionais da Copasa entre outubro de 2005 e março de 2006.....	19
3.7	Evolução da distribuição das faixas mensais de consumo (% de economia por cada faixa de consumo, tarifa social).....	20
3.8	Evolução da distribuição das faixas mensais de consumo (% de economia por cada faixa de consumo, tarifa comum).....	20
3.9	Estrutura da oferta interna de energia elétrica – Brasil.....	23
3.10	Acesso dos domicílios à energia elétrica no estado de Minas Gerais.....	24
3.11	Acesso dos domicílios à energia elétrica no Estado do Rio Grande do Sul.....	24
3.12	Evolução do consumo doméstico <i>per capita</i> de água em função do PIB.....	39
3.13	Percentual relativo aos gastos com água e energia elétrica dentro do orçamento familiar brasileiro, segundo faixas de rendimentos familiares (R\$) no ano de 2009.....	47
3.14	Percentual relativo aos gastos com água, energia elétrica e educação dentro do orçamento familiar, segundo faixas de rendimentos familiares, Região Sudeste.....	49

3.15	Percentual relativo aos gastos com água, energia elétrica e educação dentro do orçamento familiar, segundo faixas de rendimento familiar, Região Sul.....	50
3.16	Evolução do rendimento médio nominal (R\$) das 6 regiões metropolitanas brasileiras nas quais se realiza a PME.....	51
3.17	Evolução do rendimento médio real deflacionado (R\$) considerando-se 6 regiões metropolitanas brasileiras nas quais se realiza a PME.....	52
3.18	Evolução do rendimento médio real (R\$) em Belo Horizonte.....	52
3.19	Evolução do rendimento médio real (R\$) em Porto Alegre.....	53
3.20	Distribuição dos domicílios por classes de rendimento <i>per capita</i> mensal em salários mínimos no estado de Minas Gerais.....	58
3.21	Distribuição dos domicílios por classes de rendimento <i>per capita</i> mensal em salários mínimos no estado do Rio Grande do Sul.....	58
3.22	Curvas típicas de demanda de água.....	60
3.23	Capacidade estatística do Brasil.....	64
3.24	Distribuição populacional entre as regionais do município de Belo Horizonte, segundo os censos demográficos de 2000 e 2010.....	68
3.25	Projeção populacional para o ano 2030 no município de Porto Alegre.....	69
4.1	Mapa geral de bairros populares do Município de Belo Horizonte.....	77
4.2	Regional Venda Nova.....	77
4.3	Regional Norte.....	77
4.4	Regional Nordeste.....	77

4.5	Regional Leste.....	78
4.6	Regional Pampulha.....	78
4.7	Regional Noroeste.....	78
4.8	Regional Centro-Sul.....	78
4.9	Regional Oeste.....	78
4.10	Regional Barreiro.....	78
4.11	Correspondência de localização entre os distritos operacionais da Copasa e regiões administrativa.....	81
4.12	Correspondência da localização geográfica espacial entre as agências operacionais da CEMIG e as regiões administrativas da Prefeitura de Belo Horizonte.....	88
4.13	Sintaxe utilizada para seleção e entrada dos microdados de interesse.....	93
4.14	Exemplo de tela inicial para tratamento dos dados já selecionados.....	95
4.15	Rotina de filtragem dos dados para o município de Belo Horizonte e mesclagem com a tabela de bairros, regiões administrativas e distritos operacionais.....	96
4.16	Rotina para agregação dos indicadores sociais por distrito operacional.....	96
4.17	Rotina de cálculo do número médio de moradores por domicílio segundo cada distrito operacional.....	96
4.18	Rotina de mesclagem final dos indicadores, segundo cada distrito operacional.....	97
4.19	Correspondência questionários, bairros e regionais administrativas.....	97
4.20	Resultados referentes à renda <i>per capita</i> segundo bairros.....	98

4.21	Fluxograma síntese do tratamento de dados socioeconômicos da PME.....	98
5.1	Distribuição do consumo de energia elétrica em Cascais, Portugal.....	107
5.2	Consumo doméstico <i>per capita</i> de água, segundo níveis mundiais de renda <i>per capita</i> anual.....	108
5.3	Consumo doméstico <i>per capita</i> de energia elétrica, segundo níveis mundiais de renda <i>per capita</i> anual.....	109
5.4	Consumo doméstico de energia elétrica, segundo níveis de renda mundiais <i>per capita</i> anual abaixo de 7 kUS\$.....	111
5.5	Consumo <i>per capita</i> de água <i>versus</i> consumo <i>per capita</i> de energia elétrica em alguns países do mundo.....	112
5.6	Consumo <i>per capita</i> de água <i>versus</i> consumo <i>per capita</i> de energia elétrica em alguns países da América Latina.....	112
5.7	Consumo <i>per capita</i> de água <i>versus</i> consumo <i>per capita</i> de energia elétrica em alguns países com população de alto poder aquisitivo.....	113
5.8	Dispersão de pontos de consumos mensais residenciais de água <i>versus</i> energia elétrica, no período de agosto de 2003 a abril de 2009, nas cidades de Belo Horizonte e Porto Alegre.....	116
5.9	Evoluções históricas dos consumos residenciais mensais de energia elétrica, em kWh, nas cidades de Porto Alegre e Belo Horizonte.....	117
5.10	Evoluções históricas dos consumos residenciais mensais de água, em m ³ , nas cidades de Porto Alegre e Belo Horizonte.....	118
5.11	Evoluções históricas dos consumos <i>per capita</i> de energia elétrica, em kWh, nas cidades de Porto Alegre e Belo Horizonte.....	119
5.12	Evoluções históricas dos consumos <i>per capita</i> de água, em m ³ , nas cidades de Porto	

Alegre e Belo Horizonte.....	119
5.13 Comportamento histórico dos volumes consumidos de água mensalmente, em m ³ , nos domicílios de Belo Horizonte, segundo cada distrito operacional.....	120
5.14 Evolução dos rendimentos <i>per capita</i> médios apurados por distrito operacional e os valores do salário mínimo no decorrer do período.....	121
5.15 População atendida por abastecimento de água encanada em Belo Horizonte, segundo cada distrito operacional da Copasa.....	122
5.16 Consumo de água <i>per capita</i> , categoria residencial, segundo cada distrito operacional da Copasa em Belo Horizonte.....	124
5.17 Evolução do rendimento <i>per capita</i> já deflacionado pelos reajustes tarifários da água, segundo cada distrito operacional da Copasa em Belo Horizonte.....	124
5.18 Evolução da renda <i>per capita</i> absoluta (gráfico à esquerda) e adimensionalização da renda <i>per capita</i> absoluta (gráfico à direita).....	125
5.19 Evolução da renda <i>per capita</i> deflacionada (gráfico à esquerda) e adimensionalização da renda <i>per capita</i> deflacionada (gráfico à direita).....	126
5.20 Evolução absoluta (gráfico à esquerda) e evolução adimensionalizada do consumo residencial <i>per capita</i>	127
5.21 Evolução dos consumos residenciais <i>per capita</i>	128
5.22 Evolução histórica do consumo mensal residencial de água, em m ³ , no município de Porto Alegre.....	130
5.23 Evolução histórica do consumo mensal residencial de água em Porto Alegre, em valores adimensionalizados.....	131
5.24 Gráficos de dispersão entre renda <i>per capita</i> deflacionada e consumo residencial de água <i>per capita</i> , segundo cada defasagem mensal (mês + i). Abscissas em R\$/mês <i>per</i>	

<i>capita</i> e ordenadas em L/hab.dia.....	132
5.25 Gráfico de dispersão de dados entre renda <i>per capita</i> versus consumo residencial <i>per capita</i> desenvolvido para a cidade de Belo Horizonte (abscissas em R\$/mês <i>per capita</i> e ordenadas em L/hab.dia).....	134
5.26 Distribuição atual da população entre classes sociais e o respectivo volume total consumido de água em Porto Alegre (m ³ /mês).....	137
5.27 Distribuição de crescimento normal projetado para a distribuição da população entre classes sociais e o respectivo volume total a ser demandado de água em domicílios de Porto Alegre (m ³ /mês).....	138
5.28 Cenário de otimismo elevado projetado para a distribuição da população entre classes sociais e o respectivo volume total a ser demandado de água em domicílios de Porto Alegre (m ³ /mês).....	139
5.29 Cenário pessimista de retração econômica projetado para a distribuição da população entre classes sociais e o respectivo volume total a ser demandado de água em domicílios de Porto Alegre (m ³ /mês).....	140
5.30 Evolução histórica do consumo mensal residencial de energia elétrica em Belo Horizonte.....	141
5.31 Evolução histórica do consumo mensal residencial de energia elétrica em Belo Horizonte em valores adimensionalizados.....	142
5.32 Evolução histórica do consumo mensal residencial de energia elétrica, em kWh, segundo as agências operacionais da CEMIG.....	143
5.33 Evolução histórica do consumo mensal residencial de energia elétrica, em kWh, segundo as regionais administrativas.....	143
5.34 Evolução histórica do consumo mensal residencial de energia elétrica, em kWh, e suas respectivas linhas de tendência, segundo as regionais administrativas da Prefeitura	

Municipal de Belo Horizonte.....	144
5.35 Gráfico da evolução dos consumos residenciais <i>per capita</i> de energia elétrica, segundo regionais de Belo Horizonte.....	145
5.36 Gráfico da evolução dos rendimentos <i>per capita</i> deflacionados, segundo regiões das agências operacionais da CEMIG.....	146
5.37 Dispersão de pontos renda <i>per capita</i> deflacionada <i>versus</i> consumo domiciliar total de energia elétrica em Belo Horizonte.....	147
5.38 Dispersão de pontos renda <i>per capita</i> deflacionada <i>versus</i> consumo domiciliar total de energia elétrica em Belo Horizonte.....	148
5.39 Conjunto de regressões realizadas entre renda <i>per capita</i> deflacionada e consumo <i>per capita</i> de energia elétrica em situações de defasagens (mês + i) em Belo Horizonte...	149
5.40 Dispersão de pontos renda <i>per capita versus</i> consumo <i>per capita</i> de energia elétrica em Belo Horizonte.....	150
5.41 Distribuição atual da população entre classes sociais e a respectiva potência total consumida de energia elétrica em domicílios de Porto Alegre (kWh/mês).....	156
5.42 Cenário de crescimento normal projetado para a distribuição da população entre classes sociais e a respectiva potência total a ser demandada de energia elétrica em domicílios de Porto Alegre (kWh/mês).....	157
5.43 Cenário de otimismo elevado projetado para a distribuição da população entre classes sociais e a respectiva potência total a ser demandada de energia elétrica em domicílios de Porto Alegre (kWh/mês).....	158
5.44 Cenário pessimista de retração econômica projetado para a distribuição da população entre classes sociais e a respectiva potência total a ser demandada de energia elétrica em domicílios de Porto Alegre (kWh/mês).....	158

5.45	Evolução histórica da coleta mensal total de resíduos sólidos domiciliares em Belo Horizonte.....	159
5.46	Evolução histórica da geração domiciliar de resíduos sólidos em Belo Horizonte, em valores adimensionalizados.....	160
5.47	Evolução da geração domiciliar <i>per capita</i> de resíduos sólidos, segundo cada regional administrativa de Belo Horizonte.....	161
5.48	Evolução dos rendimentos <i>per capita</i> deflacionados pela variação do IPCA.....	162
5.49	Dispersão de pontos - renda <i>per capita versus</i> geração <i>per capita</i> de resíduos sólidos no município de Belo Horizonte.....	163
5.50	Distribuição atual da população entre classes sociais e o respectivo quantitativo total de resíduos sólidos domiciliares produzidos em Porto Alegre (t/mês).....	167
5.51	Cenário de crescimento normal projetado para a distribuição da população entre classes sociais e o respectivo quantitativo total de resíduos sólidos domiciliares a ser produzido em Porto Alegre (t/mês).....	168
5.52	Cenário de otimismo elevado projetado para a distribuição da população entre classes sociais e o respectivo quantitativo total de resíduos sólidos domiciliares a ser produzido em Porto Alegre (t/mês).....	169
5.53	Cenário pessimista de retração econômica projetado para a distribuição da população entre classes sociais e o respectivo quantitativo total de resíduos sólidos domiciliares a ser produzido em Porto Alegre (t/mês).....	169
5.54	Distribuição da população entre classes sociais, de acordo com o cenário socioeconômico projetado.....	171
5.55	Distribuição da população entre classes sociais, de acordo com o cenário socioeconômico projetado.....	172

LISTA DE TABELAS

3.1	Países com menor disponibilidade à água tratada.....	8
3.2	Características sociodemográficas dos distritos operacionais.....	16
3.3	Participação percentual média mensal das despesas no orçamento familiar urbano - Brasil 2008-2009.....	46
3.4	Participação percentual média mensal das despesas no orçamento familiar na Região Sudeste - 2008-2009.....	48
3.5	Participação percentual média mensal das despesas no orçamento familiar na Região Sul, 2008-2009.....	49
3.6	Rendimentos familiares <i>per capita</i> em Portugal.....	54
3.7	Faixas de cortes do Critério de Classificação Econômica Brasil.....	55
3.8	Pontuações para cada posse de bens.....	55
3.9	Pontuações para cada nível de instrução do chefe da família.....	56
3.10	Rendas familiares mensais médias para cada faixa de corte do Critério de Classificação Econômica Brasil.....	56
3.11	Distribuição da população em algumas regiões metropolitanas brasileiras, segundo as faixas do CCEB.....	57
3.12	População residente em cada regional do município de Belo Horizonte.....	67
4.1	Relação dos distritos operacionais da Copasa em 2006.....	80
4.2	Relação dos distritos Operacionais da Copasa em 2007.....	80
4.3	Evolução das tarifas mínimas da categoria residencial.....	82

4.4	Distribuição do quantitativo de economias entre os distritos operacionais.....	84
4.5	Índices de deflação a serem aplicados aos rendimentos <i>per capita</i> – DTLE.....	84
4.6	Índices de deflação a serem aplicados aos rendimentos <i>per capita</i> – DTNO.....	84
4.7	Índices de deflação a serem aplicados aos rendimentos <i>per capita</i> – DTNT.....	85
4.8	Índices de deflação a serem aplicados aos rendimentos <i>per capita</i> – DTOE.....	85
4.9	Índices de deflação a serem aplicados aos rendimentos <i>per capita</i> – DTSL.....	85
4.10	Índices de deflação a serem aplicados aos rendimentos <i>per capita</i> – DTSO.....	86
4.11	Códigos e nomes das agências operacionais da CEMIG.....	86
4.12	Evolução das tarifas residenciais de energia elétrica em Belo Horizonte (R\$ / kWh) e deflatores a serem aplicados aos rendimentos <i>per capita</i>	89
4.13	Relação das variáveis processadas do arquivo de microdados da PME.....	94
4.14	Regressões realizadas para água.....	100
4.15	Regressões realizadas para energia elétrica.....	100
4.16	Regressões realizadas para os resíduos sólidos.....	100
5.1	Equações de correlação de consumos de água e energia elétrica em países do mundo.....	114
5.2	Indicadores estatísticos de medidas de dispersão relativos aos consumos <i>per capita</i> verificados no período amostrado.....	116
5.3	- Quadro de comparações qualitativas entre as tendências.....	128
5.4	Mecanismo de defasagem mensal da influência da renda sobre o consumo de água....	132

5.5	Variação do coeficiente de determinação, entre renda <i>per capita</i> e consumo residencial micromedido de água <i>per capita</i> , segundo defasagens de referência mensal.....	133
5.6	Distribuição percentual da população de Porto Alegre entre classes econômicas e suas respectivas rendas familiares e <i>per capita</i> média.....	135
5.7	Distribuição das populações, segundo classes socioeconômicas.....	151
5.8	Distribuição da população de Belo Horizonte entre classes socioeconômicas e suas respectivas rendas <i>per capita</i> em médias mensais.....	152
5.9	Distribuição da população de Porto Alegre entre classes socioeconômicas e suas respectivas rendas <i>per capita</i> em médias mensais.....	153
5.10	Comparativos entre consumos reais e os obtidos pelos modelos.....	170
5.11	Distribuição populacional, segundo classes e cenários.....	171
5.12	Impacto dos cenários, segundo estimativa dos serviços em Porto Alegre.....	172

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABA – Associação Brasileira de Anunciantes

ABAE – Associação Brasileira de Água e Energia

ABEP – Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa

ABEP – Associação Brasileira de Estudos Populacionais

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental

ABIPEME – Associação Brasileira de Instituições de Pesquisa de Mercado

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos

ANEP – Associação Nacional de Empresas de Pesquisa

BH – Belo Horizonte

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

BNH – Banco Nacional de Habitação

CASAL – Companhia de Abastecimento de Água e Saneamento do Estado de Alagoas

CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento

CEEE-D – Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica

CEFET – Centro Federal de Educação Tecnológica

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais

CCEB – Critério de Classificação Econômica Brasil

CPH – Centro de Pesquisas Hidráulicas

CD – Compact Disc

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

COSANPA – Companhia de Saneamento do Pará

DMAE – Departamento Municipal de Águas e Esgotos

DMLU – Departamento Municipal de Limpeza Urbana

DTLE – Distrito Operacional Leste da Copasa

DTNE – Distrito Operacional Nordeste da Copasa (antiga nomenclatura)

DTNO – Distrito Operacional Noroeste da Copasa

DTNT – Distrito Operacional Norte da Copasa

DTOE – Distrito Operacional Oeste da Copasa

DTSL – Distrito Operacional Sul da Copasa

DTSO – Distrito Operacional Sudoeste da Copasa

EDP – Eletricidade de Portugal

ENCE – Escola Nacional de Ciências Estatísticas

ENSP – Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca

EPAL – Empresa Portuguesa de Águas Livres

FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz

FJP – Fundação João Pinheiro

FMI – Fundo Monetário Internacional

GRSU – Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos

Hab – Habitante

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH-M – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

INE – Instituto Nacional de Estatísticas (Portugal)

IPCA – Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo

IWMI – International Water Management Institute

L – Litros

L/hab.dia – Consumo de água na unidade de Litros por habitante por dia

MB – Megabyte

Nd – Não disponível

OFWAT – Water Services Regulation Authority

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

PMBH – Prefeitura Municipal de Belo Horizonte

PEA – População Economicamente Ativa

PIB – Produto Interno Bruto

PIMES – Pesquisa Industrial Mensal

PLANASA – Plano Nacional de Saneamento

PMC – Pesquisa Mensal do Comércio

PME – Pesquisa Mensal do Emprego

PMMG – Polícia Militar de Minas Gerais

PMSS – Programa de Modernização do Setor de Saneamento

PNAD – Pesquisa Nacional por amostra de Domicílios

PNSB – Pesquisa Nacional do Saneamento Básico

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos

POA – Porto Alegre

POF – Pesquisa de Orçamentos Familiares

PRODABEL – Empresa de Processamento de Dados de Belo Horizonte

R^2 – Coeficiente de Determinação (Quadrado do Coeficiente de correlação de Pearson)

RA – Região Administrativa da Prefeitura da Belo Horizonte

s – Segundo

SAA – Sistema de abastecimento de água

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SARMURs - Secretarias de Administração Regional Municipal

SANEAGO – Saneamento de Goiás S.A

SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná

SCN – Sistema de Contas Nacionais

SEMAG – Secretaria de Macroavaliação Governamental

SIBESA – Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

SILUBESA – Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

SLU – Superintendência de Limpeza Urbana

SMATI – Secretaria Municipal Adjunta de Tecnologia da Informação

SMSA - Secretaria Municipal de Saúde

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SPSS – Statistical Package for the Social Sciences

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

TCU – Tribunal de Contas da União

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

URBEL – Secretaria Municipal de Regulação Urbana

WRI – World Resources Institute

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O atual ambiente político e social, altamente competitivo e globalizado trouxe consigo certa concentração de riquezas, acentuando por vezes desigualdades sociais em regiões metropolitanas brasileiras (IBGE, 2009, 2011). Diante dessa nova ordem econômica, os papéis e objetivos das instituições públicas e privadas devem se ajustar, considerando que a satisfação dos *stakeholders*¹ é preocupação cada vez mais presente nas sociedades modernas.

Simultaneamente, o processo de concentração urbana brasileiro foi responsável por fazer com que quase 85% população do País resida em cidades, segundo o IBGE (2011). Esse fenômeno de urbanização provocou, ao longo do século XX, uma pressão bastante significativa em diversos setores da economia nacional, em especial nos serviços de abastecimento e distribuição de água, energia e coleta de resíduos sólidos. Aliado a isso, a partir do século XXI, juntamente com a estabilidade econômica, o País passou a apresentar um crescimento do Produto Interno Bruto positivo que resultou em um aumento da renda de parcelas da população. Essa nova distribuição socioeconômica representou elevações da demanda por diversos produtos que passaram a ser consumidos em diferentes escalas (IBGE, 2010).

As organizações, imersas neste contexto da sociedade são possuidoras de um poder econômico decorrente desta ordem, passando a serem cobradas no sentido de cada uma assumir seu papel socialmente responsável e sustentável.

Assim, nessa ótica, o entendimento e a consideração dos processos de consumo e demanda por parte das populações assume importância e justifica-se na gestão e planejamento de empresas concessionárias de saneamento, distribuição de energia elétrica, manejo e tratamento de resíduos sólidos em grandes conglomerados urbanos.

¹ Qualquer grupo ou indivíduo que pode afetar ou ser afetado pelo alcance da organização. Termo proposto pelo filósofo americano Robert Edward Freeman, que afirma ser o *stakeholder* elemento essencial ao planejamento estratégico dos negócios.

Destarte, para que o processo de planejamento e gestão dos abastecimentos urbanos de água, energia elétrica e coleta de resíduos se dê de maneira integrada e eficiente, o conhecimento dos mecanismos de consumo por parte das populações torna-se indispensável às direções de empresas concessionárias e ao poder público gestor.

A partir desse conhecimento, tais empresas terão maior facilidade em responder questões voltadas às projeções de consumo, dimensionamento de estações de tratamento, rede de distribuição, picos de consumo, perdas, variações no faturamento decorrentes de variações nas rendas das populações ou nos preços praticados, dentre outros aspectos afins.

As previsões para o consumo futuro de água e energia elétrica, assim como a estimativa de quantitativos de resíduos produzidos em uma determinada região são tarefas que necessitam de um elevado esforço de análise de dados e de previsão de tendências futuras. Usualmente, utilizam-se modelos matemáticos desenvolvidos especialmente para essa finalidade, que necessitam de um conjunto de dados de entrada. Via de regra, esses dados são relativos ao Produto Interno Bruto (PIB), à distribuição de renda, ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e a um conjunto de particularidades locais tais como temperatura, relevo, costumes e forma de ocupação urbana entre outros.

Paralelamente a isso, a universalização do atendimento constitui demanda que se insere no âmbito da preocupação com o bem-estar da população e o domínio dos processos de consumo favorece os programas voltados ao uso racional, ao abastecimento eficiente e à redução de perdas, no sentido de que tais programas sejam orientados e monitorados de forma a se buscar maior chance de alcance de suas metas.

A motivação deste trabalho ocorre em oportuno momento, no qual a população brasileira começa a sofrer modificações em sua estrutura socioeconômica, especificamente a partir do ano de 2000, consequência de programas governamentais que buscam a distribuição de renda, os quais provocaram alterações nos rendimentos *per capita* dos consumidores, assim como na redistribuição da população entre camadas socioeconômicas mais favorecidas.

Diante dessa realidade, surge a preocupação em se garantir a infraestrutura necessária ao atendimento das futuras demandas e serviços. Para tanto, torna-se apropriado estimar as

necessidades da sociedade e investir em infraestruturas conforme projeção de cenários econômicos futuros.

Portanto, a idéia proposta para a solução dessas futuras projeções indica no sentido de que o entendimento do comportamento e projeção das demandas subsidie a otimização e a condução dos negócios das concessionárias de abastecimento de água tratada, energia elétrica e manejo de resíduos sólidos.

Este trabalho desenvolve modelos em Belo Horizonte, Minas Gerais, para estimar consumos domiciliares urbanos de água, energia elétrica e geração de resíduos sólidos. Com o propósito de validar tais modelos, escolheu-se, em decorrência do desenvolvimentos dos trabalhos, a cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, outra capital Brasileira.

Os modelos baseiam-se na renda, na classificação social e no tamanho das populações para determinar níveis de consumos médios de água, energia elétrica e geração de resíduos para cada classe socioeconômica. Desta forma, a ferramenta possibilita estimar consumos futuros, segundo cenários econômicos conjunturais de uma população projetada.

A expectativa, a partir da validação dos modelos, é de que profissionais e gestores envolvidos com o planejamento do abastecimento de água e energia elétrica passarão a dispor de ferramenta eficaz às suas análises de investimento em infra-estrutura e dimensionamento de futuros sistemas de distribuição, em qualquer cenário de distribuição populacional em termos de classes e rendimentos.

Para a validação dos modelos obtidos, foram utilizados dados de consumos domiciliares totais de água, informados pelo Departamento Municipal de Águas e Esgotos (DMAE), consumos domiciliares totais de energia elétrica, informados pela Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica (CEEE-D), além de quantitativos em massa de resíduos sólidos, informados pelo Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU), todos de Porto Alegre. Mediante a caracterização socioeconômica atual daquela cidade, calcularam-se os consumos obtidos pelos modelos, os quais foram confrontados com os efetivos volumes medidos, análise que possibilitou avaliar a validade dos referidos modelos.

A tese que se oferece é calcada na hipótese de que a renda e a distribuição da população em classes econômicas tornam-se as variáveis explicativas principais e suficientes para modelar os consumos residenciais de água e energia elétrica em centros urbanos, ficando os demais fatores intervenientes em escala de menor impacto e baixa relevância na influência das demandas domiciliares que servirão de base para os dimensionamentos das redes distribuidoras.

Portanto, a presente tese tem como proposição geral a premissa de que é possível obter uma ferramenta de auxílio para análise, planejamento dos consumos e projeção das demandas domiciliares de água, energia elétrica e geração de resíduos sólidos em ambientes urbanos, a partir da renda domiciliar das populações. Essa ferramenta torna-se de fundamental aplicação no momento em que se deseja definir estratégias de ampliação e dimensionamento das infraestruturas de distribuição e coleta urbana, a fim de assegurar um desenvolvimento econômico e enriquecimento da população de forma sustentável.

Um obstáculo constituir-se-ia para a consolidação de um efetivo aumento da renda, migração entre classes socioeconômicas ou enriquecimento da população, caso ocorresse um subdimensionamento da infra-estrutura, uma vez que tal acréscimo relativo de renda poderia ficar comprometido em função de uma provável inflação gerada pela majoração dos custos decorrentes da limitação de oferta por parte das redes de distribuição e serviços de coleta.

Finalmente, considerando a validação dos modelos e a credibilidade da metodologia implementada, torna-se viável a construção de cenários futuros que reflitam realidades distintas de desenvolvimento socioeconômicos.

Assim, estipularam-se conjunturas econômicas otimistas, realistas e de retração econômica, para que se pudesse quantificar o necessário investimento a ser feito nas redes de distribuição e infraestrutura de coleta, ou em vertente oposta, mensurar uma possível situação de ociosidade e baixa remuneração da infraestrutura, caso registre-se decréscimo da renda oriundo de uma depressão econômica que possa se abater sobre a sociedade brasileira.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

O objetivo principal desta pesquisa é avaliar o impacto provocado pela variação da renda domiciliar e sua conseqüente dinâmica entre classes sociais da população sobre a demanda de água, energia elétrica e geração de resíduos sólidos em ambientes urbanos. A avaliação se dará por meio da determinação de modelos que representem o comportamento de tais consumos e que permitam projetar demandas em cenários futuros, em função de parâmetros socioeconômicos conjunturais.

2.2 Específicos

- i) Estudar a evolução dos consumos residenciais totais de água, energia elétrica e geração de resíduos sólidos nos municípios de Belo Horizonte e Porto Alegre ao longo de todo o período abrangido pela disponibilidade dos dados.
- ii) Quantificar o consumo histórico de água, energia elétrica e geração e resíduos sólidos, por habitante, na cidades estudadas, avaliando-se o comportamento dos mesmos.
- iii) Calcular as rendas *per capita*, tamanho das populações e distribuição das mesmas entre as diversas classes socioeconômicas existentes em cada sub-região estudada.
- iv) Estabelecer as correspondências espaciais entre as agências, distritos operacionais das concessionárias e regionais administrativas com seus respectivos bairros de Belo Horizonte, objetivando viabilizar uma correta agregação dos dados socioeconômicos e, por conseguinte, uma confiável comparação, sob o ponto de vista espacial, com os dados de consumo de água, energia elétrica e coleta de resíduos sólidos.
- v) Avaliar a influência dos indicadores socioeconômicos relativos aos moradores das regiões amostradas sobre os consumos residenciais de água, energia elétrica e geração de resíduos sólidos.

vi) Identificar as funções demanda para o consumo de água, energia elétrica e geração de resíduos sólidos, segundo o nível de renda, comparando-as entre si a fim de se encontrar correlação entre os comportamentos dos consumos e gerações de resíduos.

vi) Aplicar as funções demanda, desenvolvidas para o município de Belo Horizonte, na cidade de Porto Alegre, alimentando-as com dados socioeconômicos da capital rio-grandense, a fim de se obter as demandas dos insumos e gerações calculadas e compará-las aos quantitativos efetivamente registrados pelas concessionárias gaúchas, no intuito de se validar a metodologia assim como os modelos propostos nesta pesquisa.

vii) Projetar consumos de água, energia elétrica e geração de resíduos sólidos sob futuros cenários socioeconômicos hipotéticos para se quantificar o impacto da renda sobre os atuais patamares de distribuição e serviços em operação.

3. REVISÃO DA LITERATURA E CONTEXTUALIZAÇÃO

3.1 A água e a caracterização de seu abastecimento e consumo

A preocupação com a disponibilidade do insumo de água assume significativa relevância, constatada quando se percebe que especialistas e pesquisadores da área já avaliam o consumo de água tanto em termos diretos como de forma indireta. Entende-se como consumo indireto aquele no qual a água faz parte de um processo de obtenção ou produção de bem final. A associação dos consumos direto e indireto leva a volumes de até 4.645 L/hab.dia, relativos às necessidades domésticas da população britânica, por exemplo, conforme apurado pela UK Water Footprint² (IWA, 2008). Em países em desenvolvimento a população consegue se manter com um *water footprint* médio girando em torno de 1.000 L/hab.dia (Water Footprint Network, 2009).

Segundo a OMS (2009), estima-se que 4.500 crianças morrem diariamente no mundo por falta de água tratada e de saneamento básico. Em tratando de disponibilidade de água tratada, o Afeganistão aparece com um dos países menos favorecidos na questão, possuindo somente 13% das residências com acesso a água potável e somente 2% das residências com cobertura de serviços de abastecimento por meio de rede encanada.

Atualmente, mais de um bilhão de pessoas sofrem com a escassez da água para consumo humano. Muitos outros são obrigados a se esforçarem e pagarem altos custos para terem suas necessidades mínimas de água atendidas, principalmente aqueles pertencentes a classes mais baixas da pirâmide social (*BOP*)³. As razões atuais para essas dificuldades, segundo o relatório da WRI (World Resources Institute, 2007), residem no envelhecimento das redes de distribuição, no aumento da demanda, e pela poluição causada pela indústria, agricultura e falta de esgotamento sanitário.

² Indicador estabelecido pela The Water Footprint Network, que incorpora, além do uso individual direto, todo o quantitativo de água necessária à obtenção de todos os demais bens e produtos consumidos pelos indivíduos ou pelas comunidades. Exemplo: para obtenção de 1 litro de leite são necessários 1000 litros de água.

³ Terminologia empregada em artigos de origem norte-americana. BOP: Base of pyramid.

Nas Américas, a pior situação é a do Haiti, onde apenas 71% da população têm acesso a água potável, e somente 11% recebe o insumo por meio de rede encanada. A Tabela 3.1 apresenta alguns dados relativos a países com menor acesso à água tratada no mundo.

Tabela 3.1 – Países com menor disponibilidade à água tratada

País	Total das residências abastecidas (%)	Total das residências abastecidas com rede encanada (%)
Angola	50	5
Mali	48	10
República do Congo	46	10
Nigéria	46	8
Madagascar	45	5
Guiné Equatorial	44	8
Laos	43	8
Moçambique	42	11
Camboja	34	6
Chade	34	5
Somália	29	1
Etiópia	22	4
Afeganistão	13	2
Haiti	71	11

Fonte: Word Bank Water and Sanitation Program, 2010

A racionalização do uso da água torna-se então preocupação mundial. Segundo estudos realizados pela IWMI (International Water Management Institute, 2000 *apud* VIMIEIRO e PÁDUA, 2005), cerca de 1/3 da população mundial vai experimentar efeitos extremos da escassez de água até o ano 2025.

Em se tratando de elemento vital à sobrevivência humana, deve-se compreender a ocorrência deste insumo água na natureza terrestre. Nesse sentido, ensina Rebouças (1998):

“O termo água refere-se, regra geral, ao elemento natural, desvinculado de qualquer uso ou utilização. Por sua vez, o termo recurso hídrico é a consideração da água como bem econômico, passível de utilização com tal fim. Entretanto, deve-se ressaltar que toda a água da terra não é,

necessariamente, um recurso hídrico, na medida em que seu uso ou utilização nem sempre tem viabilidade econômica.”

Por seu caráter limitado, a água como recurso natural adquire valor econômico, e como recurso ambiental torna-se patrimônio comum, que a sociedade deve preservar e conservar no sentido de garantir a sua disponibilidade. Nesse mesmo sentido, Rutkowski, Lessa e Oliveira (2000) afirmam que, ao se considerar a escassez faz-se necessária a adoção do conceito do desenvolvimento sustentável, e neste caso o uso da água no espaço urbano, a partir dos princípios da sustentabilidade, deve considerar os vetores socioeconômicos do desenvolvimento.

Tanto quanto a disponibilidade, um fator preocupante consiste na crescente dinâmica de consumo de água pelo mundo, conforme afirma Carvalho (2004). No tocante à disputa e ao conflito no consumo de água, diversos autores afirmam que a situação tende a se agravar ou pelo menos se encontra em estágio preocupante.

No mesmo contexto, de acordo com Libânio (2005), a água vem se tornando um recurso cada vez mais escasso, tanto pela sua pronta disponibilidade quantitativa, quanto pelo seu aspecto qualitativo, tendendo progressivamente a se tornar mais conflituosa a questão da prioridade do uso dos recursos hídricos devido aos impactos causados pelos lançamentos de despejos domésticos e industriais nos mananciais que servem as regiões mais populosas.

No tocante ao abastecimento e distribuição de água tratada, não se pode afirmar que o Brasil esteja despreparado, em termos legais, para uma adequada implementação dos serviços de Saneamento Básico. A Lei 11.445 (Brasil, 2007), promulgada em 05 de janeiro de 2007, estabeleceu as diretrizes nacionais para o Saneamento Básico. Nela também ficou instituído o PLANSAB (Plano Nacional de Saneamento Básico), que se encontra em fase final de elaboração pela União, sob a coordenação do Ministério das Cidades.

Dentre os dispositivos previstos pela Lei do Saneamento (Lei 11.445/07), destaca-se o § 1º, do artigo 19º que atribui ao titular do serviço a responsabilidade da elaboração do Plano de Saneamento. Alia-se a isso o inciso I, do artigo 9º que elenca o Plano de Saneamento como um dos componentes da política pública a ser implementada pelo titular do serviço. Complementarmente, o inciso I, do artigo 11º estabelece que um contrato de prestação de

serviços de saneamento, no qual ocorra delegação da prestação do mesmo, só ficaria válido perante a existência de um Plano de Saneamento.

Considerando-se o princípio fundamental da universalização do acesso, previsto no inciso I do artigo 2º, da mesma Lei 11.445/07, pode-se dizer que a Lei é clara no sentido de se buscar a universalização mediante o estabelecimento de diretrizes que comporão os Planos de Saneamento criados para cada município brasileiro.

Agrega-se no arcabouço legal o Decreto 7.217 de 21 de junho de 2010. O referido decreto que regulamenta a Lei 11.445/07, também incorpora o princípio da universalização do acesso no que tange aos serviços públicos de saneamento básico (Brasil, 2010). Além disso, determina que os titulares do serviço de saneamento devem colocar em prática o Plano de Saneamento que deverá englobar integralmente todo o território pertencente ao município, sendo peça de planejamento indispensável, a partir do ano de 2014, para que se tenha acesso a recursos orçamentários da União destinados a serviços de saneamento básico (Brasil, 2010).

Diante disso, deve-se preocupar com as atuais realidades, envidando-se ações voltadas à situação prática dos serviços de abastecimento de água prestados ou concedidos pelos titulares das prefeituras municipais brasileiras.

Como exemplo, pode-se citar o Estado de Minas Gérias, no qual, apesar de 97% dos municípios disporem de rede de abastecimento de água tratada, somente 87,5% dos domicílios são atendidos pela mesma rede (IBGE, 2010), indicando assim que, aproximadamente 2,4 milhões de pessoas no estado ainda não estão cobertas por abastecimento de água encanada, isso se considerado o universo de população recenseada de 19.159.260 pessoas, segundo os primeiros resultados de 2010 (IBGE, 2010).

Vários centros urbanos brasileiros enfrentam problemas com abastecimento de água. Entre os principais fatores que contribuem para aumentar as dificuldades estão, afora o crescimento populacional, a expansão da demanda, o uso irracional da água e o conseqüente desperdício da mesma. Philippi (2000) considera que a situação do saneamento no Brasil continua sendo um dos problemas mais desafiadores desta década para o País.

Fatores de incerteza, ligados à possibilidade de mudanças socioeconômicas e populacionais ao longo dos horizontes de projeto, aliados às diversidades regionais mencionadas anteriormente, dificultam os investimentos de capitais privados e afetam também a gestão dos recursos públicos destinados ao setor. Destarte, embora necessária e urgente, a universalização do abastecimento de água no Brasil não se configura em tarefa fácil. Somado a isso, deve considerar o fato que os serviços públicos de saneamento incorrem a uma falha de mercado denominada monopólio natural⁴ (OHIRA, PASSOS e TUROLLA, 2006), que obrigatoriamente exige a presença do estado para desempenhar um papel regulador, inibindo lucros excessivos e garantindo a quantidade e qualidade do produto.

Segundo Brockman (2010), um dos problemas de engenharia mais importantes nos dias de hoje é o fornecimento de água potável. Mesmo em países desenvolvidos, a maior parte da população ainda ignora esse problema, frequentemente desconhecendo a origem da água como também a infra-estrutura necessária para fornecer água limpa para as residências (BROCKMAN, 2010).

A demanda de água corresponde à quantidade de água requerida para suprir as diversas necessidades durante determinado período, estando condicionada por fatores econômicos e sociais. Pesquisadores e profissionais da área continuam apontando que a inexistência de políticas públicas orientadas, a carência de gestão orientada à eficiência do consumo e o aumento no desperdício no uso, além do crescimento da demanda constituem-se em fatores que contribuem à crise global de abastecimento de água em que o mundo vive hoje (IWA, 2008). Além disso, a universalização do atendimento constitui demanda que se insere no âmbito da preocupação com o bem-estar da população e o domínio dos processos de consumo favorece os programas voltados ao uso racional, ao abastecimento eficiente e à redução de perdas, no sentido de que tais programas sejam orientados e monitorados de forma a se buscar maior chance de alcance de suas metas.

⁴ Monopólio natural constitui-se quando existe uma indústria ou serviço que forneça produto único cujo consumidor só possa ser atendido por uma única empresa que opera a um custo mínimo ou receita líquida máxima (Braeutigam, 1989 *apud* Ohira, Passos e Turolla, 2006).

No entanto, deve-se considerar ainda que o gerenciamento da demanda da água não deve ser aplicado apenas em situações de crise, mas sim incorporado à gestão dos recursos hídricos, independentemente da esfera política. Como exemplo, pode-se citar o estudo realizado por Braga e Ribeiro (2004) junto a setores da sociedade civil de Campina Grande, Paraíba, na qual ficou comprovada a alta aceitação para uma possível adoção dos instrumentos de gerenciamento da água propostos na pesquisa.

Para Ferreira e Martins (2005), no cálculo das demandas de sistemas de abastecimento de água devem ser levados em conta as possibilidades de crescimento econômico pelo aumento da renda das populações ou do PIB *per capita*, pois a tais crescimentos corresponderá uma aumento do consumo de água.

Como exemplo de países desenvolvidos, pode-se citar o Canadá, onde a demanda de água vem sendo analisada e projetada por intermédio de 2 programas: O LTWS (*Long Term Water Strategy*), que objetiva estabelecer as opções de oferta de água para atendimento de demandas futuras, e o WEMP (*Water Efficiency Master Plan*), que visa a atingir metas de redução e uso eficiente da água. Relatórios recentes de tais programas apontam uma redução diária de 4.000 m³ em todo o país de água potável no período de 1998 a 2005 (CANADA, 2007).

A classe social da população, a qual é determinada por variáveis como renda mensal, grau de instrução, dentre outras, aparenta exercer forte influência sobre os hábitos de consumo dos habitantes e por consequência sobre a demanda de água de cada indivíduo. Querido (2000) afirmou em seu trabalho:

“Nota-se uma influência muito grande da classe social do consumidor sobre o volume de água por ele demandado (...) classes sociais de maior posse consomem mais, em contraposição, as classes de menor posse, que apesar de majoritárias em população, demandam volumes menores de água para suas necessidades.”

Em se tratando de fator interveniente no consumo urbano, estudo realizado por Francisco e Carvalho (2008) aponta no sentido de que a renda é uma das principais variáveis impactantes no consumo residencial de água. No mesmo trabalho, atribuiu-se à ausência de dados hidrométricos de boa qualidade sobre o consumo doméstico de água, a justificativa para que

se desenvolvesse uma abordagem voltada à comparação renda *versus* PIB agregado por estados brasileiros. Tal abordagem teve como propósito estimar o consumo residencial *per capita* da região de Angra dos Reis, RJ.

Referindo-se ao consumo direto de água tratada pela população, e corroborando a proposta desta pesquisa, Von Sperling, Santos, Melo e Libânio (2002) constataram em seus estudos que o consumo *per capita* de água está associado à renda *per capita* das populações, tanto em nível estadual quanto em nível municipal.

Regressão realizada por Francisco e Carvalho (2008) também apresenta elevada correlação entre a renda e o volume de água distribuída em diversos estados brasileiros. A Figura 3.1 mostra os resultados obtidos por tal pesquisa, na qual se confrontaram volumes *per capita* em m³/dia e PIB *per capita* em R\$.

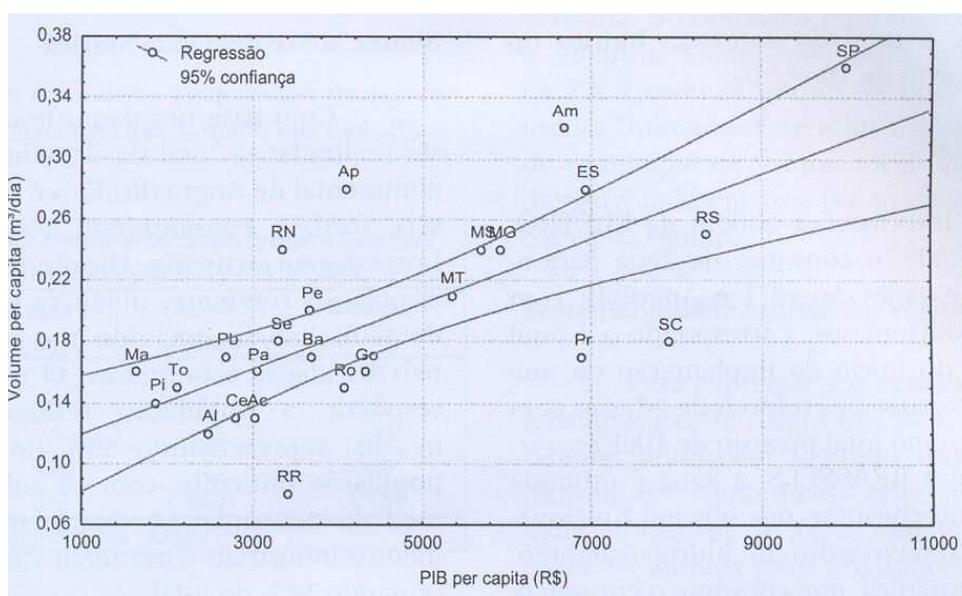


Figura 3.1 – Regressão entre PIB *per capita* e volume *per capita* de água distribuída em estados brasileiros. Fonte: Francisco e Carvalho, 2008

Fernandes Neto (2003) concluiu em sua investigação que a renda *per capita* da população consumidora de água se constitui em um indicador que pode embasar modelos matemáticos para determinação de quotas de consumo *per capita* de água. Para 96 municípios estudados, os resultados de sua pesquisa indicaram um coeficiente de determinação R² igual a 0,5244 entre renda *per capita* e consumo de água *per capita*, considerando a integralidade da amostra

escolhida. Fernandes Neto, Naghettini e Libânio (2003) também estabeleceram correlação entre o indicador IDH-M (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) e o consumo *per capita* de água, que neste caso resultou em um R^2 igual a 0,5673.

Especificamente no município de Belo Horizonte, a topologia do sistema de abastecimento de água potável supre aproximadamente 2,4 milhões de consumidores, distribuídos em seis distritos operacionais, por meio de mais de 506 mil ligações e 850 mil economias, e uma rede de distribuição de aproximadamente 6,4 mil km. A vazão média distribuída é da ordem 7,4 m^3/s , e o percentual hidrometrado atinge a quase totalidade das economias.

A Figura 3.2 representa geograficamente a localização do município de Belo Horizonte, capital de Minas Gerais, objeto de algumas caracterizações relativas à distribuição e consumo de água, revisadas a seguir.

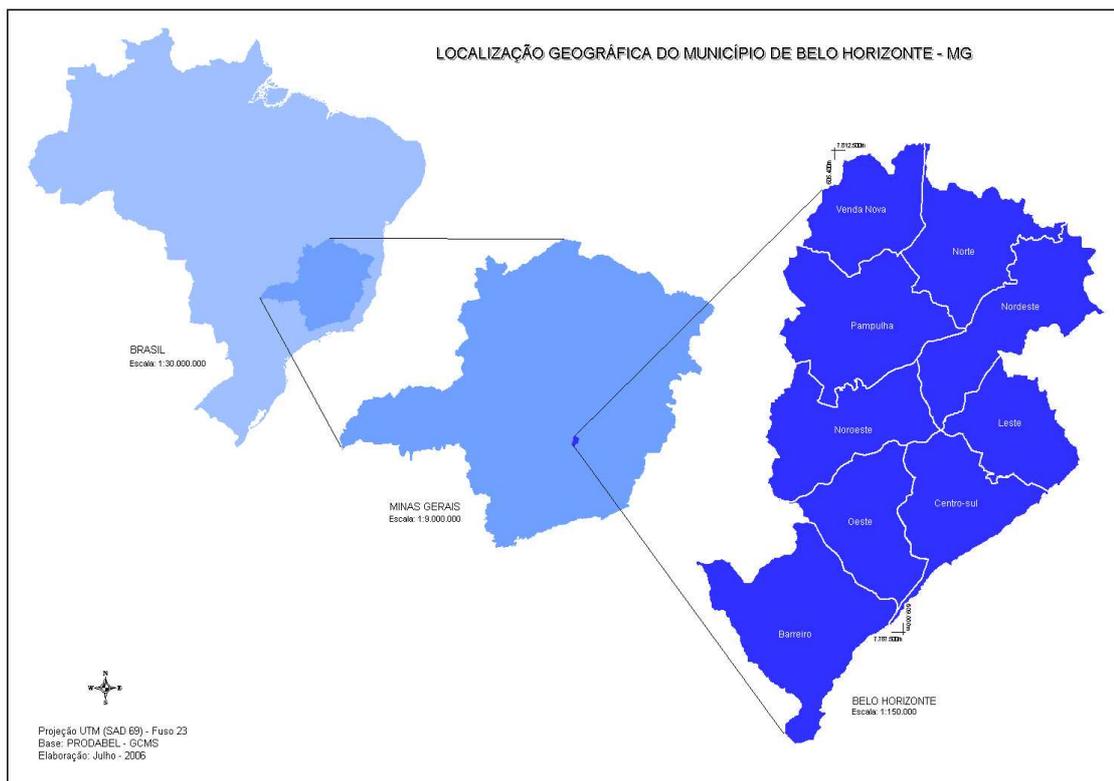


Figura 3.2 - Localização geográfica do município de Belo Horizonte. Fonte: Prodabel, 2006

Entende-se por economia, conforme conceito da legislação que regulamenta os serviços públicos de água e esgoto prestados pela Copasa (2009), como o imóvel de uma única ocupação, ou subdivisão de imóvel com ocupação independente das demais, perfeitamente identificável ou comprovável em função da finalidade de sua ocupação legal, dotado de instalação privativa ou comum para uso dos serviços de abastecimento de água ou de coleta de esgoto.

No município de Belo Horizonte a Copasa sub-divide suas economias em quatro categorias: residencial, comercial, industrial e pública. A categoria residencial é a economia ocupada exclusivamente para moradia. A comercial é aquela ocupada para o exercício de atividade de compra, venda ou prestação de serviços, ou para o exercício de atividade não classificada nas outras categorias. A industrial é a ocupada para o exercício de atividade classificada como industrial pelo IBGE. Por último a categoria pública que é a economia ocupada para o exercício de atividades de órgãos da administração direta do poder público, autarquias e fundações, e também são incluídos nesta categoria hospitais públicos, asilos, orfanatos, albergues, e demais instituições de caridade, instituições religiosas, organizações cívicas e políticas e entidades de classe e sindicais. Neste trabalho aborda-se exclusivamente a categoria residencial.

Segundo relatórios da Copasa (2009), constata-se ainda que a categoria de consumo residencial representa 87 % em termos do número total de economias, atinge 78 % em termos do volume total de água consumida. Nesse sentido, em outra comparação gráfica realizada, percebe-se a proporção entre a categoria residencial e as demais. A Figura 3.3 demonstra tal proposição, na qual em Belo Horizonte verifica-se o quantitativo de economias residenciais em número mais de 3,5 vezes superior às demais categorias.

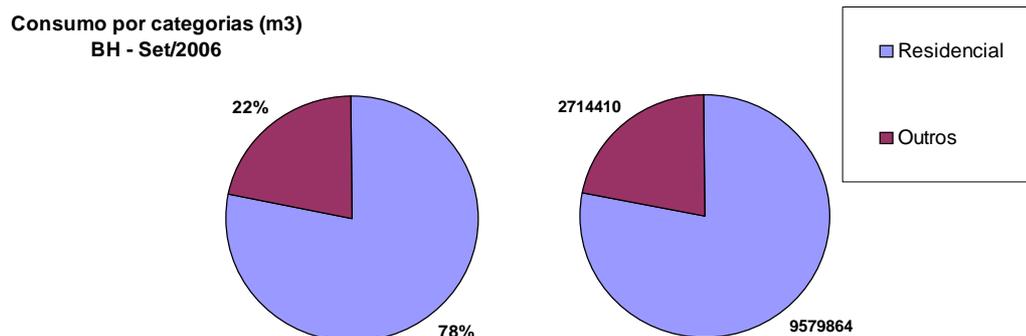


Figura 3.3 - Distribuição do consumo urbano segundo as categorias. Fonte: Copasa - Relatório de indicadores gerenciais e operacionais, 2006

De acordo com a Copasa, o sistema de abastecimento de água em Belo Horizonte divide-se ainda em 6 distritos operacionais regionais - Sul (DTSL), Norte (DTNO), Nordeste (DTNE), Sudoeste (DTSO), Leste (DTLE) e Oeste (DTOE) -, cujas principais características sociodemográficas estão apresentadas na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Características sociodemográficas dos distritos operacionais de Belo Horizonte

Distritos	População residente (*)	Número de economias (**)	Renda <i>per capita</i> (***)	Área (km ²)	IDH-M ⁵ (****)	Índice de Gini ⁶
DTSL	441.404	182.525	R\$ 1.584,30	31,53	0,914	0,57
DTSO	258.007	85.938	R\$ 254,10	53,51	0,787	0,47
DTOE	352.727	120.038	R\$ 634,70	32,39	0,853	0,61
DTNO	437.077	150.479	R\$ 576,25	71,37	0,853	0,55
DTNE	480.137	159.351	R\$ 271,90	61,01	0,787	0,49
DTLE	436.837	147.362	R\$ 460,10	68,11	0,832	0,44

⁵ O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) constitui um índice estabelecido pelo Programa das nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), contemplando as condições atingidas por uma sociedade no tocante à educação (conhecimento), padrão de vida e longevidade. O IDH-M traduz uma adequação do primeiro para viabilizar sua aplicabilidade em nível municipal..

⁶ Índice, cuja denominação reporta-se ao pesquisador italiano Corrado Gini, que mede o grau de desigualdade de renda das populações, variando de 0 a 1,0. À medida que o índice se aproxima da unidade, cresce a desigualdade.

Obs.: (*) População estimada em março de 2006.

(**) Abastecimento de água, incluindo todas as categorias de consumo, em março de 2006.

(***) Base: Ano de 2000.

(****) Índices médios apurados por correspondência espacial entre os distritos e as regiões.

Fonte: Copasa (2006), IBGE (2004), FJP - Atlas do Desenvolvimento Humano (2006)

Na Figura 3.4 esquematiza-se também a relação entre o número de economias para cada ligação de água existente nos diversos distritos operacionais.

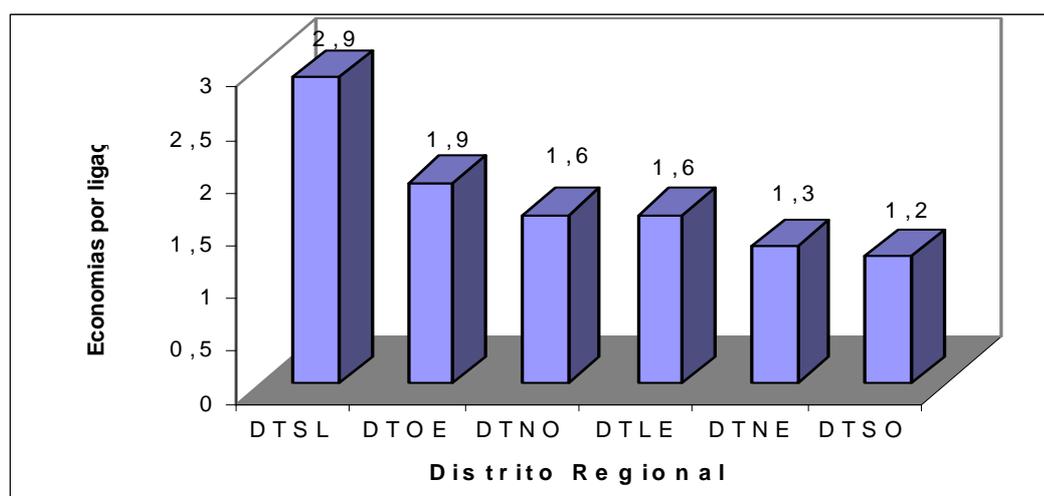


Figura 3.4 - Relação economia/ligação, segundo os distritos operacionais. Fonte: Copasa - Relatório de indicadores gerenciais e operacionais, 2006

Mais pormenorizadamente, em estudo realizado por Dias, Martinez e Libânio (2007), as economias foram quantificadas por suas categorias, conforme cada distrito operacional do município de Belo Horizonte, conforme mostra especificadamente a Figura 3.5.

Ainda no mesmo estudo, os pesquisadores apuraram o efeito da redução do faturamento mínimo praticado pela concessionária distribuidora de água (Copasa), evidenciando após as análises, que a diferença entre os volumes faturados e os volumes micromedidos, em cada distrito, no período de outubro de 2005 a setembro de 2006, apresentaram sua diferença significativamente reduzida, ensejando assim uma tendência de maior resposta do consumo perante ao real valor da tarifa praticada, ou real poder de compra por parte da população.

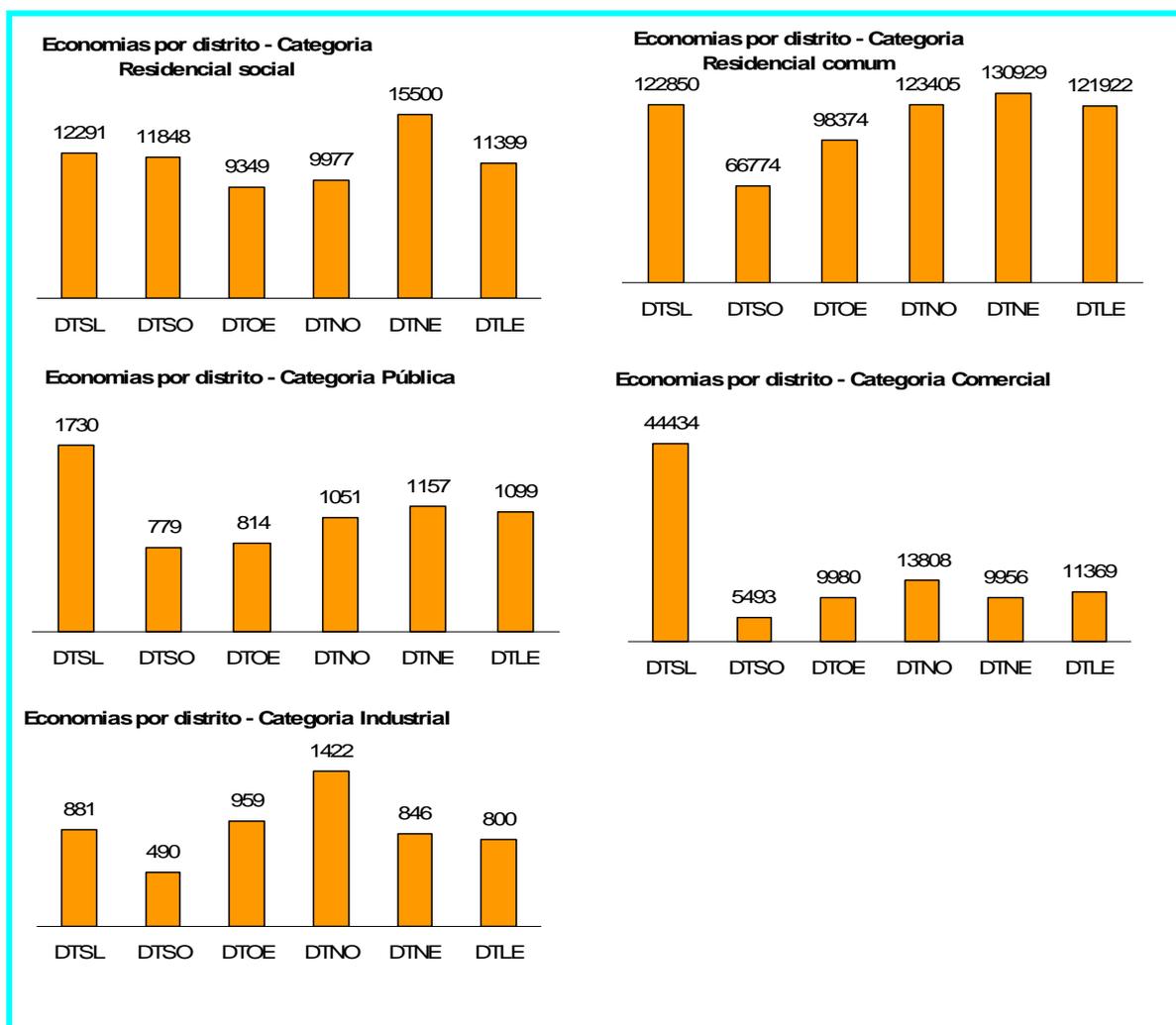


Figura 3.5 – Quantitativo de economias por categoria e distritos operacionais.

Fonte: Copasa, 2005 – Elaboração de Dias, Martinez e Libânio, 2007

Na Figura 3.6 mostram-se as variações ocorridas nos volumes faturados e micromedidos por ocasião da implementação da redução do volume mínimo cobrado pela Copasa (DIAS, MARTINEZ & LIBÂNIO, 2007).

Uma maior proximidade entre os volumes micromedidos e os efetivamente faturados, conforme verificado após o mês de março de 2006 – vide linhas tracejadas da Figura 3.6 – tende a propiciar uma realidade operacional mais justa, sob a ótica do consumo, assim como a uma maior transparência no que tange a eficiência e perdas na atividade de distribuição de água encanada.

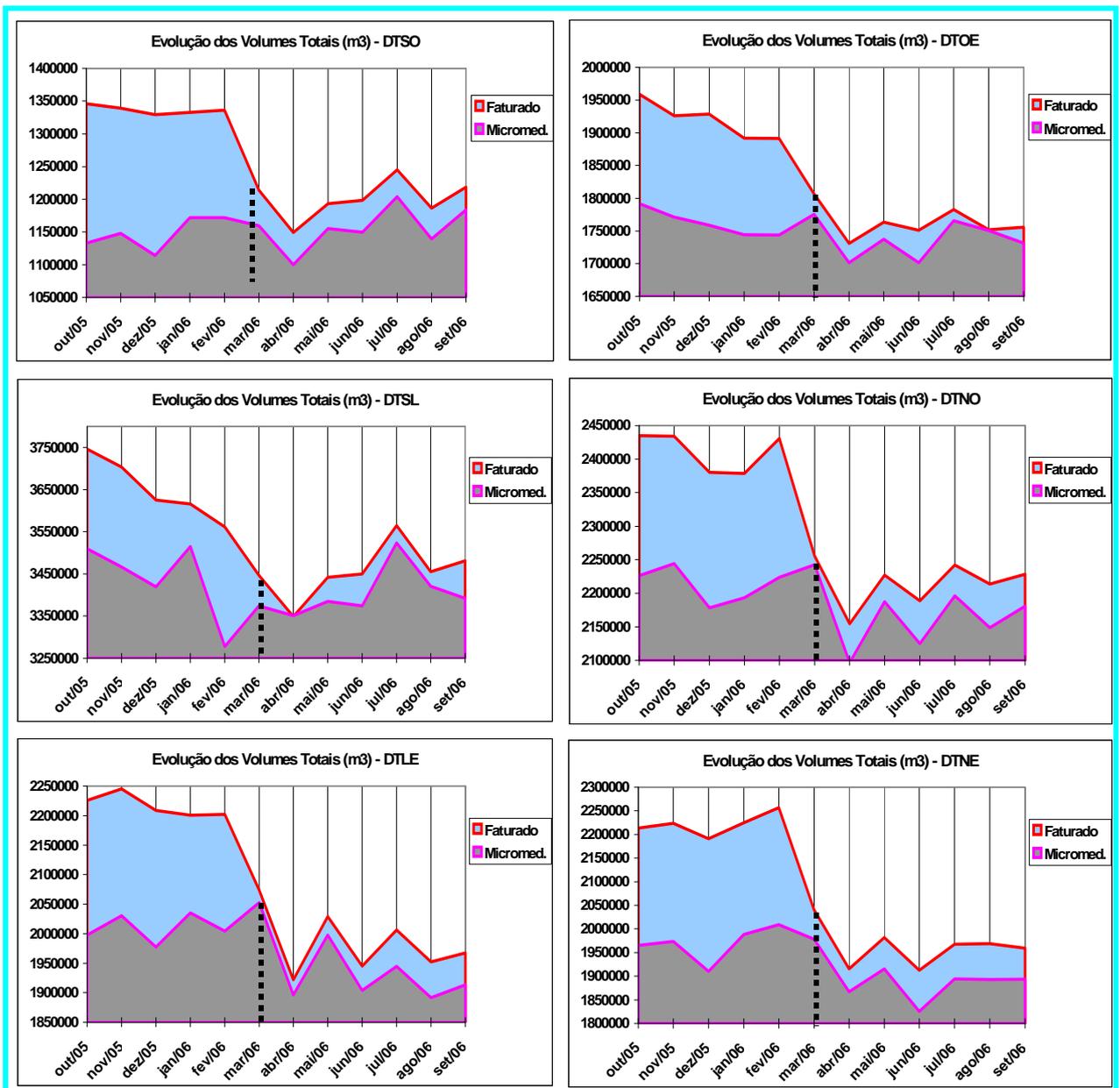


Figura 3.6 - Evolução dos volumes faturados e micromedidos nos Distritos Operacionais da Copasa entre outubro de 2005 e março de 2006. Fonte: Copasa, elaboração do autor

Percebe-se que no momento da aplicação da redução da tarifa mínima houve perda no valor faturado pela concessionária. Sob o ponto de vista exclusivo dos volumes faturados e micromedidos, houve cobrança mais justa por parte da concessionária, dada a expressiva redução na diferença entre os volumes tarifados e consumidos.

Em outra abordagem, um desdobramento da investigação retratou a distribuição de economias entre diversas faixas de faturamento, em dois distritos operacionais, consideradas as tarifas social e comum. Os distritos DTSL e DTSO podem ser considerados, respectivamente, o mais e o menos favorecido economicamente, se considerado o indicador IDH-M de cada distrito.

As Figuras 3.7 e 3.8 mostram a evolução da distribuição de economias dentre as diversas faixas de consumo, em cada distrito operacional de Belo Horizonte, nos anos de 2005 e 2006. A redução do volume mínimo de consumo beneficiou todos os clientes que utilizavam os serviços de água e esgoto e que consumissem até 6m³ /mês com uma redução relativa nos valores de suas contas, já considerando o reajuste de tarifas em vigor. A nova estrutura tarifária trouxe benefício aos clientes com consumo entre 6 e 10m³, uma vez que estariam pagando por 10m³, independentemente do volume consumido, caso esta política não fosse implementada. (ALMEIDA, DIAS, FRANÇA & LIBÂNIO, 2007).

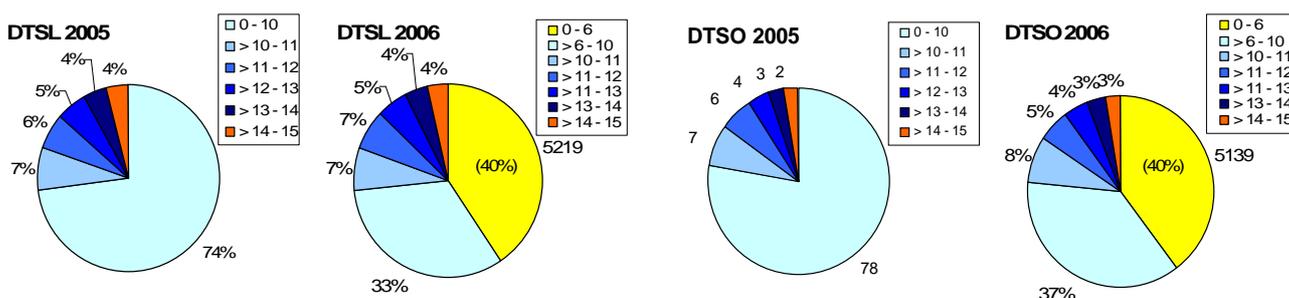


Figura 3.7 - Evolução da distribuição das faixas mensais de consumo (% de economia por cada faixa de consumo, tarifa social). Fonte: Copasa, elaboração de Almeida, Dias, França e Libânio (2007)

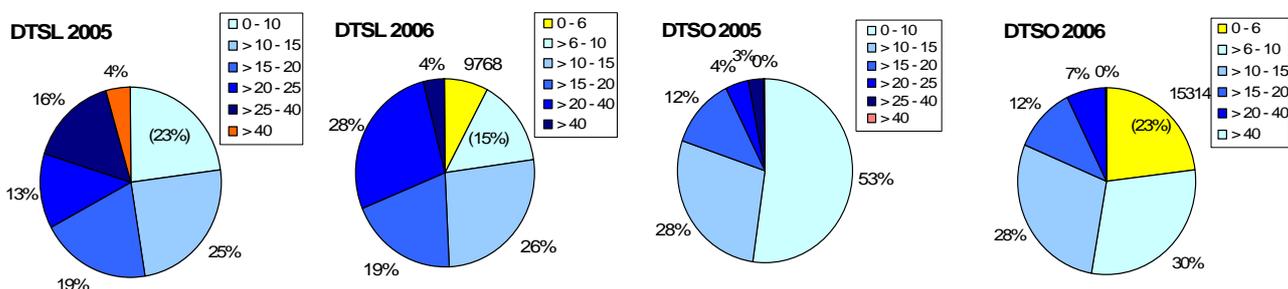


Figura 3.8 - Evolução da distribuição das faixas mensais de consumo (% de economia por cada faixa de consumo, tarifa comum). Fonte: Copasa, elaboração de Almeida, Dias, França e Libânio (2007)

Já na cidade de Porto Alegre, o Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE) da Prefeitura Municipal se encarrega, dentre outros serviços, do abastecimento, tratamento e distribuição de água naquele município. capital do Estado do Rio Grande do Sul. O DMAE em questão foi criado por Lei em 15 de dezembro de 1961, sendo que desde a fundação da capital Porto Alegre, os porto-alegrenses têm o lago Guaíba como seu principal manancial de abastecimento de água (DMAE, 2010).

Atualmente, a distribuição de água em Porto Alegre realiza-se por meio de uma rede com 3.788 Km de extensão, atingindo média de abastecimento de 5,7 m³/s, sendo orientada por um Plano Diretor de Águas que abrange uma área urbana de 47.630 ha e uma população abastecida estimada de aproximadamente 1.500.000 pessoas em 600.550 domicílios (DMAE, 2010).

Como se percebe, o conhecimento dos mecanismos de consumo por parte das populações torna-se indispensável às direções de empresas concessionárias e ao poder público gestor. Somente assim, os processos de planejamento e condução dos abastecimentos urbanos de água potável terão suficiente fundamento para que os mesmo se dêem de maneira integrada e eficiente.

A partir da apropriação do conhecimento tarifário e de consumo, como o investigado sobre os sistemas de distribuição de água em Belo Horizonte, pesquisadores, empresas e o poder público terão maior facilidade em responder questões voltadas às projeções de consumo, dimensionamento de estações de tratamento, rede de distribuição, picos de consumo, variações no faturamento decorrentes de variações nas rendas das populações ou nos preços praticados, dentre outros aspectos afins.

3.2 A energia elétrica e a caracterização de seu consumo

Um insumo que apresenta-se intimamente relacionado ao abastecimento e distribuição de água é a energia elétrica. Para produção de energia elétrica a água torna-se estratégica, principalmente em países como o Brasil, onde a oferta energética mostra que a obtenção e o

potencial de energia elétrica vêm em grande maioria da produção de aproveitamentos hidrelétricos, chegando a 85% do total produzido (ELETROBRAS, 2011).

Curiosamente, de maneira inversa, a energia elétrica aparece como insumo indispensável à captação, tratamento e distribuição de água potável, assim como à coleta, transporte e tratamento de esgotos, representando 2,5% de toda a energia elétrica consumida no Brasil. A energia elétrica constitui-se portanto em insumo básico no processo de tratamento e distribuição de água, tornando-se, em grande parte das concessionárias, o segundo maior custo na operação das companhias de saneamento, perdendo apenas para os custos com a folha de pagamentos com a mão-de-obra. (ELETROBRAS, 2011).

Nesse ótica, surgem abordagens voltadas à prática da eficiência energética, não só sobre o setor do saneamento básico, assim como em amplo espectro de aplicação. Segundo publicação realizada pela Alliance (2002), o consumo de energia na maioria de sistemas de água de todo o mundo ainda poderia ser reduzido em 25% através de ações de otimização e efficientização.

Ressalta-se também, dentre os interesses de pesquisadores que atuam em planejamento energético, a possibilidade de se conservar energia por meio da racionalização do uso urbano da água. Tal possibilidade é defendida por Pompermayer (1996). Nesse sentido, Pompermayer utilizou-se de modelos de regressão os quais se basearam em séries temporais e espaciais de alguns municípios do estado de São Paulo. Resultados mostraram que a energia elétrica consumida para fins de abastecimento domiciliar de água equivale a 13% de todo o consumo residencial de eletricidade. Discutiu-se também as relações estruturais entre as demandas de água e de energia elétrica, além de influências dos fatores sócio-econômicos, climáticos e demográficos.

De forma geral, em se tratando da energia elétrica produzida no Brasil, deve-se conhecer a dimensão da oferta interna que no ano de 2006 atingiu o montante de 406,5 TWh, segundo o Balanço Energético Nacional, publicado pelo Ministério das Minas e Energia em 2007. Tal oferta foi oriunda principalmente da fonte hidrelétrica, como se observa na estrutura de produção mostrada pela Figura 3.9.

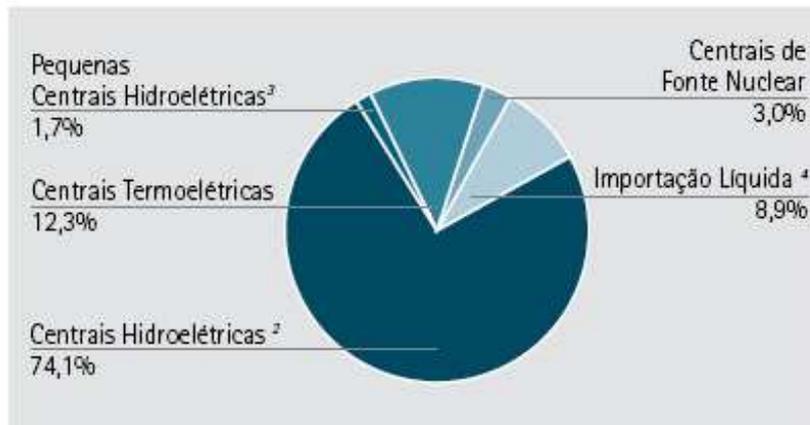


Figura 3.9 – Estrutura da oferta interna de energia elétrica – Brasil. Fonte: Balanço Energético Nacional (MME, 2007)

A disponibilidade adequada de energia elétrica é determinante para o progresso e bem estar de qualquer sociedade moderna. Atualmente destaca-se por ser essencial ao desenvolvimento da humanidade, tendo se mostrado como pano de fundo para maioria dos conflitos internacionais (RIOS, AKAMATSU & SENA, 2009).

Apesar de proporem uma análise mais ampliada, no que tange à satisfação da população, Rios, Akamatsu e Sena (2009) concluíram que o planejamento energético nos dias atuais tornou-se assunto de suma importância, requerendo decisões e reflexões de longo prazo que levem em conta aspectos socioeconômicos, admitindo que os consumidores são indiferentes à fonte geradora de seu consumo de energia elétrica.

No que tange à indiferença do consumidor pelo processo de origem, geração, transmissão e distribuição da energia elétrica, Bermann (2007) enfatiza que é necessário ter uma percepção crítica do nosso modo de vida, incorporando a discussão ao cotidiano da pessoas, no sentido de que a energia é uma série de recursos naturais que estão sendo exauridos ou comprometidos.

Para efeito conceitual, deve-se entender como demanda de energia, a média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado (ANEEL, 2010).

Considerando-se a realidade brasileira, no que tange à cobertura do serviço de distribuição de energia elétrica, pode-se afirmar que há uma quase totalidade na cobertura domiciliar registrada nos estados de Minas Gerais e Rio Grande do Sul. Resultado recente, obtido pelo Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2011), mostra que mais de 99% dos domicílios possuem acesso à rede de distribuição de energia elétrica, conforme mostram as Figuras 3.10 e 3.11.

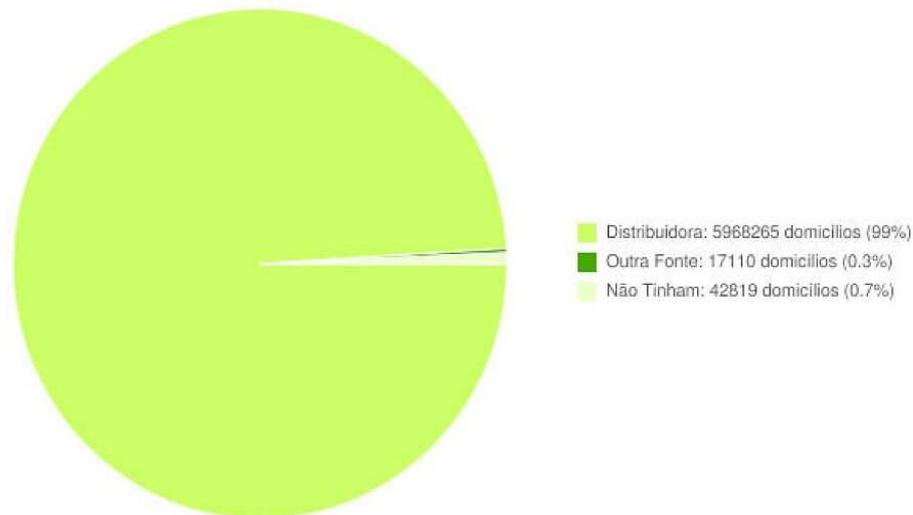


Figura 3.10 – Acesso dos domicílios à energia elétrica no estado de Minas Gerais.

Fonte: Censo Demográfico, IBGE, 2010

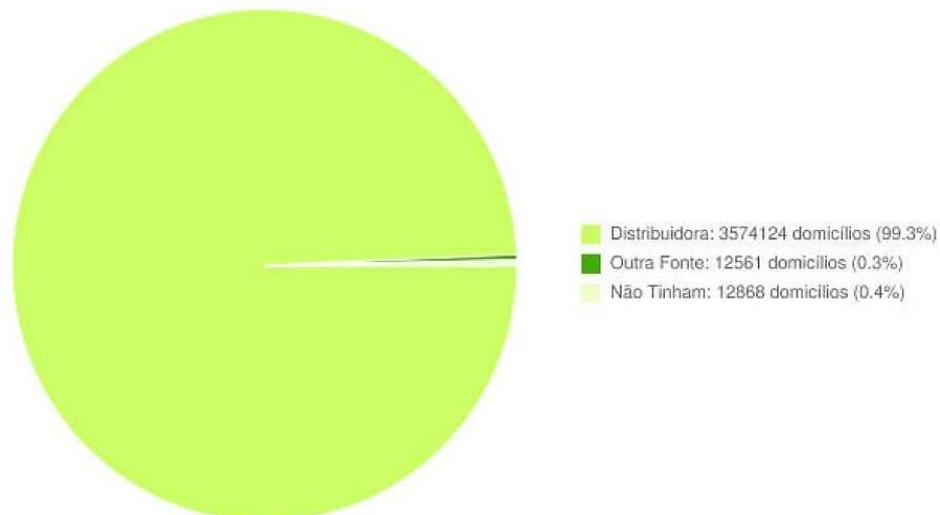


Figura 3.11 – Acesso dos domicílios à energia elétrica no Estado do Rio Grande do Sul. Fonte: Censo Demográfico, IBGE, 2010

No município de Belo Horizonte 100% da energia residencial consumida é distribuída pela CEMIG, que em 2009, se auto colocou como a maior distribuidora de energia elétrica do País (Cemig, 2010).

O crescimento da demanda pode ser suprido de diversas formas, passando pelo aumento de produção ou a racionalização e otimização das operações de distribuição. Entretanto, insumos como energia elétrica e água são fornecidos por empresas concessionárias e estas, para cumprirem suas missões, necessitam de expressivos investimentos em infra-estrutura de suas redes de distribuição. Para que tais investimentos sejam corretamente aplicados torna-se necessário projetar adequadamente o crescimento futuro das demandas de energia elétrica e água.

Esta seção do trabalho vai ao encontro do conhecimento das pesquisas e trabalhos científicos voltados aos mecanismos que regem os consumos dos insumos energia elétrica em centros urbanos. Esse entendimento torna-se primordial para a implementação do planejamento energético das regiões metropolitanas.

O consumo de energia elétrica do Brasil vem sendo objeto de estudo por parte de vários pesquisadores, como os citados na contextualização a seguir. Observando-se tais estudos, nota-se clara relação entre os níveis dos consumos de energia elétrica e o desenvolvimento econômico das populações. Os atuais e principais trabalhos desenvolvidos nessa área, que abordam a realidade brasileira, são decorrentes de teses e dissertações publicadas em centros de referência em planejamento energético pertencentes a diversas universidades. Como reflexão inicial, destaca-se a afirmação de Andrade e Lobão (1997):

“...existem outras variáveis que afetam a quantidade de energia elétrica consumida nas residências, entre as quais, o estoque de eletrodomésticos disponível nas mesmas. Este estoque tem se expandido claramente em função da queda real dos preços destes produtos, à parte a influência que a estabilização monetária e as maiores facilidades de acesso ao crédito têm sobre a aquisição dos mesmos. Isto significa que este é um fator que amplia a quantidade demandada deste serviço, o qual, a despeito de ter uma elasticidade da demanda também baixa, implica exigir que a oferta de energia elétrica se prepare para suprir esta quantidade ampliada.”

Em seus estudos, Caio (1998) contextualiza o consumo *per capita* de energia justificando o entendimento de que a correlação renda consumo torna-se um bom instrumento para previsão de demandas, uma vez que a energia representa, ora um fator de produção, ora um bem de consumo que cresce de acordo com a renda disponível. Em suas recomendações, o autor assinala que a previsão do mercado de energia deve acompanhar os períodos de crescimento da economia, eliminando o risco de déficit, o que implicaria perda representativa no PIB (CAIO, 1998).

Remota do final da década de 90 estudo realizado por Canavarro (1998), onde se evidenciou a necessidade do uso de uma metodologia para assegurar dados de consumos reais que pudessem subsidiar a elaboração de planejamento energético para mesorregiões. Na ocasião, Canavarro contribuiu com matrizes de consumos e intensidades energéticas das regiões estudadas. Ressalta-se que antes do ano de 2000 poucas eram as disponibilidades de dados estruturados de consumo por parte das concessionárias distribuidoras.

Ainda no final dos anos 90, Cursino (1998) analisou o consumo de energia e as perspectivas da demanda residencial de eletricidade, porém somente para o Estado de Rondônia. Cursino, após realizar suas investigações, propôs um modelo no qual se considera variáveis como o número de residências, nível de penetração do uso final, número de horas por serviço de energia e intensidade (potência) do uso final. Na ocasião, o próprio autor argumenta sobre o difícil processo de aquisição das variáveis a serem baseadas em considerações demográficas específicas.

No ano de 2000, Tolmasquim e Szklo desenvolveram pesquisa no Centro de Estudos de Energia da COPPE/UFRJ que associa o consumo de energia à massa salarial do Brasil. Na ocasião, classificaram-se também os demais fatores que influenciam no consumo residencial de energia elétrica. A pesquisa apontou que a possibilidade de aquisição de equipamentos eletroeletrônicos constitui panorama fundamental para a definição do consumo de energia residencial (TOLMASQUIM e SZKLO, 2000).

Ainda, neste momento, pode-se referenciar ainda o trabalho feito por Delgado (2003), no qual a expansão da oferta de energia elétrica pela racionalidade do mercado competitivo é

pesquisada, com objetivo de se verificar se a tendência de expansão, pela ótica do mercado, poderia garantir uma modicidade tarifária aos consumidores.

Corroborando a iniciativa de se pesquisar modelos de previsão de consumo de água a fim de se alcançar regras operacionais mais eficientes, Borges (2004) demonstrou que, com a implementação dos modelos de previsão no sistema adutor metropolitano de São Paulo foi possível reduzir o custo com energia elétrica, otimizando-se os bombeamentos em horários de maior demanda.

Em período mais recente, Carvalho (2005) criticou o planejamento energético de longo prazo realizado no País, apontando no sentido de uma melhor integração entre as atividades de planejamento e os mercados de energia. A contribuição veio por meio da montagem de cenários para a projeção de demanda de energia elétrica do estado da Bahia.

Trabalhos voltados à prospecção do mercado de energia foram desenvolvidos por Leite (2006) visando avaliar programas de eficiência energética implementados na bacia hidrográfica dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Como impacto na demanda energética, o autor estima novos consumos por meio de um modelo desenvolvido especificamente para região em estudo.

Outra iniciativa que visou modelar recursos energéticos, sob o ponto de vista da demanda, foi proposta por Baitelo (2006). Na ocasião, Baitelo (2006) procurou abranger medidas de gerenciamento da demanda e conservação energética dentro de 4 dimensões: técnico-econômica, ambiental, social e política, que resultaram na aplicação de um estudo piloto na região de Araçatuba, SP para o Planejamento Integrado de Recursos.

A fim de subsidiar gestores na priorização de suas ações voltadas à eficiência energética, Morales (2007) utilizou indicadores para caracterizar unidades consumidoras de energia elétrica em 48 instalações da cidade universitária da Universidade de São Paulo. A metodologia empregada por Morales visou propiciar conhecimento dos potenciais de redução de consumo aos gestores do *campus*. Ao final do trabalho, Morales estabeleceu as principais características dos usuários de energia elétrica naquela oportunidade.

Nos estudos de Leite & Bajay (2007) torna-se evidenciada a eminente necessidade de se pesquisar hábitos e consumos, ampliando o conhecimento sobre a demanda energética da população brasileira.

Corroborando esse entendimento artigo publicado por Camargo (2007), no qual se afirma que o conhecimento do mecanismo de demanda é indispensável para se garantir o fornecimento futuro de energia, uma vez que obras de expansão e crescimento das redes distribuidoras devem acompanhar tais previsões. Melo e Pinheiro (2007) concluíram ainda que, no caso da eletricidade, a redução do déficit habitacional, além do crescimento populacional, poderá justificar aumentos expressivos no consumo urbano de energia elétrica.

Por sua vez, Araújo (2007) optou em abordar questões relacionadas às perdas e à inadimplência na atividade de distribuição de energia elétrica no Brasil. Seu trabalho buscou identificar as principais variáveis que pudessem explicar as diferenças de intensidade entre os níveis de inadimplência, propondo modelos explicativos para o fato. As regressões realizadas apontaram para um modelo que explica em mais de 50% as causas da inadimplência, estabelecendo a tarifa média, a taxa de indigência e a urbanização como principais fatores intervenientes.

Diante dessa realidade, o planejamento energético torna-se fundamental para assegurar a continuidade da evolução socioeconômica e o abastecimento contínuo de energia de forma universal para toda a sociedade, conforme atesta Marreco (2007). Desta forma, permite-se inferir que a ausência de adequado planejamento pode acarretar operações ineficientes, resultando em custos elevados, capacidades ociosas ou até mesmo racionamentos.

Segundo Oliveira, Favareto e Guerra (2008), atualmente percebe-se significativa transferência de renda não somente entre classes sociais, como também entre categorias de consumo. Sabe-se que as populações apresentam comportamentos de consumo que variam de acordo com suas rendas familiares e que tais comportamentos podem vir a ser representados por meio de modelos matemáticos que mostram os impactos nas demandas de cada tipo de insumo ou bem, em funções de variáveis explicativas.

Em Achão (2009), analisou-se a decomposição das variações no consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro. Como contribuição, esse autor apresentou análises que

investigaram desigualdades regionais e o acesso à energia elétrica pelas famílias e seus domicílios nas regiões brasileiras.

Aspectos sobre o custo marginal e o déficit de energia elétrica foram mais tarde estudados por Loureiro (2009). Em seu trabalho, Loureiro propõe nova metodologia para se calcular o custo marginal dos déficits de energia a fim de otimizar recursos no planejamento da operação energética. A pesquisa baseia-se em valores do PIB e de consumo de energia elétrica, base mensal, no período de 1995 a 2007, mostrando como se comportaram historicamente tais variáveis e suas respectivas correlações.

O trabalho elaborado por Savoia em 2009 objetivou quantificar as relações entre a demanda de energia elétrica e os principais indicadores socioeconômicos e comportamentais do País. Durante sua pesquisa, Savoia demonstrou a elasticidade da demanda nacional em relação ao produto interno bruto. No entanto, para a classe residencial os resultados se mostraram fracos, necessitando de estudos mais avançados, conforme afirma o próprio autor (SAVOIA, 2009).

Heringer (2010) analisou em sua pesquisa a projeção do mercado de energia elétrica no Brasil, baseando-se em premissas de crescimento econômico e demográfico. Heringer retrata a realidade do consumo de energia elétrica no Brasil, mostrando também as elasticidades da eletricidade em função da variação do PIB.

Desenvolvida com natureza empírica, a pesquisa desenvolvida por Castro e Montini (2010) visou trazer uma contribuição para modelar a projeção do consumo residencial de energia elétrica no Brasil utilizando-se 84 observações mensais, excluindo-se o efeito do racionamento de energia ocorrido no ano de 2001. Nesse trabalho Castro e Montini confirmam a teoria de que a demanda é influenciada pela tarifa média e pela renda da população.

A heterogeneidade da economia brasileira faz com que existam diversos padrões de consumo residencial de energia elétrica. Nesse sentido, o trabalho de Gomes (2010) estimou as elasticidades-preço e renda da demanda residencial de energia elétrica no Brasil utilizando-se de dados de um painel formado por 63 distribuidoras nacionais de energia, considerando-se as tarifas médias praticadas.

Recente pesquisa desenvolvida por Marins (2010) teve como objeto o desenvolvimento de uma metodologia para o planejamento energético nas áreas urbanas. Para tanto, procurou empregar conhecimentos relacionados ao gerenciamento da demanda de energia elétrica em regiões metropolitanas.

Por fim, acredita-se assim que, a implementação de modelos específicos de projeção possa ser utilizada de forma prática como subsídio e ferramenta para que as concessionárias e distribuidoras gerenciem e dimensionem eficientemente suas redes urbanas de serviços de distribuição de energia elétrica, viabilizando-se também um melhor planejamento energético.

Diante desse contexto, esperam-se melhores estimativas de investimentos em infra-estrutura, para acompanhar o crescimento econômico, respeitando-se as metas de universalização da cobertura dos serviços, sem que haja restrições ou colapsos provocados por insuficiências nas topologias das redes de distribuição.

3.3 O resíduo sólido e a caracterização de sua produção

A geração urbana de resíduos sólidos no Brasil vem sendo objeto de estudo por parte de vários pesquisadores, como pode se constatar por meio de trabalhos oriundos de centros de pesquisas voltados ao assunto. Observando-se tais estudos, percebem-se correlações entre os níveis de geração de resíduos e o desenvolvimento econômico das populações.

Resíduos são sub-produtos inevitáveis da atividade humana. No entanto, desenvolvimento econômico, urbanização e o aumento dos padrões de consumo apontam para um crescimento na quantidade e complexidade do resíduo sólido gerado em áreas urbanas, podendo ocasionar graves problemas sanitários, principalmente nos países em desenvolvimento, nos quais ainda se observa pouca capacidade por parte das prefeituras municipais em se lidar adequadamente com tamanha problemática (RATHI, 2007).

Dentre os intrínsecos problemas gerados pela sociedade moderna, que vive em cidades que se agigantam, encontram-se a grande variedade de resíduos produzidos, sejam eles sólidos, líquidos ou gasosos. A disposição, manejo e tratamento desses resíduos apresenta-se diretamente envolvida com os problemas da saúde pública, do meio ambiente e da questão social (PARO, COSTA & COELHO, 2008).

Freire constatou em suas pesquisas que, em todas as análises efetuadas, os avanços do consumo e da industrialização adicionados à integração de pequenas comunidades aos mercados indicam que vem aumentando a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) em todo o mundo (FREIRE, 2009). Endossa essa mesma opinião Padilla (2007), afirmando que no Brasil a geração dos resíduos sólidos cresce proporcionalmente com o aumento da população e com o consumo de produtos.

Atualmente, a gestão de resíduos sólidos urbanos consolida-se como uma das muitas questões ambientais prementes do mundo contemporâneo. Uma das faces deste problema são os resíduos sólidos domiciliares. Sua especificidade é a maneira corriqueira e constante com que cada indivíduo, família e domicílio contribui a cada instante para a produção de resíduos, rejeitos, *lixo doméstico*, que de embaraço no espaço domiciliar se transmuta por vezes em transtorno público, crise e até calamidade urbano-ambiental (SILVA, 2008).

O gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (GRSU) apresenta-se como um dos desafios a serem enfrentados pelos tomadores de decisão na gestão do território. Conseqüentemente, torna-se necessário desenvolver metodologias que tenham como objetivo o auxílio a tomada de decisão nos processos inerentes ao GRSU, os quais envolvem o processamento e análise de dados distribuídos espacialmente (ORNELAS, 2011).

De fato, a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil registrou ultimamente considerável aumento, fato verificado em todas as regiões geográficas, principalmente nas cidades de maior concentração populacional cujas médias de geração passaram de 1,2 kg por habitante.dia, quantidade que é equivalente aos índices verificados nos países desenvolvidos e reveladora dos hábitos de consumo e descarte dos moradores dessas cidades, que ainda não refletem políticas para reduzir o volume de resíduos produzidos (ABRELPE, 2010).

Paralelamente, a sociedade contemporânea convive com uma realidade de produção de resíduos sólidos que tem provocado ações visando promover alternativas de soluções para equilibrar a disponibilidade de espaços *versus* a geração de resíduos sólidos. As tendências para o tratamento destes componentes inservíveis revelam um prognóstico pouco favorável, carecendo de uma gerência sustentável para que os ambientes possam ser mais bem aproveitados, além de possibilitar uma melhor destinação de resíduos para fins de

reaproveitamento ou reciclagem. Além disso, era da informação contribui para o processo de formação de uma comunidade mais consciente de sua responsabilidade social, e conseqüentemente corrobora para construção de um pensamento coletivo sobre sustentabilidade das cidades (TAKAHASHI, 2000).

Diante dessa realidade, o planejamento do gerenciamento e manejo dos resíduos torna-se fundamental para a sustentabilidade dos centros urbanos. Desta forma, pode-se inferir que a ausência de adequado gerenciamento pode acarretar operações ineficientes, resultando em custos elevados, capacidades ociosas ou até mesmo problemas sanitários.

Este trabalho vai ao encontro do entendimento dos mecanismos que regem a produção de resíduos sólidos em centros urbanos. Esse conhecimento torna-se primordial para o planejamento e gestão sanitária das regiões metropolitanas. Para tanto, esta seção versa sobre a projeção da geração dos resíduos em questão, buscando oferecer um ferramental metodológico que permita o levantamento das necessidades futuras de serviços de coleta e tratamento de resíduos gerados pelas populações fixadas em centros urbanos.

Os atuais e principais trabalhos desenvolvidos nessa área, que abordam a realidade brasileira, são decorrentes de teses e dissertações publicadas em algumas universidades nacionais. Constitui-se senso comum na comunidade científica a contemporânea transferência de renda não somente entre classes sociais, como também entre categorias de consumo. Sabe-se que as populações apresentam comportamentos de consumo que variam de acordo com suas rendas familiares e que tais comportamentos podem vir a ser representados por meio de modelos matemáticos que mostram os impactos nas demandas de cada tipo de insumo ou bem, em funções de variáveis explicativas. O crescimento da demanda pode ser suprido de diversas formas, passando pelo aumento de produção ou de serviços. Entretanto, serviços como o de coleta e tratamento de resíduos são prestados pela administração direta ou por empresas concessionárias que, para cumprirem suas missões, necessitam de expressivos investimentos em infra-estrutura e logística de suas operações. Para que tais investimentos sejam corretamente aplicados torna-se necessário projetar adequadamente a evolução futura do comportamento domiciliar urbano no que tange à geração de resíduos sólidos.

A partir da visão de desenvolvimento global consolidada durante a Conferência das Nações Unidas (UN) sobre desenvolvimento e meio Ambiente, sediada no Rio de Janeiro (UN, 1992), diversos estudos surgiram visando apontar tendências e questões problemáticas que pudessem impactar em diversos aspectos as atuais sociedades urbanas. Segundo recente relatório das Nações Unidas (2010), o gerenciamento de resíduos necessita de ação integrada na qual deve-se observar todo o ciclo de utilização dos materiais, buscando a aplicação de técnicas de medição tão eficientes quanto possível, com intuito de convergir no sentido da tríade: redução, reciclagem e reutilização para geração de energia. O documento ressalta ainda preocupação especial não só em relação às produções de resíduos sólidos, mas também em relação aos resíduos de origem eletrônica (UN, 2010). De acordo com as Nações Unidas (2010), a produção de resíduos sólidos em 2006 da União Européia excedeu o valor de 650 milhões de toneladas. Ainda conforme dados divulgados na mesma análise, foram quantificadas áreas urbanas do Caribe e América, nas quais constatou-se uma produção de 131 milhões de toneladas de resíduos em 2005, com previsão para alcançar 179 milhões de toneladas já no anos de 2030. Na Ásia e na África os valores encontrados foram da ordem de 200 milhões de toneladas anuais (UN, 2010).

Mesmo diante de projeções que apontam redução da taxa de crescimento e provável estabilização da população mundial até o ano de 2050, continua sendo preocupante o aumento da produção de resíduos e sua diversidade, particularmente sob o prisma do uso sustentável dos espaços em áreas urbanas (MARTINE, 2001). Martine (2001) defende que a sustentabilidade dos espaços, diante da dinâmica econômica e populacional, deve ser discutida levando-se em conta as inter-relações socioeconômicas que influenciem, dentre outros aspectos, a geração e destinação dos resíduos sólidos.

No Brasil, em convergência às discussões ambientais, promulgou-se em agosto de 2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos, representada pela Lei nº 12.305, consolidando outras prévias ações pertinentes ao tema. Essa regulamentação visa, de forma sintética instituir a política nacional sobre os resíduos sólidos, definindo entendimento comum sobre a terminologia técnica utilizada para designar as referências vinculadas aos resíduos sólidos no País, bem como estruturando diretrizes e estabelecendo ações a serem desenvolvidas pela sociedade no que tange tratamento e destinação dos resíduos sólidos produzidos, além de aplicar responsabilidades comportamentais a todas esferas governamentais (BRASIL, 2010).

Em decorrência de uma pequena disponibilidade de informações especializadas, ressalta-se a iniciativa desenvolvida desde o ano de 2002, pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA), do Ministério das Cidades, relativa a informações sobre a geração, coleta e prestação de serviços voltados ao manejo e tratamento de resíduos sólidos, permitindo obter-se por meio de seus relatórios uma visão situacional acerca dos resíduos sólidos no Brasil (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2009).

Não obstante, especialmente nos grandes centros urbanos brasileiros, percebe-se notório trabalho realizado por parte do setor público convergindo às diretrizes e expectativas preconizadas pelas Nações Unidas. Nos relatórios da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) publicados nos anos de 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 e 2009, nos quais estiveram citados municípios representativos de grande parcela da população do país, dentre outros com menor expressão, pode-se notar a existência de relevantes investimentos de recursos financeiros a fim de prover um serviço sanitário de qualidade. Cabe resaltar, em comparação com os dados iniciais de 2002, que os mais recentes relatórios do SNSA apresentam maior abrangência nos dados tabulados, refletindo os esforços por parte do órgão no sentido de aumentar a participação dos municípios na produção estatística de dados por meio do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS). Espera-se que, com o gradual aumento do número de municípios participantes, a iniciativa do Ministério das Cidades possa conferir maior credibilidade aos resultados divulgados.

Já segundo o relatório divulgado pela ABRELPE (Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais), no ano de 2009, a prestação do serviço de limpeza, especificamente coleta de resíduos urbanos, apresentou crescimento de 8%, se comparado ao ano de 2008. Nesses dados, dentre os municípios pesquisados, a região Sudeste responde por 53% do total de resíduos coletados no país, contra 22%, 11%, 8% e 6% registrados nas regiões Nordeste, Sul, Centro-Oeste e Norte, respectivamente. Quando se observa o processo de coleta seletiva, que está diretamente vinculada ao processo de reciclagem e reaproveitamento, novamente a região Sudeste se destaca, apresentando 78,7% dos municípios contemplando iniciativas de coleta seletiva de resíduos, contra 76,2%, 44,1%, 34,2% e 26,1% verificados nas regiões Sul, Norte, Nordeste e Centro-Oeste, respectivamente (ABRELPE, 2010).

No âmbito de Belo Horizonte, mesmo em período anterior ao dos relatórios anuais publicados pela SNSA, a Superintendência de Limpeza Urbana (SLU), pertencente à prefeitura do município, já tem adotado procedimento sistemático para acompanhamento da produção de resíduos sólidos produzidos na capital de Minas Gerais. Segundo informativos divulgados pelo órgão, percebe-se uma crescente produção de resíduos produzidos pelas comunidades, aliado a um aumento percentual na cobertura da população atendida pelo serviço público de coleta (SLU, 2010).

Por fim, uma outra vertente investigativa pode ser desdobrada quando se pensa na produção de resíduos sólidos em ambientes urbanos. Trata-se do potencial de geração de emprego e renda proveniente das atividades de coleta, seleção e reciclagem, principalmente em uma realidade como a do Brasil, na qual ainda se constata disparidades socioeconômicas nas populações urbanas. Nesse sentido, pesquisa do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), que aborda o retorno sobre serviços ambientais, aponta benefícios potenciais anuais estimados na ordem de 8 bilhões de reais, caso hipoteticamente todos os possíveis resíduos fossem reciclados. No entanto, tal valor é descartado nos aterros e lixões, em função da baixa taxa de reciclagem registrada no País (IPEA, 2011).

A fim de se especificar o foco deste estudo, antes de avançar aos aspectos metodológicos e aos resultados decorrentes deste trabalho, torna-se necessário estabelecer um senso comum acerca da conceituação, terminologia e entendimentos existentes sobre resíduos sólidos perante a comunidade especializada no assunto. No tocante à classificação dos resíduos, de forma complementar à classificação atribuída pela NBR 10.004/2004, o IBAM (2001) entende que os resíduos seriam classificados quanto à origem, como sendo resíduos residenciais, resíduos comerciais, resíduos públicos, resíduos domiciliar especiais, como entulhos de obras, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, pneus, e finalmente resíduos de fonte especial, como, industriais, radioativos, portos, aeroportos, terminais rodoviários, agrícolas, da saúde e domiciliares em cidades turísticas. Ainda segundo o IBAM (2001), um caminhão compactador consiste num veículo de carregamento traseiro que possui capacidade volumétrica variável de 6 a 19 m³. Suas caçambas constituem-se em recipientes tipo *containers*, tornando-se essencial o conhecimento da capacidade de cada veículo para que se possa avaliar adequadamente a capacidade operativa dos serviços.

Diante do exposto, este trabalho visa contribuir oferecendo uma metodologia para modelar a geração de resíduos sólidos em centros urbanos brasileiros, utilizando-se para tal de dados relativos à realidade socioeconômica contemporânea encontrada no município de Belo Horizonte.

Acredita-se assim que, o modelo alcançado possa ser utilizado de forma prática como subsídio e ferramenta para que as prefeituras e permissionárias gerenciem e dimensionem eficientemente suas redes de serviços de coleta e tratamento, viabilizando-se também um melhor planejamento ambiental. Além disso, esperam-se melhores estimativas de investimentos em infra-estrutura, para acompanhar o crescimento econômico, respeitando-se as metas de universalização da cobertura dos serviços, sem que haja restrições ou colapsos provocados por insuficiências nas topologias dos serviços de coleta.

3.4 Aspectos teóricos relacionados ao processo de modelagem e simulação

A necessidade de se compreender o mundo em que se vive incentiva o homem a estabelecer relações entre elementos, com o intuito de prover um maior controle do meio no qual as populações estão inseridas. Diante de outras abstrações, surge a necessidade de se conceber um modelo que consiste na forma pela qual se obtém uma observação estruturada da realidade (GOLDBAR & LUNA, 2000).

De acordo com Goldbarg e Luna (2000), dentre diversos aspectos técnicos do problema a ser modelado, torna-se imprescindível analisar três dimensões que interferem na complexidade da modelagem. O meio ambiente da problemática (tratável ou intratável), o domínio das variáveis (poucas e homogêneas ou muitas e heterogêneas), além da dinâmica do fenômeno (determinístico, estocástico ou indeterminado), constituem dimensões que determinam se a modelagem tornar-se-á factível ou não. Desta forma, o desenvolvimento de um modelo deve preservar os seguintes passos: definição do problema; formulação e construção do modelo inicial; validação do modelo; simulação do modelo; reformulação do modelo; aplicação do modelo.

Segundo a abordagem proposta por Sokolowshi e Banks (2009), a modelagem constitui-se na representação de um fenômeno ou evento do mundo real, na qual se busca a melhor interpretação dos objetos abrangidos pelo modelo. Contudo, ainda não pode prescindir de um sistema matemático. Inicialmente, por ocasião de seu desenvolvimento, a modelagem e simulação foram aplicadas a fins militares, mas atualmente registra-se ampla utilização destas técnicas voltadas não só aos projetos de engenharia, como também às projeções demográficas, econômicas e sociais (SOKOLOWSKI & BANKS, 2009). Na obra de Sokolowsshi e Banks (2009) podem ser encontrados exemplos de modelos orientados a treinamentos – do tipo *stand-alone simulation* – assim como orientados ao suporte de sistemas reais – do tipo *integrated simulation*.

Já sob o ponto de vista de Altiok e Melamed (2007), os modelos são representações simplificadas de um sistema complexo com o objetivo de prover projeções de medidas de interesse, podendo apresentar variações em suas formas físicas, matemáticas, analíticas e computacionais. Altiok e Melamed (2007) defendem que as modelagens devem ser elaboradas fazendo-se uso da seguinte seqüência de processos: análise do problema; coleta dos dados; construção do modelo; verificação do modelo; validação do modelo; projeção e condução de experimentos de simulação; análise dos resultados e recomendações finais. Apesar de claramente identificadas, as fases da modelagem apresentam riscos vinculados à experiência do analista, assim como ao conhecimento específico do problema a ser simulado. Tais fatores devem ser observados a fim de se garantir a confiabilidade desejada, representando assim a compatibilidade com o mundo real (ALTIOK & MELAMED, 2007).

Em processos de modelagem, deve-se sempre que possível, separar as informações relevantes das irrelevantes, de maneira a modelar a situação no sentido de que a mesma seja tratada de forma viável visando tomada prática de decisões (LACHTERMACHER, 2009). Nesse sentido, Lachtermacher (2009) vai mais além e recomenda que gestores tomem suas decisões baseadas em modelos construídos a partir de variáveis relevantes, selecionadas com a ajuda de sua intuição, porém com elevada representatividade. A ideia é que a simplificação deve ser inerente aos modelos, em contrapartida da inviabilidade econômica de se incluir na representação do problema número excessivo de variáveis ou variáveis com alto custo para sua obtenção. Assim, os modelos preditivos em geral devem abranger apenas as variáveis

mais relevantes e que exercem maior impacto sobre o problema (LACHTERMACHER, 2009).

A previsão do consumo futuro de água, energia elétrica e geração de resíduos sólidos em uma determinada região é uma tarefa que demanda um elevado esforço de análise de dados e de previsão de tendências futuras. Usualmente, utilizam-se modelos matemáticos desenvolvidos especialmente com esse objetivo. Tais modelos utilizam um conjunto de dados de entrada. Normalmente esses dados são relativos ao Produto Interno Bruto (PIB), a distribuição de renda ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e a um conjunto de particularidades locais tais como temperatura, relevo, costumes e forma de ocupação urbana entre outros.

Um entendimento que também se coloca no sentido da preocupação com os atuais níveis de demanda é o de Martinez (2005). A interpretação de que os futuros incrementos de demanda de insumos devem ser avaliados segundo seus intervenientes econômicos mais diretos, se colocou como uma das principais premissas e fundamentos desta pesquisa. Afirma Martinez (2005) que:

“O atual modelo de vida, baseado em uma sociedade de consumo tem como consequência inevitável um crescente aumento do consumo per capita de insumos... Esse modelo aponta para um futuro incerto e com consequências de difícil previsão.”

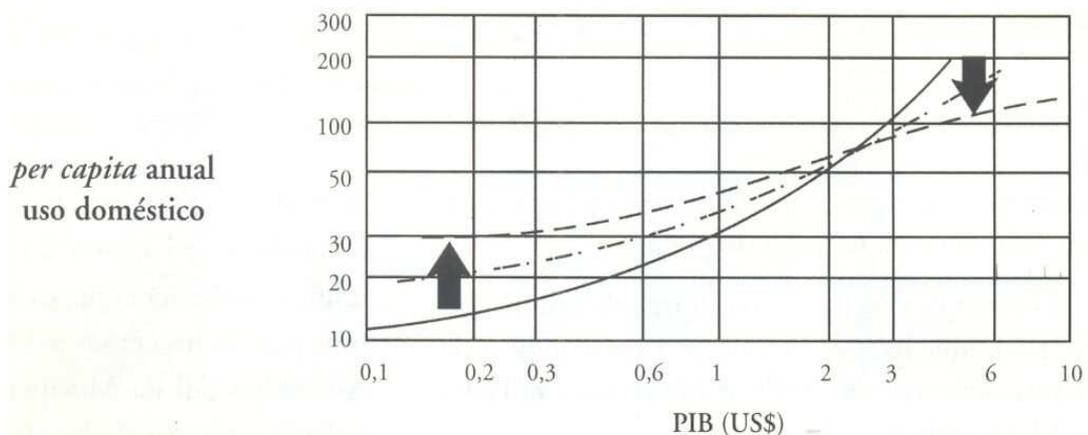
Uma das técnicas mais simplificadas de se projetar futuros consumos seria estimar as respectivas demandas em função de curvas que levam em consideração o poder de compra, representado pelos rendimentos da população, e a quantidade de água consumida. Se por um lado essas técnicas simplistas levam em conta um número menor de fatores intervenientes, podendo sugerir alguma imprecisão, por outro, facilitam e viabilizam as projeções, uma vez que a obtenção de todos os dados intervenientes, por vezes, se faz de elevada dificuldade para aquisição dos mesmos.

A aplicação de técnicas para projeção de demanda tem sido amplamente adotada pelas concessionárias na América do Norte (AWWA, 2009). Em geral as projeções de demanda podem ser anuais, mensais, diárias, por classes de consumidores, por picos de consumo, além de projeções que relacionam a demanda e o faturamento das companhias.

Para que as projeções de consumo não se restrinjam somente na multiplicação dos consumos *per capita* pela projeção das populações, cada vez mais concessionárias utilizam-se de análises de projeção baseadas em padrões de consumo segundo as classes do consumidor, segundo Billings & Jones (2008). Tratam-se de métodos mais sofisticados que focam o rendimento dos consumidores e não confiam somente no crescimento das populações, permitindo assim melhores projeções e planejamentos por parte de tais companhias.

Nesse sentido, a Texas Water Development Commission desenvolve grande programa de análise de demanda de água utilizando-se de modelos de regressão baseados em microdados de uma população em torno de 9 milhões de habitantes (BELL & GRIFFIN, 2006, *apud* BILLINGS & JONES, 2008).

O comportamento do consumo demonstrado pela Figura 3.12 endossa a tendência mostrada por Falkenmark em 1986, na qual o autor aponta, no decorrer do tempo, um acréscimo de consumo doméstico de água nas faixas mais baixas do PIB e decréscimo nas faixas mais altas, com leve tendência à saturação, conforme mostram as setas verticais da Figura 3.12.



Legenda: (___) 1965; (-.-.-) 1980; (.-.) 2000

Figura 3.12 – Evolução do consumo doméstico *per capita* de água em função do PIB;
Fonte: Falkenmark, 1986, *apud* Rebouças, 2006

O planejamento e a gestão de projetos de redes de abastecimento urbano de água devem incorporar em seu desenvolvimento o conhecimento do próprio consumo, no que tange à forma e quantidade que se consome no presente, assim como as projeções das demandas futuras. Carência de estudos relacionados à modelagem de demanda futuras exemplifica-se

pela própria Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que preconiza, por meio da norma NBR 12211 (1992), que trata da concepção de sistemas de abastecimento de água, a adoção de demandas obtidas não somente através de tabelas de consumo *per capita*, mas também pelo emprego de análises mais abrangentes. Em seu item 5.3.6, a norma diz:

“... inexistindo meios para determinar os consumos, as demandas devem ser definidas com base em dados de outras comunidades com características análogas à comunidade em estudo.”

Aplicações das práticas de modelagem foram empregadas pelos pesquisadores Panagiotidou, Gekas e Stavrakakis (2009), nas quais tracejou-se um estudo de simulação da produção de resíduos sólidos com a finalidade de geração de energia. Tal abordagem foi desenvolvida para três distritos gregos, Chania, Crete e Grece, onde o balizamento dos trabalhos também pautou-se em dados estatísticos apresentados pelo serviço nacional de estatística daquele País.

Em linha de investigação semelhante, Bach, Mild, Natter e Weber (2004) delinearam um estudo estabelecendo relação dos fatores sócio-demográficos e logísticos com a geração de resíduos de papel. Nesse trabalho, evidenciaram-se os principais componentes que apresentaram afinidade com o aumento na coleta de resíduos de papel, com intuito de subsidiar tomadores de decisão e apoiar planos estratégicos voltados à área específica em questão. Os dados amostrais possibilitaram estabelecer correlações entre o aumento de resíduos de papel e fatores comportamentais como turismo e viagens de negócio, poder aquisitivo da população e o número de empregados de empresas, indústrias e serviços.

Estudo realizado acerca do gerenciamento de resíduos sólidos foi elaborado por Solano (1999), no qual uma modelagem matemática é apresentada para representar fluxos de massa em um processo de gerenciamento municipal de resíduos. A metodologia proposta baseia-se em programação linear, onde duas funções objetivo compostas buscam minimizar os custos de manejo dos resíduos, assim como minimizar o custo de emissões de gases nocivos ao meio ambiente. Restrições tecnológicas são representadas por meio de equações restritivas de ordem linear. Validações são realizadas por meio de combinações de cenários estratégicos baseados em uma região urbana hipotética de médio porte (SOLANO, 1999). Todavia,

permanece a lacuna relacionada ao comportamento dos volumes totais de resíduos gerados e suas projeções.

Na cidade de Mumbai, região metropolitana mais populosa da Índia, observa-se atualmente forte impacto sanitário provocado por extravasamentos de resíduos sólidos não coletados em sua rede viária. Diariamente, são produzidas mais de 6.250 toneladas de resíduos sólidos. Custos econômicos e ambientais associados são considerados em um estudo realizado com objetivo de desenvolver um modelo para gerenciar o manejo de resíduos naquele município. Mais uma vez optou-se pela modelagem por meio de programação linear para tratamento do problema, porém utilizando-se de dados advindos de questionários aplicados, uma vez que a municipalidade não dispunha de informações sistematizadas (RATHI, 2007).

A heterogeneidade da economia brasileira faz com que existam diversos padrões para a geração de resíduos sólidos. A partir de uma amostragem representativa em cidades brasileiras, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2010) elaborou um relatório a fim de retratar o panorama da geração e reciclagem dos resíduos sólidos gerados nos municípios pesquisados. Análises mostraram alta correlação entre o tamanho da população das cidades e a produção *per capita* de resíduos gerados. Em todas as regiões geográficas do Brasil tal coeficiente de determinação (R^2) entre população e geração *per capita* de lixo suplantou 0,80. Todavia, o trabalho não estratificou as populações em classes socioeconômicas e tampouco estabeleceu modelos preditivos para a geração de resíduos domiciliares nos ambientes urbanos. A publicação da ABRELPE (2010) apresenta diversos indicadores relacionados aos serviços voltados aos resíduos agregados por regiões, mas não abordam suas coberturas territoriais ou populacionais.

Na proposta de modelagem desenvolvida por Caldeira (2008), objetivou-se elaborar um modelo estatisticamente significativo que correlacione variáveis geográficas, demográficas, políticas e socioeconômicas dos domicílios e municípios mineiros à cobertura do serviço público de coleta dos resíduos sólidos domiciliares urbanos. Na oportunidade, modelaram-se hierarquicamente os determinantes, tendo-se como variável resposta a presença de coleta dos resíduos sólidos nos domicílios urbanos do estado de Minas Gerais. O trabalho de Caldeira (2008) apresenta ainda vasta abordagem em análises descritivas, porém deixa permanecer a

lacuna relacionada ao interesse voltado à ótica do planejamento de futuras demandas de serviços de coleta e tratamento de resíduos.

Corroborando a iniciativa de se pesquisar modelos de previsão de geração de resíduos sólidos, Silva (2008) buscou elucidar algumas variáveis que pudessem aferir a produção de resíduos com foco em Belo Horizonte. Seu trabalho abrange aspectos relevantes às questões demográficas locais. Na ocasião, o próprio autor argumenta sobre o difícil processo de obtenção das variáveis a serem consideradas nas análises demográficas específicas. No entanto, dentre o universo do marco teórico investigado, talvez a pesquisa que mais se aproxime do trabalho ora desenvolvido seja a própria dissertação desenvolvida por Silva (2008).

Nos esforços implementados por Silva (2008), analisaram-se as relações entre variáveis populacionais e a produção de resíduos sólidos domiciliares no município de Belo Horizonte. Mais especificamente, a abordagem de Silva (2008) baseou-se na investigação dos diferenciais socioeconômicos e demográficos e suas influências na composição e geração de lixo no município. Na ocasião, foram cruzados dados advindos da SLU com as informações provenientes do Censo Demográfico do ano de 2000, perfazendo-se análises multivariadas em *clusters* espaciais por meio do *software Stata*, tanto sob o prisma demográfico populacional, quando sob a ótica socioeconômica.

Os resultados encontrados apontaram correlação significativa entre renda, escolaridade e geração de resíduos sólidos (SILVA, 2008). No entanto, pelo próprio propósito da pesquisa, Silva impingiu interpretação demográfica aos resultados, discutindo aspectos voltados a grupos de faixas etárias, número de filhos por casais, além de perfis urbano-contemporâneos dos chefes de domicílio. Perante as discussões expostas na dissertação de Silva (2008), percebe-se que o autor atribuiu ao processo de geração de resíduos um sistema integrado, decorrente de um conjunto estruturado de variáveis, não havendo relação independente que pudesse ser destacada.

Em princípio, poder-se-ia questionar uma metodologia adversa, a exemplo da adotada nesta pesquisa, na qual um possível enfraquecimento do modelo pudesse ser registrado quando se descarta componentes de variáveis do mesmo. Contudo, há que se considerar um ponto de

corde, a partir do qual a inclusão de novas variáveis leva a resultados discretamente distintos, não incorrendo portanto em diferencial de explicação.

Como atesta o próprio Silva (2008), os dois principais componentes, renda e escolaridade, são responsáveis por mais de 65% da variância total encontrada nos dados analisados. Além disso a obtenção conjuntural dos demais grupos de variáveis populacionais e informações econômicas torna-se de difícil obtenção ou de difícil projeção, em função da ausência de levantamentos sistemáticos que possam aferir tais dados perante a sociedade, ou pelo inerente embaraço de se projetá-los, inviabilizando assim a aplicação de modelos complexos por parte dos gestores e planejadores urbanos.

Destarte, os resultados auferidos por Silva (2008) não esgotam o problema, sob o ponto de vista e interesse da engenharia, uma vez que não apresentam um modelo matemático definido que possa estimar ou projetar a geração de resíduos sólidos, visando o planejamento sanitário das cidades sob cenários hipotéticos futuros. Mesmo assim, a pesquisa de Silva torna-se de grande valia para a modelagem da geração de resíduos, uma vez que evidencia a renda e a educação como fatores de maior interveniência na produção de lixo, em detrimento das demais variáveis socioeconômicas e populacionais, que apresentaram baixa correlação no processo comparativo em questão.

Diante do referencial teórico pesquisado, pode-se afirmar que a metodologia empregada no presente trabalho atende ao fluxograma das etapas recomendado para desenvolvimento do processo de modelagem, conforme propõe a maioria da literatura teórica especializada, além de contribuir às linhas de pesquisa que se orientam no sentido do entendimento dos mecanismos de geração de resíduos sólidos em áreas urbanas.

Portanto, a partir do contexto investigado, espera-se ajustar um modelo explicativo para a geração domiciliar urbana de resíduos sólidos, segundo cenários socioeconômicos estabelecidos. O modelo, além de definir a correlação entre renda *per capita* da população e a geração de resíduos sólidos, busca mostrar que é possível projetar futuras gerações de resíduos, dentro das proporções indicadas por suas funções, segundo um cenário de distribuição populacional em termos de seu tamanho, suas classes socioeconômicas e de seus rendimentos.

3.5 Conceituações e considerações econômicas

3.5.1 A evolução da renda e aspectos do orçamento familiar brasileiro

Inicialmente, deve-se compreender exatamente o conceito de renda que será empregado nesta pesquisa. Mais especificamente, serão utilizados nas análises os rendimentos efetivamente recebidos nos meses de referência, isso tanto para rendimentos absolutos quanto para rendimentos médios, *per capita* ou regionais.

Como *renda*, Michaelis (2006) descreve em seu dicionário:

“s. f. 1. Produto anual ou mensal de propriedades rurais ou urbanas, de bens móveis ou imóveis, de benefícios, capitais em giro, empregos, inscrições, pensões etc.; produto, receita, rendimento. 2. Preço de aluguel. 3. Rendimento líquido depois de deduzidas as despesas materiais.”

A seguir, explicita-se o conceito de rendimento efetivo, segundo o IBGE (2007):

“Considera-se como rendimento efetivamente recebido do trabalho no mês de referência aquele que a pessoa de fato recebeu no mês de referência. Para a remuneração em produtos ou mercadorias, do grupamento de atividade que compreende a agricultura, pecuária, caça, silvicultura, exploração florestal, pesca e aquíicultura, considera-se o valor em dinheiro dessa remuneração que a pessoa de fato utiliza ou retira no mês de referência. Para a pessoa licenciada por instituto de previdência, considera-se o rendimento bruto efetivamente recebido como benefício em dinheiro (auxílio-doença; auxílio por acidente de trabalho, etc.) no mês de referência. Para o empregado, o rendimento bruto efetivamente recebido no mês de referência inclui todos os ganhos extras (bonificação anual, salário atrasado, horas extras, participação nos lucros, 13º salário, 14º salário, adiantamento de parte do 13º salário, etc.) e considera todos os descontos ocasionais (faltas, parte do 13º salário antecipado, prejuízo eventual causado ao empreendimento, etc.). Para o conta própria e o empregador, o rendimento efetivamente recebido no mês de referência inclui todos os ganhos extras (bonificação anual, distribuição anual de lucros, etc.) e exclui todas as perdas ocasionais (pagamento de prejuízo eventual do empreendimento, etc.).” (IBGE, 2007).

Cabe ressaltar a opção em se adotar a renda efetiva em detrimento da renda habitual, pois a primeira, ao refletir as sazonalidades, períodos ou estações do ano, melhor se propõe à demonstração das possíveis e reais efeitos sobre o consumo doméstico de água pelas famílias.

Outro ponto que se deve ressaltar reporta-se ao conceito de renda adotado nesta pesquisa refere-se à renda auferida diretamente pela população conforme definido nos parágrafos anteriores, diferindo, portanto, de outros indicadores de rendimento indireto, como por exemplo: arrecadação *per capita* ou PIB (Produto Interno Bruto) *per capita*.

Antes de prosseguir para a especificação da evolução da renda no Brasil, torna-se conveniente discorrer um pouco sobre a distribuição da mesma perante a população. Segundo análise feita por Bermann (2002), dos anos 80 até o início dos anos 2000 o grau de desigualdade na distribuição de renda brasileira praticamente não se alterou. Os índices de Gini anuais ficaram em torno de 0,584, atingindo um pico de 0,620 para o ano de 1990, indicando que a distribuição da riqueza manteve seu caráter vergonhoso (BERMANN, 2002).

A afirmação de Bermann fundamenta-se no fato de que no ano de 1995 1% da população mais rica detinha 13,9% do rendimento total do país, superando a parcela de 50% dos mais pobres que participavam somados a apenas 13% de todo o rendimento nacional. Somente a partir do ano de 2008 o índice de Gini brasileiro assume valores jamais registrados, caindo para 0,524 em 2009 e culminando em 0,510 no final de 2011, favorecendo assim a uma redução nas desigualdades de renda por parte das populações (FGV, 2012).

No Brasil, observa-se hoje que os gastos das famílias urbanas com água e energia elétrica ficam respectivamente na média de 0,9% e 2,3% do orçamento familiar (IBGE, 2009). As participações são expressivamente menores em relação à alimentação e educação, como pode ser visto na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Participação percentual na média mensal das despesas no orçamento familiar urbano - Brasil 2008-2009

Insumos	Brasil	Faixas de rendimento mensal familiar (R\$)						
		até 830	de 831 a 1.245	de 1.246 a 2.490	de 2.491 a 4.150	de 4.151 a 6.225	de 6.226 a 10.375	mais de 10.375
Água e Esgoto	0,9	1,9	1,7	1,4	1,0	0,7	0,5	0,4
Energia Elétrica	2,3	3,8	3,7	3,2	2,5	2,1	1,6	1,2
Educação	2,6	1,0	1,2	1,7	2,5	3,1	4,1	2,9
Alimentação	15,3	26,0	23,8	20,3	16,4	13,6	11,7	8,5
Impostos	4,9	1,7	1,6	2,2	3,1	4,4	6,2	10,1

Fonte: Pesquisa de Orçamentos Familiares, POF (IBGE, 2009)

Apenas para efeito comparativo, ressalta-se que em ambientes rurais os gastos com água são bem menos participativos dentro dos orçamentos familiares. Gastos com energia elétrica na área rural se aproximam do ambiente urbano, representando em média, 2,1% dos orçamentos. Porém, em relação ao insumo água, esse percentual não passa de 0,3% dos orçamentos familiares despendidos pelas populações que vivem no meio rural (IBGE, 2009).

Ao se focar a questão de forma segmentada, observam-se diferentes pesos entre os gastos com água e energia elétrica das famílias. A Figura 3.13 expressa graficamente o comparativo entre a participação percentual dos gastos com água e energia elétrica dentro do orçamento mensal de famílias urbanas segregadas por faixas de rendimento familiar, no ano de 2009.

A Figura 3.13 revela ainda que, mesmo havendo prática de tarifas sociais por parte das concessionárias, os insumos água tratada e a energia elétrica possuem maior peso no orçamento das famílias economicamente menos favorecidas. Dessa forma pode-se inferir que as políticas de subsídios orientadas às populações mais pobres não são suficientes para fazer com que a água e energia elétrica tenham a mesma significância em termos orçamentários entre estas populações. No entanto, pode-se inferir que essa maior participação dos gastos com água e energia elétrica no orçamento das famílias mais pobres possivelmente provoca um uso mais racionalizado desses insumos por parte dessas mesmas populações.

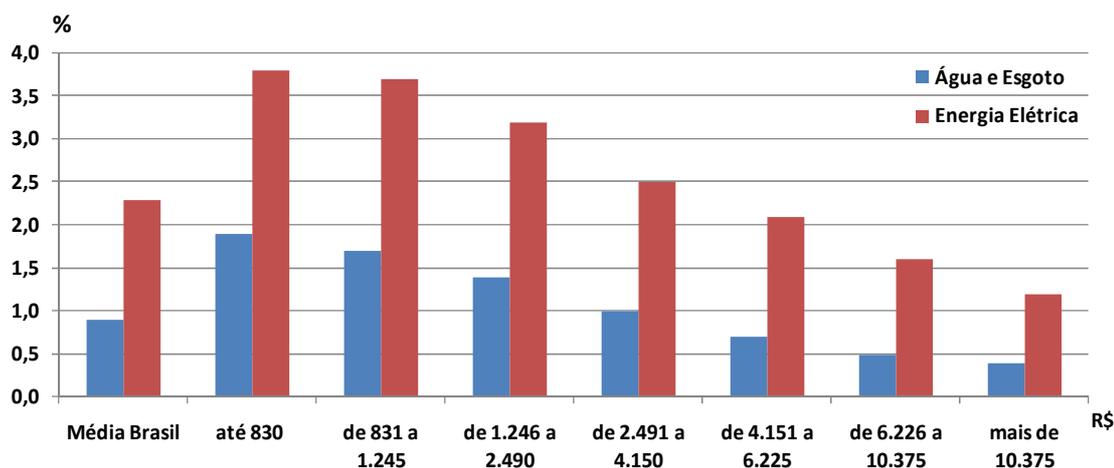


Figura 3.13 – Percentual relativo aos gastos com água e energia elétrica dentro do orçamento familiar brasileiro, segundo faixas de rendimentos familiares (R\$) no ano de 2009. Fonte: POF, IBGE

Mesmo na faixa de rendimento menor, ou seja, até R\$ 830,00 reais mensais por família, o gasto com água e energia elétrica somados gira em torno de 6% do orçamento total familiar. Ao se observar as faixas mais favorecidas, constata-se que esse percentual de gastos com água e energia elétrica vai diminuindo a medida que se aumenta a renda familiar, chegando em torno de 1,6% do orçamento mensal, quando se trata da categoria mais rica.

Partindo-se parte para análises regionalizadas, evidenciam-se outras diferenças. A Tabela 3.4 apresenta os números relativos à distribuição da participação dos gastos com água e energia entre as famílias da Região Sudeste, segundo faixas de renda familiar.

Observa-se que na Região Sudeste os gastos com água e energia elétrica são idênticos aos das médias brasileiras, indicando assim que a região apresenta boa representatividade da realidade brasileira. No entanto, em relação à média nacional, as famílias menos favorecidas economicamente residentes na Região Sudeste apresentam gastos com energia elétrica que representam maior peso relativo no orçamento. Ao contrário, na faixa de renda mais abastada, os gastos com água representam relativamente menos em relação aos orçamentos familiares, se comparados à mesma faixa de mais alta renda brasileira.

Tabela 3.4 - Participação percentual na média mensal das despesas no orçamento familiar na Região Sudeste - 2008-2009

Insumos	Região SE	Faixas de rendimento mensal familiar (R\$)						
		até 830	de 831 a 1.245	de 1.246 a 2.490	de 2.491 a 4.150	de 4.151 a 6.225	de 6.226 a 10.375	mais de 10.375
Água e Esgoto	0,9	1,8	1,7	1,4	1,0	0,7	0,5	0,3
Energia Elétrica	2,3	4,2	4,1	3,4	2,5	2,1	1,6	1,2
Educação	2,7	0,8	0,9	1,6	2,6	3,2	4,4	3,1
Alimentação	14,8	26,0	23,8	20,3	16,4	13,6	11,7	8,5
Impostos	5,3	2,8	1,6	2,3	3,0	4,3	6,5	10,4

Fonte dados: POF, IBGE, 2009

Mesmo não sendo o foco principal deste trabalho, há que se considerar a discrepância dos gastos totais com educação entre famílias mais ricas e famílias mais pobres. Famílias que ganham de R\$ 6.226 a R\$ 10.375 chegaram a gastar quase 4,5% dessa renda com educação. Já as famílias que ganham até R\$ 830 mensais não chegam a investir 1,0% desse montante em educação (Figura 3.14). Conclusão: a princípio, somente o ensino público gratuito poderia capacitar a fatia mais pobre da população para que a mesma possa se qualificar e então participar do mercado de trabalho que melhor remunera os trabalhadores.

De forma surpreendente, as populações da Região Sul gastam relativamente menos com energia elétrica se comparados aos gastos percentuais da população da Região Sudeste. A Tabela 3.5 mostra os números percentuais com gastos com energia elétrica da Região Sul, podendo-se observar que tais percentuais são menores em todas as faixas salariais estratificadas pelo IBGE (Figuras 3.14 e 3.15).

Se considerado o gasto relativo do orçamento com água e esgoto, percebe-se uma paridade relativa entre as duas regiões. No entanto, pela análise das figuras 3.14 e 3.15, constata-se ainda que, na Região Sul, além do insumo energia elétrica, os gastos com educação também são relativamente menores que os gastos da Região Sudeste.

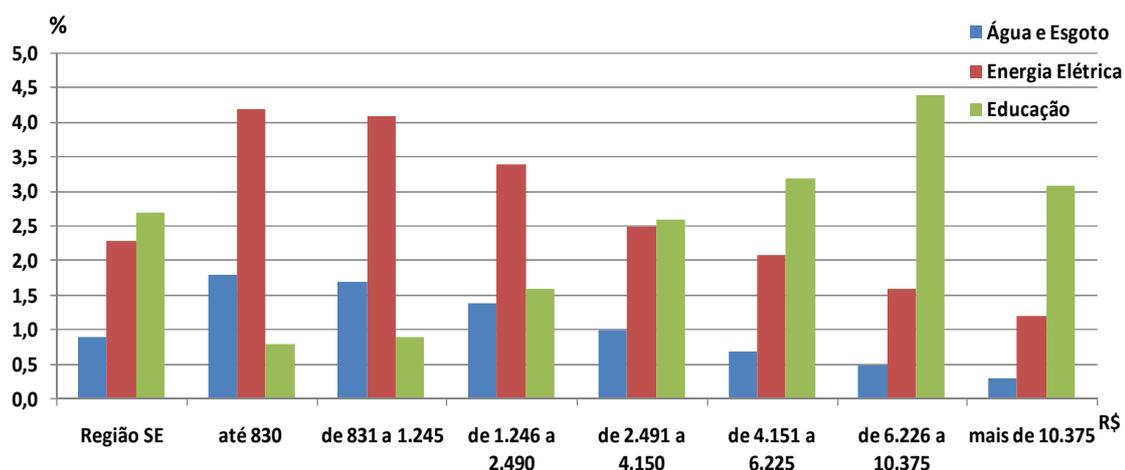


Figura 3.14 – Percentual relativo aos gastos com água, energia elétrica e educação dentro do orçamento familiar, segundo faixas de rendimentos familiares (R\$), Região Sudeste, no ano de 2009. Fonte: POF, IBGE

Tabela 3.5 - Participação percentual na média mensal das despesas no orçamento familiar na Região Sul, 2008-2009

Insumos	Região Sul	Faixas de rendimento mensal familiar (R\$)						
		até 830	de 831 a 1.245	de 1.246 a 2.490	de 2.491 a 4.150	de 4.151 a 6.225	de 6.226 a 10.375	mais de 10.375
Água e Esgoto	0,9	2,0	1,8	1,4	0,9	0,7	0,6	0,3
Energia Elétrica	2,2	4,1	3,6	3,2	2,4	1,9	1,4	0,9
Educação	2,0	0,9	1,4	1,5	1,7	2,6	3,4	2,0
Alimentação	14,9	23,1	21,3	19,7	15,7	13,7	11,2	8,0
Impostos	4,0	1,9	2,3	2,4	3,3	3,8	4,8	7,8

Fonte: POF, IBGE, 2009

Segundo Oliveira, Favareto e Guerra (2008), a magnitude dos freqüentes reajustes tarifários da energia elétrica ocorridos após o ano de 2004 tem apresentado efeito perverso sobre as classes sociais mais baixas, pois estariam levando a uma retração do consumo domiciliar. De fato, se comparados ao início do período analisado nesta pesquisa, o poder de compra, em relação ao insumo energia elétrica por parte da população, não demonstrou acréscimo real.

Ressalta-se para efeito comparativo que, a capital gaúcha apresentava uma densidade demográfica de 2.859,48 habitantes/Km², segundo a contagem de população realizada pelo IBGE no ano de 2007. Naquele ano de 2007, Porto Alegre alcançara um Produto Interno

Bruto consolidado com base em 2005 da ordem de R\$ 27.977.350.000,00, indicando portanto uma PIB *per capita* de R\$ 19.693,11, valor 67,4% maior, se comparado ao PIB *per capita* da cidade de Belo Horizonte.

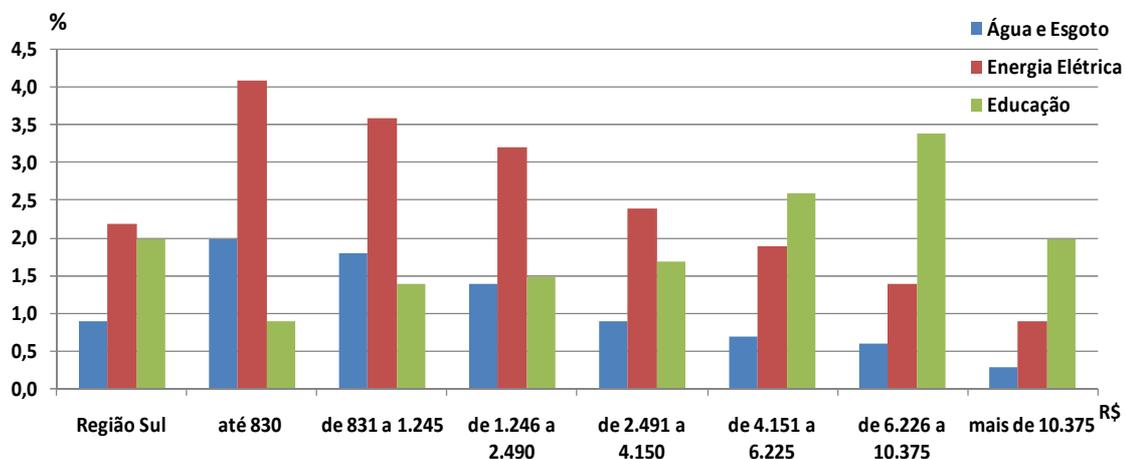


Figura 3.15 – Percentual relativo aos gastos com água, energia elétrica e educação dentro do orçamento familiar, segundo faixas de rendimento familiar (R\$), Região Sul, no ano de 2009. Fonte: POF, IBGE

Especificados os diferenciais entre os orçamentos familiares de regiões brasileiras, faz-se necessário compreender a sistemática de apuração conjuntural para a renda domiciliar em regiões metropolitanas. A Pesquisa Mensal do Emprego (PME), desenvolvida mensalmente pelo IBGE, a partir de sua nova metodologia, iniciada em março de 2002, apura os rendimentos mensais da população economicamente ativa nas 6 maiores regiões metropolitanas do Brasil, a saber: Porto Alegre, São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Salvador e Recife (IBGE, 2010).

A Figura 3.16 mostra a evolução dos rendimentos nominais médios, obtidos considerando-se todas as regiões citadas, destacando-se em curvas distintas os valores obtidos antes e após o processo de imputação estatística que usualmente é realizado para atribuição de valores faltantes referentes às variáveis de rendimento.

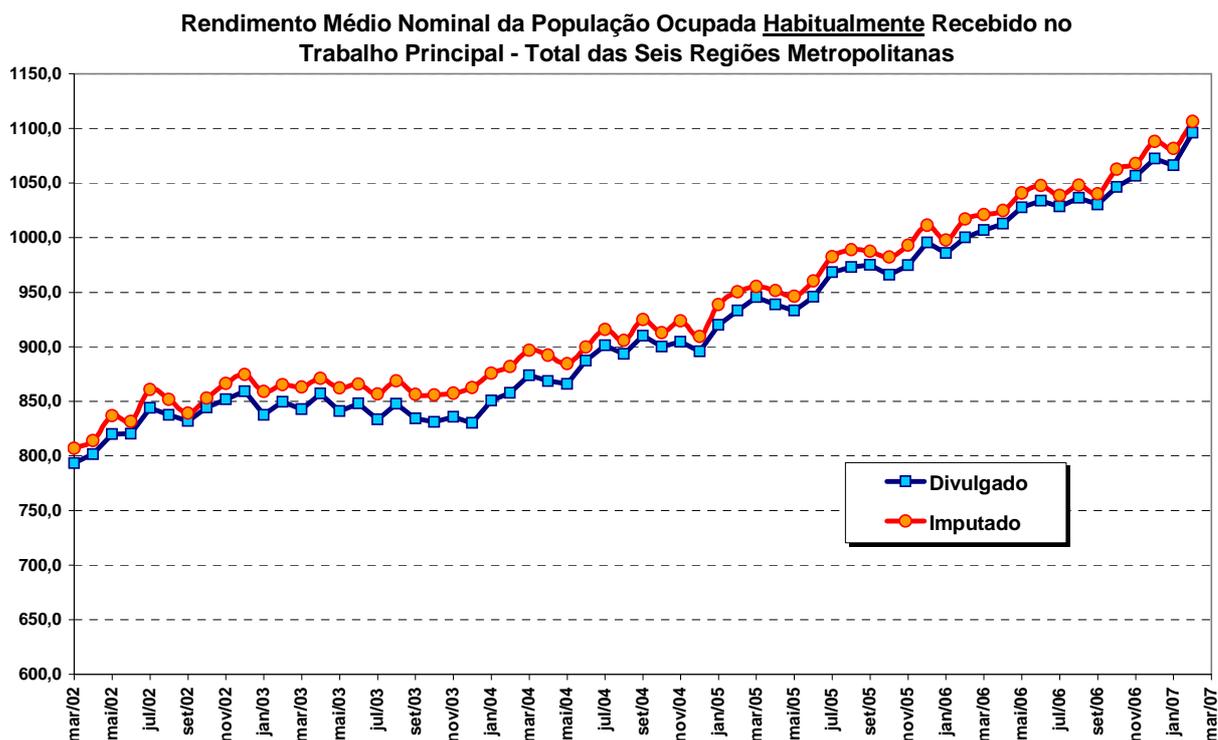


Figura 3.16 – Evolução do rendimento médio nominal (R\$) das 6 regiões metropolitanas brasileiras nas quais se realiza a PME. Fonte: IBGE, 2010

No entanto, quando os rendimentos são corrigidos monetariamente, deflacionando-os, segundo os índices de inflação de preços do período, obtêm-se a verdadeira evolução, denominada de rendimento médio real. Da mesma apresentam-se duas curvas, sendo uma anterior e outra posterior à etapa de imputação estatística (Figura 3.17).

As situações específicas das evoluções de rendimentos para a região metropolitana de Belo Horizonte e de Porto Alegre são mostradas pelas Figuras 3.18 e 3.19, respectivamente.

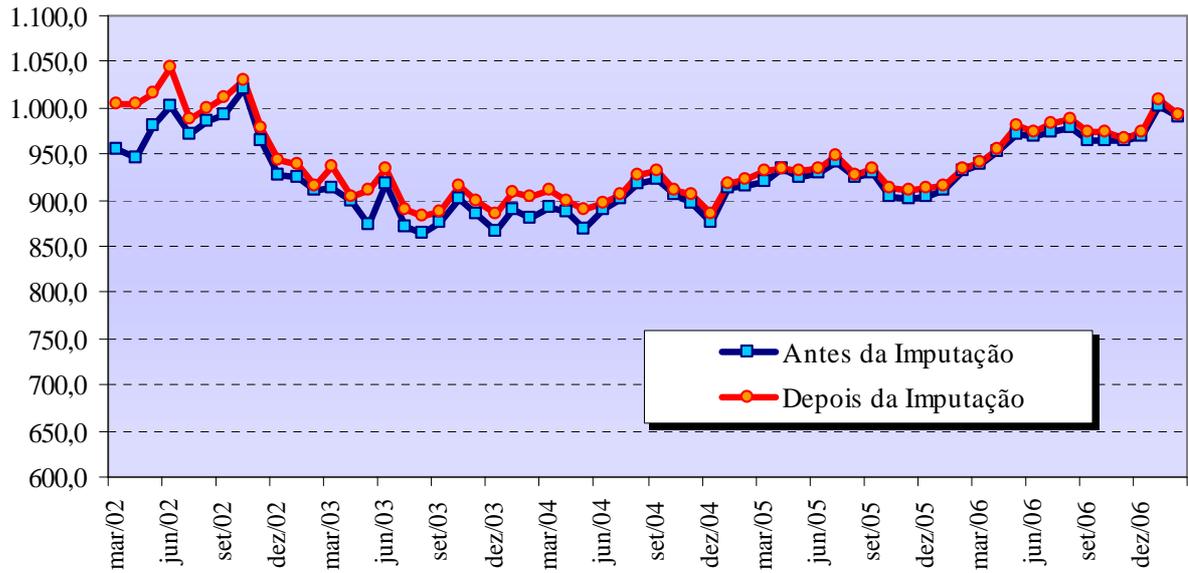


Figura 3.17 – Evolução do rendimento médio real deflacionado (R\$) considerando-se 6 regiões metropolitanas brasileiras nas quais se realiza a PME. Fonte: IBGE, 2010

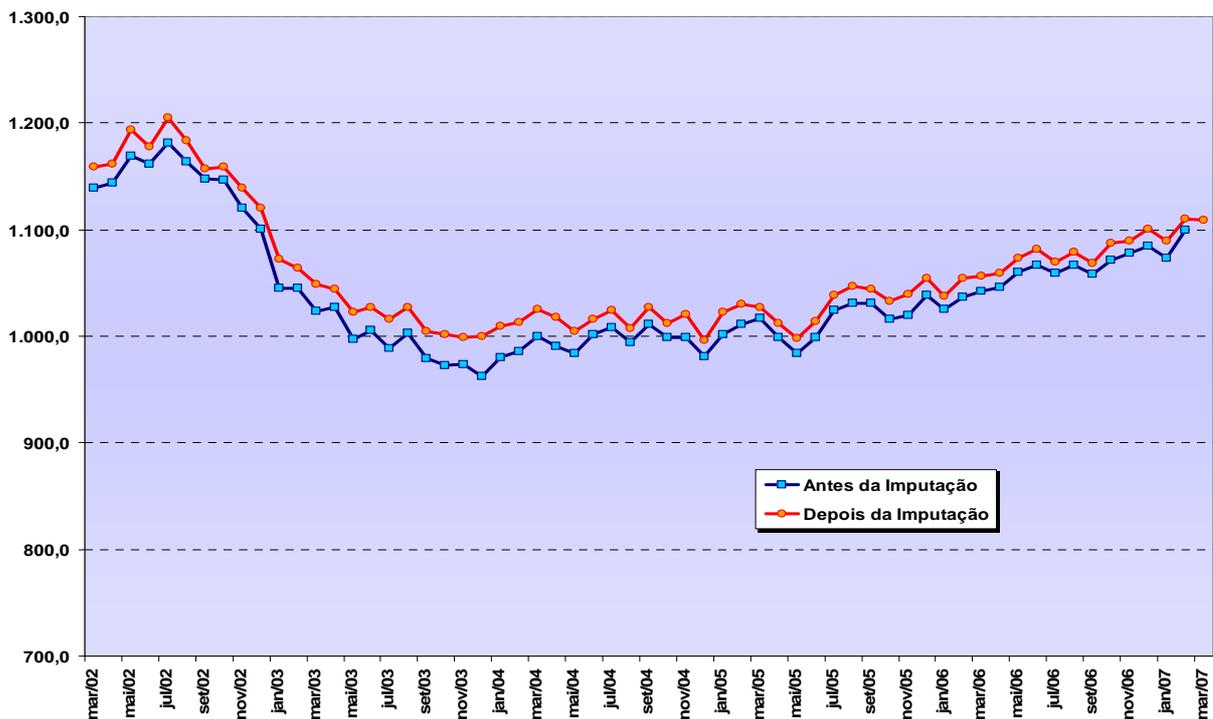


Figura 3.18 – Evolução do rendimento médio real (R\$) em Belo Horizonte. Fonte: PME, IBGE, 2010

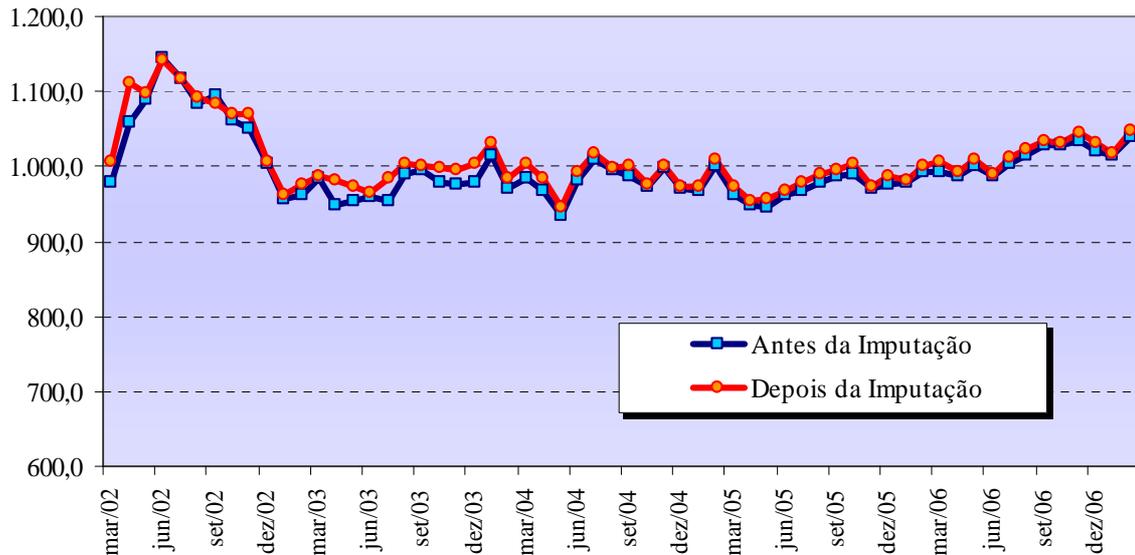


Figura 3.19 – Evolução do rendimento médio real (R\$) em Porto Alegre. Fonte: PME, IBGE, 2010

Mesmo considerando-se que os rendimentos médios deflacionados não evidenciam reais crescimentos, especialistas em mercados afirmam que registros de expansão do mercado interno não se resumem a uma expansão da renda ou do consumo, mas sim, também a uma expansão geográfica da renda e do consumo (Guanaes, 2011). Ou seja, pode-se supor que espaços territoriais consumidores também apresentam crescimento no Brasil contemporâneo.

Ressalta-se que, no caso desta pesquisa, para o cálculo da renda *per capita* computou-se no denominador não só a população economicamente ativa - PEA, mas sim todos os moradores de cada domicílio, uma vez que todos os habitantes, independentemente de suas idades ou atividades, são contributivos ao consumo de água, energia elétrica e geração de resíduos sólidos em seus domicílios.

Finalmente, apenas para efeito comparativo, em se tratando de rendimento familiar *per capita*, a realidade encontrada em Portugal pode ser sintetizada pela Tabela 3.6. Os números mostram o rendimento líquido *per capita* em valores anuais, porém na moeda corrente da Comunidade Européia entre os anos de 2005 e 2006. A pesquisa de rendimentos familiares desenvolvida pelo Instituto Nacional de Estatística (INE, 2009) não apresenta valores médios como resultado, mas tendo em vista a distribuição etária de cada faixa da Tabela 3.6, pode-se

calcular como rendimento médio familiar da população, o valor mensal equivalente de R\$ 4.954,96, considerando o cambio de R\$ 2,786 por Euro na data de 23/06/2009.

Tabela 3.6 – Rendimentos familiares líquidos *per capita* em Portugal

Faixa etária	Valores em euros
Até 29 anos	20.811
De 30 a 44 anos	24.456
de 45 a 64 anos	26.488
de 65 anos para mais	14.131

Fonte: Inquérito às Despesas das Famílias, Instituto Nacional de Estatística de Portugal – INE (2005, 2006)

O conhecimento da realidade portuguesa pode vir a ser de interesse para uma situação de simulação de um cenário futuro no qual a população brasileira atingisse níveis de ganho próximos aos daquele país.

3.5.2 Classificação social contemporânea das populações brasileiras

Várias propostas são encontradas na literatura para se classificar socioeconomicamente as populações. Há critérios baseados somente em renda, como também aqueles baseados em aspectos culturais e sociais.

A liberdade existente nos critérios de classificação social permite que diversas instituições definam suas própria classes sociais. Um dos critérios mais bem aceitos por estudiosos e pela comunidade econômica brasileira como um todo é o Critério de Classificação Econômica Brasil (CCEB⁷) publicado pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP, 2010). A ABEP estabelece o CCEB, que define as classes chamadas de E, D, C, B e A, mas afirma que a classificação também pode ser feita em função de matéria específica ou de objetivos a serem avaliados dentro das populações amostradas.

⁷ Critério atualizado da ABEP que homologou os critérios anteriores das ABA (Associação Brasileira de Anunciantes), ANEP (Associação Nacional de Empresas de Pesquisas) e ABIPEME (Associação Brasileira de Institutos de Pesquisa de Mercado) (2002).

O CCEB tem como objetivo estimar o poder de compra das pessoas e conseqüentemente das famílias que habitam as zonas urbanas. Abandonando a pretensão de classificar a população em termos financeiros ou culturais, a nova divisão definida pelo CCEB classifica as pessoas em faixas econômicas (ABEP, 2010). A partir de um levantamento socioeconômico, o CCEB atribui pontuações de acordo com a posse de bens e grau de instruções do chefe da família, estabelecendo cortes em faixas denominadas A1, A2, B1, B2, C1, C2, D e E, conforme mostra a Tabela 3.7.

Tabela 3.7 – Faixas de cortes do Critério de Classificação Econômica Brasil

Classe	Pontuação
A1	42 a 46
A2	35 a 41
B1	29 a 34
B2	23 a 28
C1	18 a 22
C2	14 a 17
D	08 a 13
E	0 a 07

Fonte: ABEP (2010)

A metodologia utilizada pela ABEP atribuir pontuações para cada família e enquadrá-la em determinada classe, considera também a posse de bens móveis familiares, em seus respectivos quantitativos, conforme escalonado na Tabela 3.8.

Tabela 3.8 – Pontuações para cada posse de bens

	Quantidade de Itens				
	0	1	2	3	4 ou +
Televisão em cores	0	1	2	3	4
Rádio	0	1	2	3	4
Banheiro	0	4	5	6	7
Automóvel	0	4	7	9	9
Empregada mensalista	0	3	4	4	4
Máquina de lavar	0	2	2	2	2
Vídeocassete e/ou DVD	0	2	2	2	2
Geladeira	0	4	4	4	4
Freezer (aparelho independente ou parte da geladeira duplex)	0	2	2	2	2

Fonte: ABEP (2010)

Como mencionado, o critério ainda leva em conta o grau de instrução do chefe da família, acrescendo-se ao cômputo outras pontuações, conforme escala estabelecida pela Tabela 3.9, relativas a cada nível de formação acadêmica.

Tabela 3.9 – Pontuações para cada nível de instrução do chefe da família

Grau de Instrução do chefe de família		
Analfabeto / Primário incompleto	Analfabeto / Até 3ª. Série Fundamental	0
Primário completo / Ginásial incompleto	Até 4ª. Série Fundamental	1
Ginásial completo / Colegial incompleto	Fundamental completo	2
Colegial completo / Superior incompleto	Médio completo	4
Superior completo	Superior completo	8

Fonte: ABEP (2010)

Como referência, o CCEB válido a partir de 01/01/2010, leva em conta a base de dados do levantamento socioeconômico realizado em 2008 e indica conseqüentemente os rendimentos médios de cada classe em valores brutos por família (Tabela 3.10).

Tabela 3.10 – Rendas familiares mensais médias para cada faixa de corte do Critério de Classificação Econômica Brasil

Classe	Renda familiar mensal média (R\$/mês)
A1	14.366,00
A2	8.099,00
B1	4.558,00
B2	2.327,00
C1	1.391,00
C2	933,00
D	618,00
E	403,00

Fonte: ABEP (2010)

Levando-se em consideração que o CCEB foi elaborado para se definir grandes classes que atendam às necessidades de segmentação do poder aquisitivos das populações, pode-se afirmar que o mesmo critério tem validade quando aplicado estatisticamente para grupos populacionais e não para circunstâncias individuais, ou análise casuística, as quais podem

estar fora dos padrões de consumo medianamente estabelecidos. Por esse motivo, torna-se válido ressaltar que o CCEB é conveniente às aplicações nas quais a pesquisa apresenta tratamento quantitativo dos dados.

Nas análises e validações realizadas nos capítulos relativos aos resultados obtidos por este trabalho, utilizou-se a distribuição das populações, segundo cada uma das classes econômicas, nas proporções mostradas pela Tabela 3.11.

Outra instituição que também classifica a população brasileira em termos de sua renda *per capita* é o IBGE, porém baseando-se no quantitativo nominal de salários mínimos obtidos em cada domicílio familiar. Por sua vez, o IBGE não estabelece qualquer definição oficial em relação às faixas ou classes sociais rotuladas por letras. Em suas pesquisas, o IBGE apresenta os resultados tabulados por faixas de renda familiar específicas. No Censo Demográfico de 2010, o IBGE apurou o rendimento *per capita* mensal das populações, classificando-as, no Estado de Minas Gerais, conforme mostra a Figura 3.20.

Tabela 3.11 – Distribuição da população em algumas regiões metropolitanas brasileiras, segundo as faixas do CCEB

CLASSE	Total Brasil	Gde. FORT	Gde. REC	Gde. SALV	Gde. BH	Gde. RJ	Gde. SP	Gde. CUR	Gde. POA	DF
A1	0,6%	1,0%	0,30%	0,5%	0,60%	0,30%	0,6%	1,1%	0,20%	1,5%
A2	4,4%	3,5%	3,3%	2,5%	3,2%	3,5%	5,2%	5,3%	4,9%	8,8%
B1	9,1%	5,2%	5,8%	6,8%	7,7%	7,7%	10,6%	13,4%	11,3%	13,6%
B2	18,0%	10,1%	10,9%	9,4%	16,1%	17,5%	20,6%	25,3%	22,9%	20,4%
C1	24,5%	14,6%	19,7%	17,5%	24,4%	26,7%	26,9%	23,3%	27,1%	22,0%
C2	23,9%	27,9%	27,6%	31,5%	23,8%	26,30%	21,8%	19,4%	21,0%	17,5%
D	17,9%	30,7%	28,1%	28,4%	23,0%	17,0%	13,8%	10,7%	11,9%	15,4%
E	1,6%	7,0%	4,3%	3,4%	1,4%	0,9%	0,6%	1,6%	0,8%	1,0%

Fonte: ABEP (2010)

Quando se observa a distribuição de domicílios para o estado do Rio Grande do Sul (Figura 3.21), pode-se constatar que o percentual de famílias que são compostas por membros que ganham mais de 5 salários mínimos *per capita* é maior, em relação a verificada em Minas Gerais. De forma análoga à classificação e distribuição da população proposta e apresentada pela ABEP, a classificação e distribuição adotada pelo IBGE também mostra superioridade de renda por parte das populações residentes no Rio Grande do Sul, se comparado aos rendimentos auferidos pelas famílias residentes no estado de Minas Gerais.

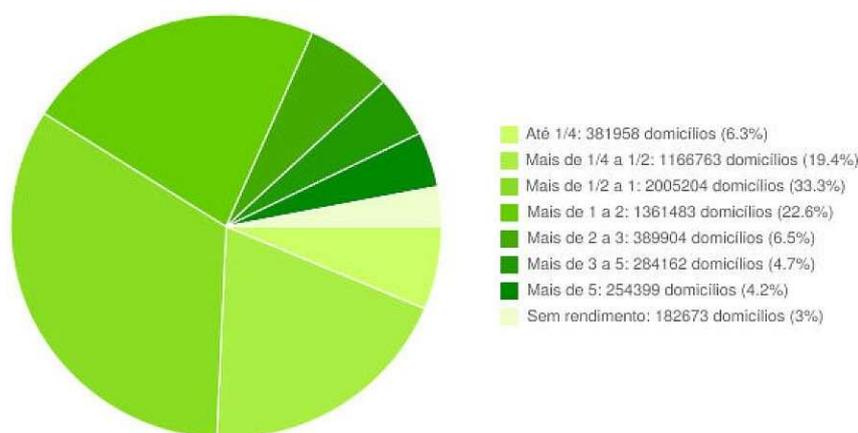


Figura 3.20 – Distribuição dos domicílios por classes de rendimento *per capita* mensal em salários mínimos no estado de Minas Gerais. Fonte: Censo Demográfico, IBGE, 2010

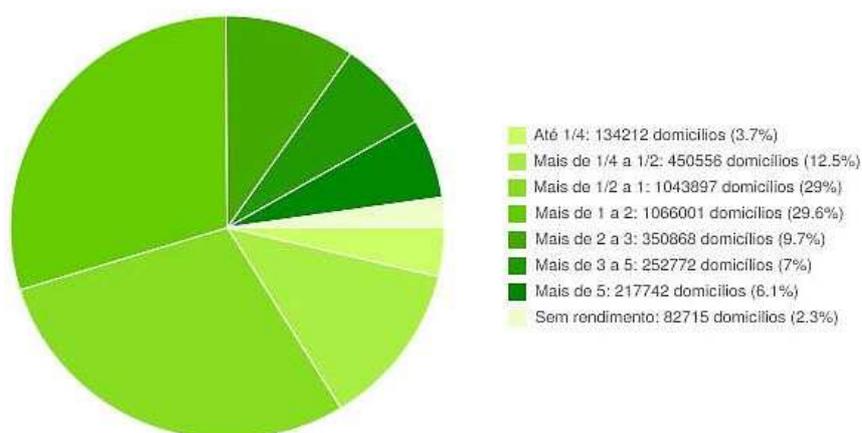


Figura 3.21 – Distribuição dos domicílios por classes de rendimento *per capita* mensal em salários mínimos no estado do Rio Grande do Sul. Fonte: Censo Demográfico 2010, IBGE

Segundo confirma Jannuzzi (2007), não existe uma definição oficial emanada por parte do IBGE ou da ABEP acerca de classificações socioeconômicas das populações. Infere-se portanto que não há uma precisa unanimidade em relação às faixas que delimitariam cada classe. A classificação, pois, advém de convenção estabelecida por cada instituição de pesquisa ou da necessidade de se estratificar uma camada social em particular para algum trabalho específico.

3.5.3 Demais conceituações fundamentais para a análise econômica dos consumos

Em geral existe uma relação crescente e direta entre a renda e a demanda de um bem ou serviço. Se a renda crescer, torna-se natural que a demanda de determinado bem também cresça. Afirmam Montoro Filho (1998):

“O indivíduo, ficando mais rico, vai desejar aumentar seu padrão de consumo e, portanto, demandar maiores quantidades de bens e serviços.”

Segundo a lei da demanda, mantidas inalteradas todas as demais variáveis (*ceteris paribus*), a quantidade demandada de um bem diminui quando seu preço aumenta. A curva de demanda sendo inclinada negativamente mostra a relação inversa entre o preço do bem ou serviço e a quantidade demandada do mesmo bem ou serviço.

Billings & Jones (2008) afirmam que a curva de demanda pode ser descrita basicamente por dois tipos de funções hipotéticas, a linear e a exponencial. Em regiões nas quais o preço da água significar um alto custo de aquisição, a função linear torna-se mais realística, uma vez que indicaria um limite de custo a partir do qual a população ficaria em sua maioria impossibilitada de adquirir uma mínima quantidade de água. No entanto quando a situação, ao contrário, refletir um maior poder de compra por parte da população, uma função logarítmica representaria melhor a curva de demanda em relação ao rendimento, pois mesmo com altos custos haveria consumo absorvido pela população.

A Figura 3.22 ilustra os dois comportamentos hipotéticos, segundo Billings & Jones (2008), onde se confrontam o custo da água versus a quantidade demandada. No gráfico da mesma figura, observa-se pela curva exponencial que, mesmo havendo aumento do preço, uma quantidade mínima de água é utilizada pela população. De outra maneira, de acordo com o

modelo linear, mesmo quando se verifica uma redução no custo da água o consumo marginal permanece até um limite que define uma quantidade máxima de demandada pela população.

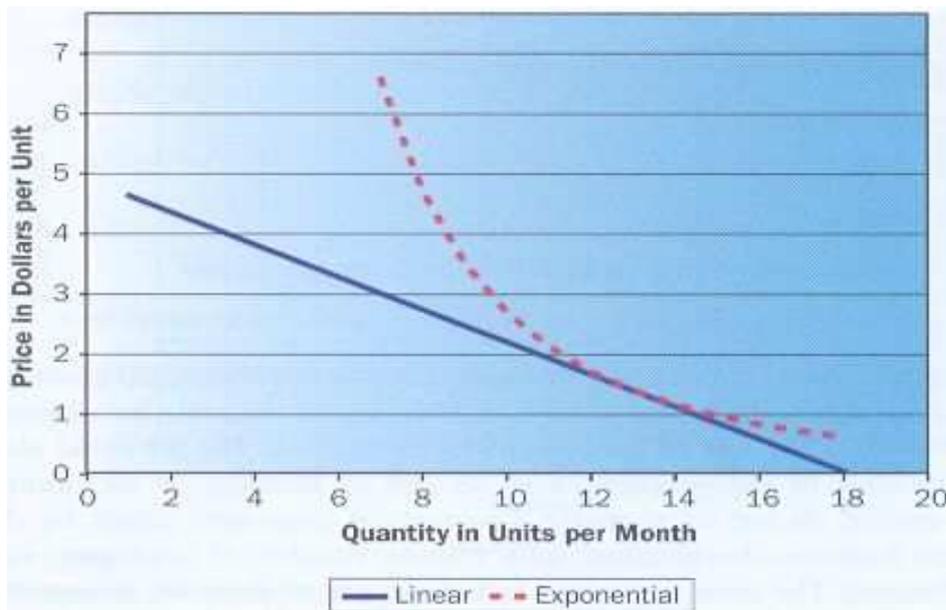


Figura 3.22 – Curvas típicas de demanda de água. Eixo das abscissas em unidades de consumo mensal. Eixo das ordenadas em US\$ por unidade consumida. Fonte: Billings & Jones, 2008

A partir da curva exponencial proposta pela Figura 3.22 depreende-se uma situação na qual a população consumidora possui maior poder de compra, uma vez que mesmo com a elevação do preço da água haveria manutenção de um certo nível mínimo de consumo. Em uma interpretação de extrapolação, a curva de demanda exponencial, a altos preços de unidade da água, tende a ficar paralela ao eixo das ordenadas, mostrando que, mesmo a um custo muito alto, a demanda de água por unidade não cairá mais.

O conceito clássico da elasticidade de um determinado produto, bem ou serviço pode ser expressado pelos ensinamentos de Gomes (2009):

“A elasticidade é uma medida da sensibilidade de uma variável para outra. Trata-se de um número que indica a variação percentual que ocorre em uma variável frente à variação de outra variável.”

Assim, a elasticidade preço-demanda refere-se à inclinação da curva de demanda e demonstra em que medida uma eventual diminuição do preço provoca aumento na quantidade demandada do bem ou serviço em questão.

No que tange ao comportamento do consumos em relação à variação da renda, pode-se classificar bens como normais, superiores, inferiores e bens de consumo saciado. Bem normal apresenta seu consumo estimulado pelo aumento da renda. Sua elasticidade renda-demanda é menor que 1 e positiva. Bem superior, ou bem de luxo, possui alta elasticidade em relação à renda, porque cada 1% de aumento na renda provoca aumento na quantidade comprada em proporção acima de 1%. Sua elasticidade renda-demanda é maior que 1 e positiva (Ex.: jóias, carros de luxo, relógios, aulas de mergulho, barcos, etc.). Bem inferior tem sua demanda reduzida quando se verifica um aumento na renda. Sua elasticidade renda-demanda é negativa, menor que zero. (Ex.: carne de segunda, carros populares, etc.). O bem de consumo saciado apresenta consumo inalterado quando se verifica um aumento de renda. A quantidade adquirida do bem ou serviço fica constante independentemente de variações no nível de renda. Sua elasticidade renda-demanda é igual a zero (BERNARDES, 2012).

De acordo com Féres, Thomas, Reynaud e Motta (2008), utilizando-se de modelos econométricos em seus estudos, foram estimadas a participação de gastos com insumos em alguns setores produtivos da indústria. Em seguida, foram computadas as elasticidades demanda-preço, as quais apresentaram sinais negativos em todos os casos, indicando assim que dado um aumento no preço da água uma respectiva redução de sua demanda seria acarretada.

Porém, a lei da demanda também incorpora o conceito da elasticidade renda-demanda, o qual traduz a forma de medir o impacto na variação relativa ou percentual nas quantidades procuradas de um bem, sempre que houver uma variação na renda disponível para gastos do consumidor (MONTORO FILHO, 1988). Esse último é o entendimento adotado para as análises realizadas neste trabalho, as quais buscam avaliar o impacto da renda dos consumidores no consumo residencial de água.

Em economia, o conceito de bem traduz tudo aquilo que possa satisfazer direta ou indiretamente os desejos das pessoas. Os bens podem ser classificados segundo seu caráter,

natureza ou função. Pelo ponto de vista da microeconomia, os bens podem ainda ser classificados quanto ao seu comportamento em termos de demanda. Assim, microeconomicamente, um bem dito inferior é aquele que apresenta demanda inversamente proporcional ao nível de renda do consumidor. Já um bem dito normal é aquele que segue à risca as leis da microeconomia, como já mencionado anteriormente, ou seja, quanto menor o preço, maior a demanda. Em relação aos bens normais, pode-se esperar que dado um aumento do nível de renda do consumidor, maior será a demanda desses bens (MONTORO FILHO, 1988). No presente caso, espera-se que os bens água e energia elétrica assim se comportem.

Por fim, reforçando a abordagem sobre os consumos, em uma de suas análises econômicas a respeito do mercado brasileiro atual, na qual Guanaes (2011) discute a nova realidade social da população brasileira, encontra-se a seguinte afirmação:

“Há um Brasil novo que sempre foi colorido, mas só neste censo se auto declarou majoritariamente não branco. Pardos e pretos juntos são, pela primeira vez, maioria declarada da população. Porque eles finalmente se sentem seguros e orgulhosos de se assumirem pelo que são. A confiança e o reforço na renda já estão se transformando num reforço de identidades. E no regime capitalista, gostemos ou não, consumo é uma das expressões mais relevantes do indivíduo e da cidadania.”

3.6 As pesquisas estatísticas do IBGE

Subordinado ao Ministério do Planejamento do Governo Federal, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, tem como missão retratar a Nação, utilizando-se de informações necessárias ao conhecimento da própria realidade como também ao exercício da cidadania.

Na qualidade de órgão oficial de estatísticas, o IBGE torna-se a fonte mais abrangente e confiável, em se tratando de dados oficiais brasileiros. Nessa ótica, o Instituto adota os princípios fundamentais das estatísticas oficiais, conforme estabelece a Comissão de Estatísticas das Nações Unidas, 1994.

Ao todo, são dez os princípios estabelecidos pelas Nações Unidas. Classificados como fundamentais, os mesmos voltam-se para a busca principalmente da qualidade dos dados estatísticos como um instrumento de valor social. A seguir listam-se tais princípios resumindo-se suas respectivas interpretações.

- Relevância, imparcialidade e igualdade de acesso – As estatísticas oficiais constituem um elemento indispensável no sistema de informação de uma sociedade demográfica, oferecendo ao governo, à economia e ao público dados sobre a situação econômica, demográfica, social e ambiental. Com esta finalidade, os órgãos oficiais de estatística devem produzir e divulgar, de forma imparcial, estatísticas de utilidade prática comprovada, para honrar o direito do cidadão à informação pública.
- Padrões profissionais e ética – Para manter a confiança nas estatísticas oficiais, os órgãos de estatística devem tomar decisões, de acordo com considerações estritamente profissionais, aí incluídos os princípios científicos e a ética profissional, para escolha dos métodos e procedimentos de coleta, processamento, armazenamento e divulgação dos dados estatísticos.
- Responsabilidade e transparência – Para facilitar a interpretação correta dos dados, os órgão de estatística devem apresentar informações de acordo com normas científicas sobre fontes, métodos e procedimentos estatísticos.
- Prevenção de mau uso dos dados – Os órgãos de estatística têm direito de comentar interpretações errôneas e utilização indevida das estatísticas.
- Eficiência – Os dados utilizados para fins estatísticos podem ser obtidos a partir de diversos tipos de fontes, sejam pesquisas estatísticas ou registros administrativos. Os órgãos de estatísticas devem escolher as fontes levando em consideração a qualidade, oportunidade, custos e ônus para os informantes.
- Confidencialidade – Os dados coletados pelos órgãos para elaboração de estatísticas, sejam referentes a pessoas físicas ou jurídicas, devem ser estritamente confidenciais e utilizados exclusivamente para fins estatísticos.

- Legislação – As leis, regulamentos e medidas que regem a operação dos sistemas estatísticos devem ser tornadas de conhecimento público.
- Coordenação nacional – A coordenação entre os órgãos de estatística de um país é indispensável, para que se obtenha coerência e eficiência nos sistema estatístico.
- Uso de padrões internacionais – A utilização de conceitos, classificações e métodos internacionais pelos órgãos de estatística de cada país promove a coerência e a eficiência dos sistemas estatísticos em todos os níveis sociais.
- Cooperação internacional – A cooperação bilateral e multilateral na esfera da estatística contribui para melhorar as estatísticas oficiais em todos os países.

Corroborando ainda à confiabilidade dos dados estatísticos do IBGE utilizados nesta tese, o critério da capacidade estatística publicado pelo World Bank em 2009, mostra que a situação brasileira, em se tratando do quesito confiabilidade, suplanta a média mundial.

Segundo o World Bank (2009) os graus relativos às capacidades estatísticas de cada país é representado por três eixos. A Figura 3.23 representa o critério, traduzindo a capacidade estatística do Brasil, em termo de: Prática estatística, Disponibilidade de indicadores e Coleta de dados.

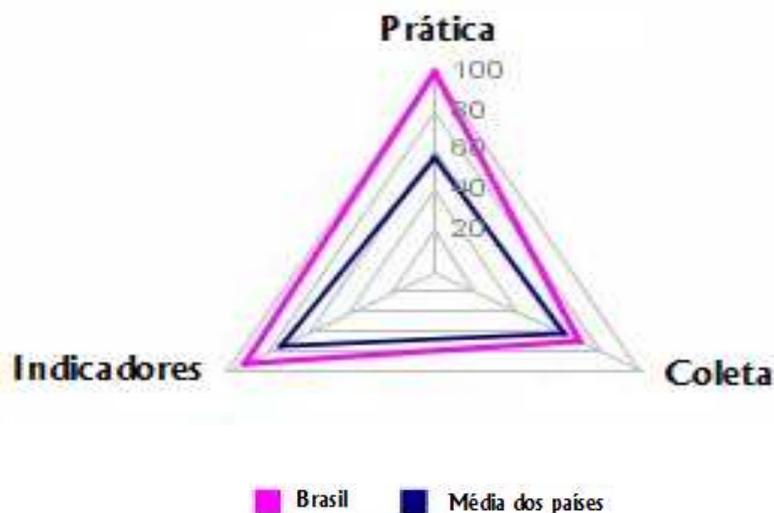


Figura 3.23 – Capacidade estatística do Brasil. Fonte: World Bank, 2009

Ademais, durante o ano de 2009, o Tribunal de Contas da União (TCU), através de sua Secretaria de Macroavaliação Governamental (SEMAG), desenvolveu relatório de fiscalização operacional no IBGE. Tal relatório foi fruto de levantamento dos procedimentos usados pelo IBGE para apuração dos dados populacionais e da renda *per capita*, bem como do tratamento dado às contestações apresentadas por alguns municípios brasileiros. O referido relato foi discutido pelo Plenário daquele TCU que, por meio de recente Acórdão, proferido em 11 de novembro de 2009 (TCU, 2009), reconheceu que o IBGE utiliza técnicas e metodologias baseadas em padrões reconhecidos e adotados internacionalmente, de acordo com as boas práticas estabelecidas pela ciência estatística.

Além disso, o Fundo Monetário Internacional (FMI) fez avaliação positiva da aderência do Sistema de Contas Nacionais (SCN), usado na apuração do PIB, em relação ao padrão SDDS (Padrão de Dimensionamento de Dados Especiais), utilizado por aquela instituição financeira internacional (FMI, *apud* TCU, 2009).

Consideram-se, portanto, as pesquisas realizadas pelo IBGE como informações de caráter oficial, compostas por dados dignos de serem tratados como representativos e confiáveis para a aplicação dos mesmos como subsídios à realização dos trabalhos propostos nesta tese.

3.7 Aspectos históricos e demográficos das regiões estudadas

A história da construção do sistema de abastecimento de água de Belo Horizonte coincide com a fundação da cidade, uma vez que Belo Horizonte foi a primeira cidade do Brasil a ser projetada e construída com a finalidade precípua de se tornar uma capital. Para se construir a nova Capital, o Decreto 680 de 14/02/1894 estipulou, por meio de seu artigo 25º, uma divisão específica que se encarregaria de todos os trabalhos relativos ao abastecimento de água (VIANNA, 1997).

A disponibilidade hídrica da nova Capital indicava condições favoráveis. Disse Aarão Leal de Carvalho Reis, em 1893 (*apud* VIANNA, 1997), por ocasião de relatório entregue ao então Governador do Estado:

“Há dentro da própria localidade vários córregos e ribeirões, afluentes todos do Arrudas, dos quais 12 poderão ser aproveitados para o serviço do abastecimento, fornecendo um total de 1.460 litros por segundo, capaz, portanto, de abastecer população superior a 400.000 habitantes, à razão de 300 litros diários por habitante, com carga disponível para satisfazer a todas as exigências em todos os pontos da futura cidade e mesmo para o serviço de incêndios.”

À medida que a Nova Capital de desenvolvia, as comissões responsáveis pelo pelos serviços do novo abastecimento envidavam seus esforços para acompanhar o crescimento da população belo horizontina e administrar a falta de critério e racionalidade no consumo da água. No entanto, até o ano de 1930, os objetivos de cobertura do abastecimento havia sido atingido dentro de seus prazos.

Curioso destacar fragmento do relatório do então responsável pela Comissão dos Serviços do Novo Abastecimento, sob a administração do prefeito Cristiano Machado, o engenheiro Otacílio Negrão de Lima, em 1930 (*apud* VIANNA, 1997):

“Em 1929, a população de Belo Horizonte aproximava-se de 114.000 almas. Ora, a água disponível perfazia o total de 25.637.000 litros, suficientes para o abastecimento regular de 85.457 habitantes, à razão de 300 litros por habitante-dia.. Resolvemos por isso projetar o serviço da nova captação, na previsão de desenvolvimento da Capital até o ano de 1950, isto é, para servir por um período de 20 anos. Veremos, com efeito, que, na época prevista (1950), a população provável de Belo Horizonte será de 250 mil almas.”

Coincidentemente, em 1929, começaram as instalações de hidrômetros na rede de distribuição a fim de conter-se o desperdício, pois o sistema distribuía à torneira livre e era apontado pelo técnicos da Prefeitura como o grande vilão que dificultava uma maior abrangência do sistema. De fato, a partir de 1930, registrou-se uma considerável redução de desperdícios (VIANNA, 1997).

Segundo o IBGE (2010), Belo Horizonte contabilizou um total de 352.724 habitantes em 1940, e apesar da população ter atingido número maior de que a prevista por ocasião das obras de expansão de 1930, no último século não se tem registrado eventos de falta de água

sistemática no município de Belo Horizonte, o que nos permite inferir que a quantidade de água distribuída tem propiciado dotação suficiente para que não haja desabastecimento.

Ainda no que tange aos números demográficos, Belo Horizonte possui 2.375.444 habitantes (IBGE, 2010), implicando crescimento de 6,12% em relação a população recenseada no ano de 2000, que era de 2.238.526 (IBGE, 2000). Essa população é distribuída entre as regionais administrativas da prefeitura municipal conforme mostra a Tabela 3.12. Com exceção das regionais Norte, Pampulha e Noroeste, todas as demais regionais possuem população numericamente bastante próximas, como pode ser visto pela Tabela 3.12.

Tabela 3.12 – População residente em cada regional do município de Belo Horizonte

Regionais	Censos	
	2000	2010
Venda Nova	245334	260340
Norte	193764	205615
Nordeste	274060	290822
Pampulha	141853	150530
Noroeste	338100	358780
Leste	254573	270144
Centro Sul	260524	276459
Oeste	268124	284523
Barreiro	262194	278231
Total	2238526	2375444

A figura 3.24 mostra graficamente o comparativo entre as evoluções populacionais das regionais administrativas de Belo Horizonte, para os censos dos anos de 2000 e 2010.

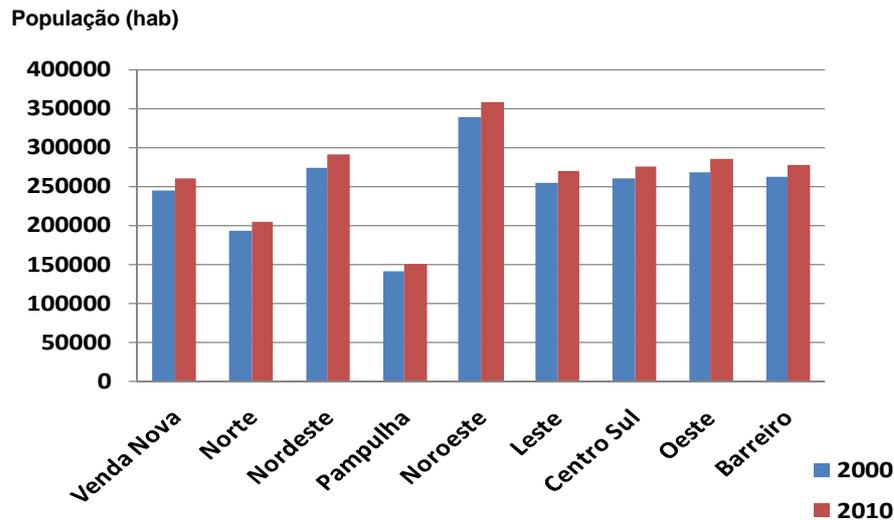


Figura 3.24 – Distribuição populacional entre as regionais do município de Belo Horizonte, segundo os censos demográficos de 2000 e 2010. Fonte: IBGE, 2010

A capital mineira possui sua sede situada na longitude $-43^{\circ} 57' 21,60''$ e latitude $-19^{\circ} 49' 01,20''$ e apresentava uma densidade demográfica de 7.290,85 habitantes/km², segundo a contagem de população realizada pelo IBGE no ano de 2007. Naquele ano de 2007, Belo Horizonte alcançara um Produto interno bruto consolidado com base em 2005 da ordem de R\$ 28.386.693.000,00, indicando, portanto, um PIB *per capita* de R\$ 11.764,37, valor 40,26% menor quando comparado ao PIB *per capita* da cidade de Porto Alegre.

Já a capital gaúcha possui sua sede situada na longitude $-51^{\circ} 13' 48,00''$ e latitude $-30^{\circ} 01' 58,80''$ e apresentava uma densidade demográfica de 2.859,48 habitantes/Km², segundo a contagem de população realizada pelo IBGE no ano de 2007.

Seguindo critério das Nações Unidas (UN, 2009), o IDH gaúcho é de 0,869, consequência de aspectos como a menor taxa de mortalidade infantil brasileira, taxa de alfabetização superior a 90,5% e satisfatórias condições de saneamento básico.

Como parâmetro comparativo, ressalta-se a realidade da população de Porto Alegre, sobre a qual o DMAE propõe e considera uma projeção de crescimento até os anos de 2030, conforme mostra a Figura 3.25, a fim de orientar diretrizes de investimentos daquele departamento.

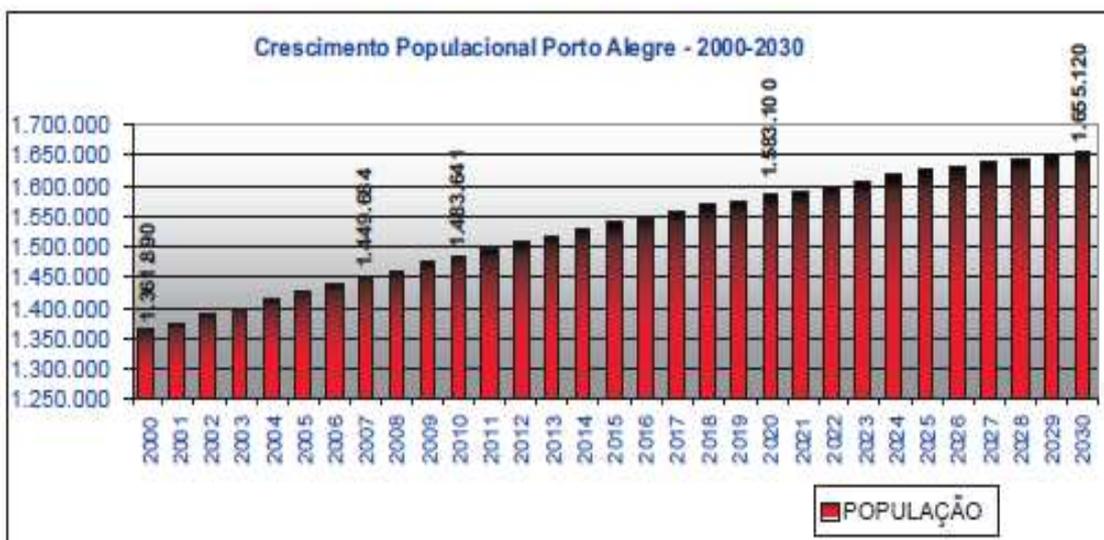


Figura 3.25 – Projeção populacional para o ano 2030 no município de Porto Alegre.

Fonte: DMAE, 2010

Nesse particular, visando uma projeção mais especializada, espera-se que as estimativas de crescimento populacional incorporem conhecimentos advindos de profissionais experimentados no campo da demografia, e que levem em consideração as contemporâneas tendências das dinâmicas demográficas e seus aspectos relacionados às taxas de crescimento, fecundidade, expectativa de vida, migração, dentre outros.

4. METODOLOGIA

4.1 A evolução do processo metodológico

Grande interesse voltou-se no sentido da ampliação das investigações implementadas a partir de trabalhos realizados por Dias (2008, 2010), quando se propôs a iniciativa de estudar o comportamento do consumo domiciliar de água na capital belo-horizontina, aplicando-se os microdados de pesquisas conjunturais na análise de sistemas de abastecimento urbano.

Alguns raciocínios nortearam a iniciativa e a evolução desta pesquisa. Considerando que se desejava conhecer o comportamento do consumo de água, energia elétrica e geração de resíduos sólidos de acordo com a renda das pessoas, intuitivamente, imaginou-se confrontar dados dos consumos com dados relativos ao poder aquisitivo da população. A partir daí, as questões foram surgindo e se colocaram principalmente no que diz respeito às fontes, à confiabilidade e à organização existente das informações desejadas.

Primeiramente, pensou-se em estabelecer questionários a serem aplicados em um plano amostral a ser definido espacialmente no município de Belo Horizonte, de tal forma que cada informante pudesse subsidiar a pesquisa com as informações históricas de consumo de água, energia elétrica, renda familiar, além de outros dados como número de moradores, grau de instrução, dentre outros.

Aspectos técnicos e éticos foram considerados para a abordagem dos domicílios que seriam visitados e para o desenvolvimento de um questionário, que chegou a ser elaborado, mas não utilizado. Porém, diante do elevado custo operacional, necessário à viabilização das equipes de campo que fariam a coleta das informações, aliado à dificuldade de definição da amostra e ao risco de inferências errôneas e enviesamento de resultados, decorrentes da não representatividade da estrutura da população por parte da amostra, decidiu-se partir para uma nova estratégia.

A idéia subsequente perpassou pela obtenção de um painel amostral já existente, que fosse reconhecidamente representativo, e a partir do qual se buscariam os dados de consumo de água junto à concessionária local, especificamente a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa). Como desdobramento da idéia, imaginou-se obter informações advindas dos

questionários do IBGE realizados para composição da Pesquisa Mensal de Emprego – PME na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Assim, além de confiáveis e representativas tais informações conteriam o logradouro e suas respectivas variáveis socioeconômicas de interesse.

De posse da amostra de logradouros, os dados de consumos de água referentes aos mesmos seriam obtidos junto a Copasa. Tal estratégia mostrava-se, à época, como a melhor, mais precisa e atual para se alcançar os resultados almejados. Destarte, os dados foram formalmente solicitados às citadas instituições. Não obstante, passaram-se alguns meses até que a denegação dos mesmos fosse oficializada em virtude de alegação de quebra de sigilo cadastral, mesmo tendo sido reiterada a intenção de uso exclusivamente acadêmico e científico por parte desta pesquisa.

Passou-se então ao desenvolvimento de outro caminho como alternativa à proposta fracassada. Na continuidade da busca dos dados socioeconômicos, voltou-se a procurar uma fonte que pudesse subsidiar a pesquisa na região estudada, que se definiu ser somente o município de Belo Horizonte, e não toda a região metropolitana. Outro requisito imposto foi o de que as informações fossem as mais contemporâneas possíveis, oferecendo resultados que refletissem a realidade atual do consumo, servindo como ferramenta indicativa aos gestores e demais profissionais interessados no assunto.

Finalmente, mais uma possibilidade de trabalho se desvendaria. A solução encontrada, para que se pudesse suprir a falta de identificação dos informantes e manter uma qualidade mínima de confiança e representatividade, foi a utilização da própria PME do IBGE, contudo, em nível de microdados da pesquisa.

Por fim, as comparações entre renda e consumo de água, energia elétrica e geração de resíduos sólidos passaram a ser realizadas segundo cada bairro que compõe os respectivos distritos operacionais das concessionárias. Se por um lado este caminho levaria a um suposto questionamento relativo à imprecisão devido ao fato de se estar trabalhando com indicadores médios de renda e de consumo, por outro, possibilitou o tratamento dos microdados de forma automatizada, utilizando-se amostras mais representativas, além de ferramental estatístico mais produtivo e seguro, levando a resultados mais confiáveis e robustos.

Considerando a validade metodológica demonstrada por Dias (2008) quanto à utilização de indicadores socioeconômicos, apurados para regiões específicas, para subsidiar a análises regionalizadas de consumos domiciliares urbanos de água, questionou-se na seqüência se a metodologia desenvolvida para o consumo de água não poderia ser bem sucedida quando aplicada a outra cidade de grande porte e a outros tipos de insumos.

Nesse sentido, buscaram-se outros insumos e serviços que também se constituíssem em necessidade indispensável para as populações urbanas e que fossem presentes na maioria dos domicílios, das mais variadas classes sociais de um ambiente metropolitano, sendo distribuídos por topologias análogas, no que tange ao regime contratual de prestação de serviços baseado em concessão. Assim, escolheram-se a demanda domiciliar de energia elétrica e a geração de resíduos sólidos para que fossem estudadas e incorporadas aos objetivos desta tese.

Além disso, para que a metodologia fosse mais amplamente validada, pensou-se em abranger outras regiões metropolitanas, nas quais as realidades fossem representativas o bastante para que, desta forma, se pudesse desenvolver análises válidas para arranjos urbanos típicos existentes na sociedade brasileira.

Desta forma, visando a continuidade do trabalho, tornou-se necessária a busca de uma próxima região abordada a fim de compor o painel analítico que serviria de base às pretensões desta tese.

Por ocasião da apresentação de trabalho científico no evento SEREA (VIII Seminário Ibero-Americano sobre Sistemas de Abastecimento e Drenagem), promovido pelo IST (Instituto Superior Técnico de Lisboa) em julho do ano de 2008, procederam-se visitas técnicas a universidades e institutos de pesquisa da capital lusitana, país membro da Comunidade Européia. Naquela oportunidade, percebeu-se claramente que Portugal apresenta características culturais de sua população bastante aproximadas ao povo brasileiro, o que pode ser naturalmente explicado historicamente pela relação império-colônia ocorrida entre aquele e este País.

Conseqüentemente, imaginou-se Lisboa com sendo a próxima capital a ser investigada e comparada a Belo Horizonte, no que tange aos modelos de consumo desenvolvidos para explicar os consumos residenciais de água e energia elétrica das mencionadas capitais.

A iniciativa mostrava-se conveniente, pois ao se considerar Lisboa como uma municipalidade com melhores indicadores socioeconômicos que os médios brasileiros, poder-se-ia, baseando-se na distribuição social daquela população, projetar as necessidades de consumo para regiões urbanas brasileiras, caso as mesmas se aproximassem da realidade socioeconômica da capital portuguesa.

Adicionalmente, a similaridade entre as pesquisas desenvolvidas pelos órgãos de estatísticas dos dois países INE (Instituto Nacional de Estatísticas), de Portugal e IBGE, do Brasil, facilitariam significativamente a apuração de indicadores socioeconômicos comparáveis, uma vez que, tanto Lisboa quanto Belo Horizonte são universos cobertos por pesquisa conjuntural que provê dados de rendimento e ocupação das populações.

Nessa ótica, restava buscar as informações históricas relativas ao consumo doméstico de água e energia elétrica da capital lusitana. Para tanto, destinaram-se ofícios para as empresas EPAL (Empresa Portuguesa de Águas Livres) e EDP (Eletricidade de Portugal), ambas concessionárias operantes em Lisboa e responsáveis pelo abastecimento de água tratada e suprimento de energia elétrica daquela capital, respectivamente.

No entanto, após longo tempo de espera não mais se fazia viável aguardar respostas para as reiteradas solicitações encaminhadas às supracitadas concessionárias. Diante do impasse, uma alternativa deveria ser adotada, uma vez que as insistências perante as empresas EPAL e EDP não logravam êxito.

Tendo em vista a busca de cenários socioeconômicos mais evoluídos, que pudessem sustentar a idéia de que no futuro o Brasil como um todo reduziria a pobreza e melhoraria as condições socioeconômicas de sua população, surgiu a idéia de trabalhar com o Rio Grande do Sul, uma vez que aquele Estado apresenta indicadores como IDH e renda *per capita* superiores à média brasileira, mostrando-se assim como uma realidade socioeconômica para a qual o Brasil, como um todo, supostamente, no futuro, poderá ir ao encontro.

Nesse contexto, Porto Alegre constituiu-se como solução para a continuidade da pesquisa proposta. A capital porto-alegrense também é uma das capitais cobertas pela PME (Pesquisa Mensal do Emprego) do IBGE, a partir da qual pode-se obter os dados conjunturais de rendimento e ocupação das populações.

Procedeu-se na seqüência ao requerimento dos dados históricos relativos aos consumos residências de água e energia elétrica, que no caso de Porto Alegre, seriam providos pelo DMAE (Departamento Municipal de Águas e Esgotos) e pela empresa CEEE-D (Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica).

Nesse ínterim, as preocupações com o alcance de resultados convincentes levaram à proposta de incorporar a geração domiciliar urbana de resíduos sólidos no escopo dos trabalhos. Assim, recorreu-se à companhias que prestam serviços de coleta e manejo de resíduos sólidos nas capitais Belo Horizonte e Porto Alegre.

Desta forma, os dados de coleta domiciliar de resíduos sólidos foram obtidos junto a Secretaria de Limpeza Urbana (SLU) da Prefeitura de Belo Horizonte e junto ao Departamento Municipal de Limpeza Urbana da Prefeitura de Porto Alegre.

Analogamente ao processo utilizado para água e energia elétrica, desenvolveu-se um modelo de projeção na cidade de Belo Horizonte, que posteriormente foi validado em Porto Alegre, conforme metodologia pormenorizada nos próximos itens.

4.2 Formação dos bancos de dados

Pelo cunho observacional da pesquisa, a obtenção de dados utilizados neste trabalho foi oriunda de institutos ou organismos oficiais, que melhor pudessem representar as realidades, com disponibilização de dados confiáveis de forma sistemática e contemporânea.

Portanto, informações do Banco Mundial (2009), da National Geographic Society (2008), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009), da Fundação João Pinheiro (FJP, 2006), da Associação de Empresas de Pesquisa (ABEP, 2010), do Departamento Municipal de

Águas e Esgotos (DMAE, 2009), da Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE-D, 2009), da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa, 2009), da Centrais Elétricas de Minas Gerais (CEMIG, 2009), da Secretaria de Limpeza Urbana de Belo Horizonte (SLU, 2010) e do Departamento Municipal e Limpeza Urbana de Porto Alegre (DMLU, 2010), constituíram-se nas principais fontes de dados, base para as análises fossem realizadas.

Especificamente, no caso dos dados mundiais de renda, consumo de água e energia elétrica, recorreu-se às informações disponibilizadas e consolidadas pelo Banco Mundial e pela National Geographic Society.

No tocante à abordagem dos indicadores socioeconômicos relativos às capitais brasileiras, foram consultados institutos de pesquisa, como o IBGE e FJP. A partir de dados do IBGE e da FJP, as capitais foram classificadas para fins de obtenção das características socioeconômicas de cada uma delas. Indicadores como IDH-M, renda *per capita*, área, população residente e média de habitantes por domicílio foram apurados para se compor os painéis comparativos.

Em relação ao critério para classificação socioeconômica das populações, recorreu-se ao IBGE e a ABEP. A partir do conhecimento das classes sociais, montaram-se os painéis de distribuição da população em classes para efeito de validação dos modelos e projeção de cenários futuros.

Em Belo Horizonte, os dados de consumo foram oriundos da Copasa, a qual forneceu os consumos hidrometrado de água, da CEMIG, a qual forneceu os consumos residenciais de energia elétrica e da SLU, a qual forneceu os dados referentes a coleta de resíduos sólidos.

Analogamente, no caso de Porto Alegre o DMAE forneceu os volumes mensais micromedidos⁸ de água que foram consumidos no município, a CEEE forneceu os consumos mensais de energia elétrica e o DMLU disponibilizou os dados de coleta de resíduos sólidos na capital gaúcha.

⁸ Volumes micromedidos: volumes medidos nas instalações consumidoras por meio de medidores denominados hidrômetros. Não incorpora perdas reais ou aparentes ocorridas na rede de distribuição, mas prestam-se à determinação das perdas de faturamento.

O universo dos dados foi composto de forma mais ampla possível, buscando acobertar todo o período histórico, partindo da disponibilidade dos informantes até o período mais recente por ocasião do fechamento das análises realizadas. Formados os bancos de dados, procedeu-se ao trabalho de tratamento, tabulação, e análises, conforme explicitado ainda dentro deste capítulo.

Especificamente em Belo Horizonte, cidade na qual se desenvolveram os modelos, a gestão da informação geográfica é realizada pelo Grupo de Gestão da Informação (grupo formado pela Prefeitura de Belo Horizonte, Prodabel, PMMG, Copasa, Cemig, Telemar, Correios e outros). O resultado reflete um trabalho contínuo e permanente que envolve técnicos de diversos órgãos da Prefeitura de Belo Horizonte, Secretaria Municipal de Regulação Urbana, Urbel, Secretarias de Administração Regional Municipal, Secretaria Municipal de Saúde, Secretária Municipal de Planejamento, Prodabel, Secretaria Municipal Adjunta de Tecnologia da Informação, além da e Fundação João Pinheiro – FJP, os quais trabalham ampliando sua utilização e aprimorando os conceitos de representação da identidade popular.

No município de Belo Horizonte, ao todo, estão cadastrados 531 bairros populares (PMBH, 2007), distribuídos segundo as 9 regionais administrativas conforme mostra a Figura 4.1. Para que fossem realizadas as regionalizações dos indicadores socioeconômicos foi necessária a catalogação dos bairros existentes em cada região administrativa para que posteriormente se realizasse a compatibilização entre tais regiões e os distritos operacionais das concessionárias de serviços. Mais especificamente, analisou-se cada regional administrativa em separado para que todos os bairros fossem considerados nas agregações. A catalogação de todos os bairros fez-se necessária também para que se identificasse espacialmente a localidade de cada informação socioeconômica obtida perante as pesquisas do IBGE. As Figuras 4.2 a 4.10 mostram em separado cada regional com seus respectivos bairros (Prodabel, 2007).

MAPA DE BAIRROS POPULARES POR REGIONAL
MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE - 2006

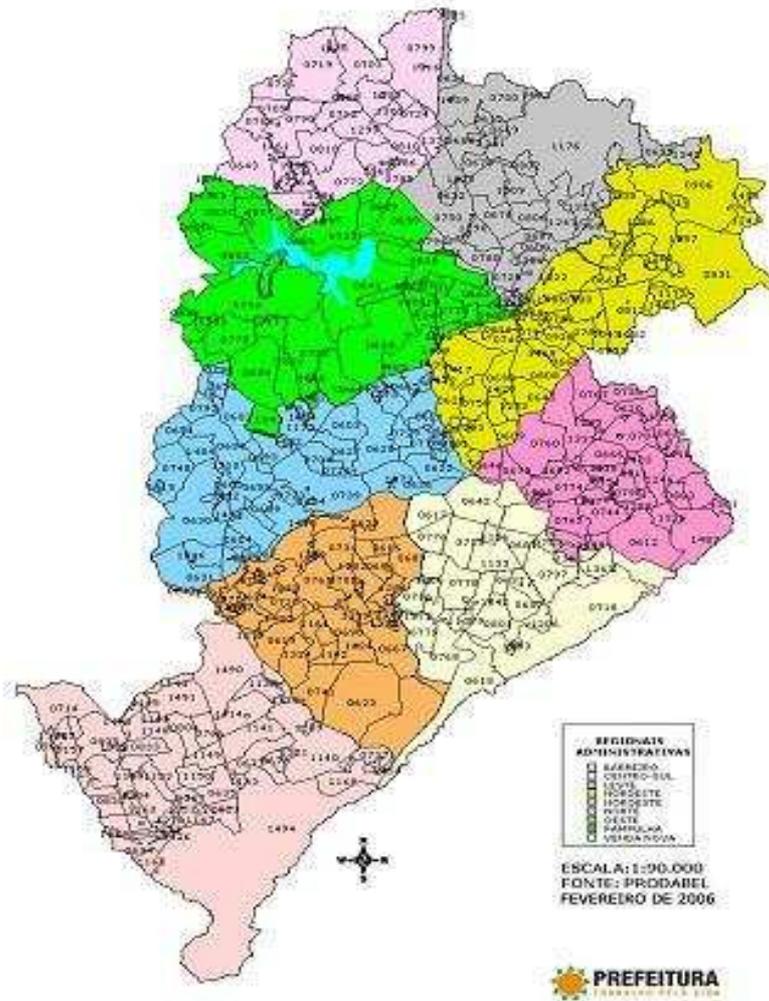


Figura 4.1 – Mapa geral de bairros populares do Município de Belo Horizonte.

Fonte: Prodabel, 2006



Figura 4.2 – Venda Nova

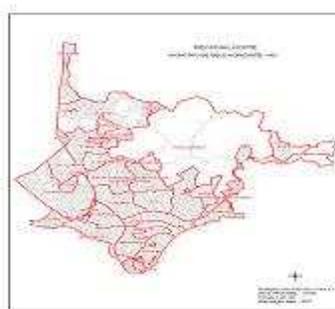


Figura 4.3 – Norte



Figura 4.4 – Nordeste



Figura 4.5 – Leste



Figura 4.6 – Pampulha

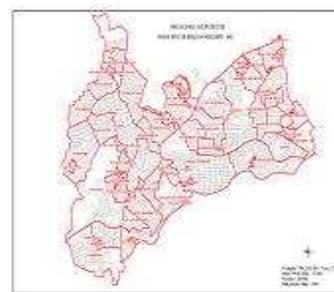


Figura 4.7 – Noroeste



Figura 4.8 – Centro-Sul



Figura 4.9 – Oeste



Figura 4.10 – Barreiro

4.2.1 Dados da PME - IBGE

Esta seção visa esclarecer a qualidade, como se constituem e como foram obtidos os dados conjunturais oriundos da Pesquisa Mensal de Emprego (PME). Os dados socioeconômicos foram cumulativamente obtidos junto ao IBGE, por intermédio dos microdados (em nível de questionários) e de forma histórica que cobrissem o mesmo período de dados relativos ao consumo de água, energia e coleta de lixo, disponibilizados pelas prestadoras destes serviços.

Os microdados da pesquisa eram disponibilizados pelo IBGE em forma digital por meio de discos compactos (CDs) e posteriormente por meio de *pen drives*. Atualmente os mesmos encontram-se disponíveis no sítio do instituto. Cada diretório contém os 12 arquivos mensais para cada uma das 6 regiões metropolitanas cobertas pela pesquisa, para um determinado ano de referência. Na ocasião em que se concluiu o desenvolvimento do processo metodológico desta tese, existia a disponibilidade dos dados somente até dezembro de 2010.

Os microdados da PME são os dados primários da pesquisa em seu nível menos agregado, contendo todas as variáveis do questionário com exceção das identificações de cada informante. Cada arquivo de microdados apresenta os dados mensais para todas as 6 regiões metropolitanas, ou seja para o total aproximado de 37.200 domicílios amostrados.

Trata-se de arquivos com tamanho variando individualmente em torno de 47 MB de dados. Um exemplo pode ser visto em fragmento anexado no Apêndice II desta tese. Cada arquivo mensal de microdados da PME possui cerca de 105.000 registros com extensão 482 colunas, representando 187 variáveis em cada um deles, as quais foram filtradas de acordo com o interesse deste trabalho.

O tamanho da amostra da PME para Região Metropolitana de Belo Horizonte atinge hoje a faixa de 6.700 domicílios com seus 19.200 moradores abrangidos mensalmente pelas entrevistas, sendo que especificamente em Belo Horizonte a amostra atinge por volta de 3.100 domicílios com aproximadamente 10.200 moradores abarcados mensalmente pela pesquisa.

Considerou-se por consequência que o plano amostral adotado pelo IBGE para realização da PME seria significativo e condizente para apontar a renda média e demais indicadores de cada uma das regiões administrativas do município de Belo Horizonte.

Seguindo a íntegra das proporções amostrais do IBGE, calcularam-se os rendimentos domiciliares mensais *per capita*, número médio de moradores por domicílio, idade e grau de instrução, para que em seguida tais indicadores fossem consolidados e confrontados com os dados de consumos domiciliares de água, energia elétrica e produção de resíduos sólidos, segundo cada região ou distrito operacional relativo às concessionárias pesquisadas.

4.2.2 Dados da Copasa

Neste estudo, foram utilizados dados de consumo micromedidos e economias informados pela Copasa, através de seus relatórios de informações operacionais, emitido para cada distrito operacional do município. Os seis distritos operacionais da Copasa em Belo Horizonte, apresentavam-se conforme Tabela 4.1 a seguir. No entanto, em setembro de 2007 houve alteração da denominação dos referidos distritos, mantendo-se inalterados todos os limites e

confrontações dos mesmos. Segundo a Copasa (2009), as atuais denominações vigentes estão listadas na Tabela 4.2.

Tabela 4.1 – Relação dos distritos operacionais da Copasa em 2006

Distrito Operacional	Sigla
Distrito Nordeste	DTNE
Distrito Norte	DTNO
Distrito Leste	DTLE
Distrito Oeste	DTOE
Distrito Sul	DTSL
Distrito Sudoeste	DTSO

Fonte: Copasa, 2006. Adaptação do autor

Tabela 4.2 – Relação dos distritos Operacionais da Copasa em 2007

Distrito Operacional	Sigla
Distrito Norte	DTNT
Distrito Noroeste	DTNO
Distrito Leste	DTLE
Distrito Oeste	DTOE
Distrito Sul	DTSL
Distrito Sudoeste	DTSO

Fonte: Copasa, 2009. Adaptação do autor

Ressalta-se que, apesar da troca de denominações, as áreas geográficas abrangidas por cada distrito permaneceram as mesmas, não implicando alterações nas análises e agregações de dados realizadas.

Para efeito de apuração dos indicadores socioeconômicos relativos aos distritos operacionais, utilizou-se a base espacial de dados referentes às regionais administrativas adotadas pela Prefeitura Municipal, procedendo-se à consolidação dos dados para que a sobreposição espacial e geográfica coincidissem entre as regiões, conforme denota Figura 4.11.

As 9 regiões administrativas da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte foram agrupadas para que se desse a melhor coincidência espacial em relação aos distritos regionais da Copasa, conforme assinalado pela Figura 4.11.

Em seguida, a fim de se estabelecer uma correta comparação entre a renda e o custo da água fornecida ao longo do histórico considerado para os consumidores de Belo Horizonte, foi solicitada à Copasa a evolução das tarifas residenciais praticadas, para que se pudesse determinar o valor relativo da água no decorrer do período abordado por esta pesquisa, estabelecendo-se o real poder de compra por parte da população consumidora.

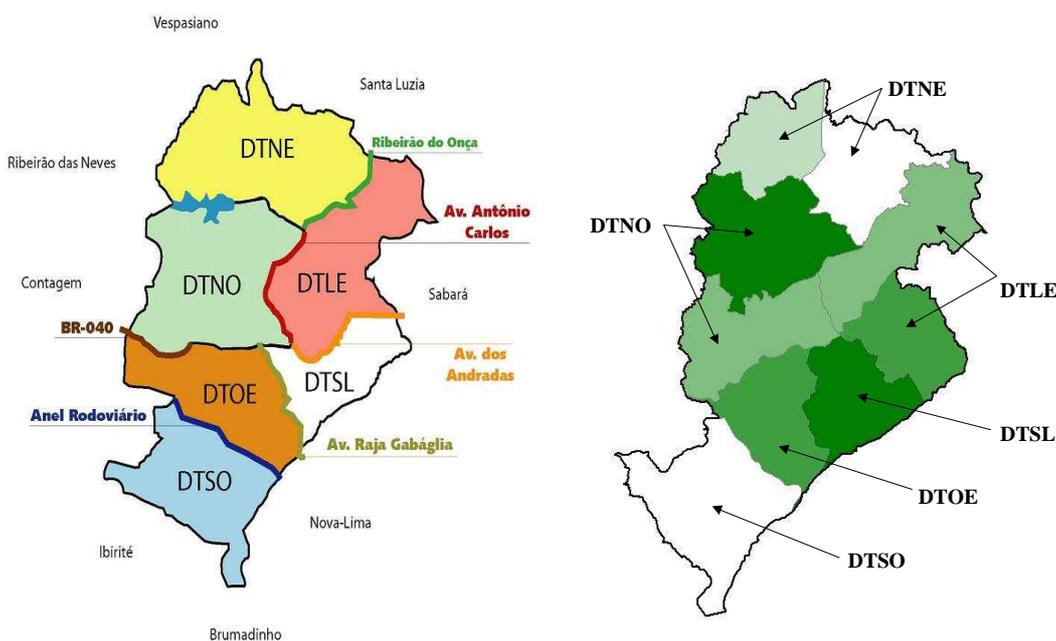


Figura 4.11 – Correspondência de localização entre os distritos operacionais da Copasa e regiões administrativas. Fonte: Copasa (2006), Prodabel (2007) – Adaptação do autor

Baseado na evolução de valores das tarifas, calcularam-se índices deflatores para que fossem aplicados aos rendimentos mensais apurados, mantendo-se assim o real poder de aquisição das famílias em relação ao custo do insumo água.

Em relação às tarifas praticadas, montou-se um comparativo para que se apurasse os deflatores a serem aplicados devido à evolução das tarifas. As tabelas 4.5 a 4.10 mostram tais fatores que serão aplicados às rendas *per capita* mensais de cada região estudada.

Procedendo-se assim pode-se avaliar a real variação da renda levando-se em conta a majoração histórica das tarifas.

Foram consideradas como base as tarifas mínimas praticadas, pois as tarifas mais elevadas, normalmente aplicadas a consumidores enquadrados em faixas de maiores volumes consumidos, em todos os casos, são especificamente maiores. Ou seja, nas faixas mais elevadas o valor cobrado já contempla um maior preço para cada m³ consumido, favorecendo desta forma o consumo racional do recurso.

Segundo a Copasa (2010), as cobranças mínimas foram aplicadas conforme Tabela 4.3 a seguir. Cabe ressaltar que os valores já expressam o custo total, incluindo o abastecimento de água e a coleta de esgoto residencial.

Tabela 4.3 – Evolução das tarifas mínimas da categoria residencial

Ano	Tarifa Normal ⁹	Tarifa Social ¹⁰
2003	R\$ 19,16	R\$ 9,38
2004	R\$ 20,98	R\$ 10,26
2005	R\$ 25,46	R\$ 11,48
2006	R\$ 24,90	R\$ 11,14
2007	R\$ 24,90 ¹²	R\$ 11,79
2008	R\$ 27,43	R\$ 12,69
2009 ¹¹	R\$ 27,43	R\$ 12,69

Fonte: Copasa, 2010.

⁹ Tarifa mínima aplicável a consumos mensais de água com volume de até 6 m³/mês.

¹⁰ Tarifa aplicável a economias exclusivamente residenciais que consumam volume mensal inferior a 15 m³/mês e residam em imóvel com menos de 44 m² de área útil.

¹¹ No ano de 2007 a tarifa normal manteve-se a mesma do ano de 2006 devido a redução do valor cobrado pela parcela referente ao esgotamento sanitário e permanência do desconto aplicável ao consumo básico de 6 m³/mês.

¹² No ano de 2009 não houve reajustamento tarifário, sendo utilizada a mesma tabela referente ao ano de 2008.

Com o objetivo de se determinar o real poder de aquisição por parte da população, os rendimentos aferidos foram ajustados de forma relativa ao crescimento do custo médio da tarifa mínima mensal, aplicando-se os índices de inflação da água calculados a seguir.

Considerou-se, portanto, como marco inicial do preço unitário a data de agosto de 2003, a partir da qual o rendimento da população viria a ser deflacionado conforme índices do valor relativo da água, conforme mostrado a seguir. Para obtenção do mencionado índice médio, levou-se em conta a proporcionalidade entre o número de economias favorecidas com a tarifa social em relação ao número total de economias residenciais existentes.

A tabela 4.4 quantifica o número de economias cadastradas em cada tipo de tarifação e a apuração das respectivas proporcionalidades para cada distrito operacional. Na mesma tabela também encontram-se o cálculo dos fatores constantes na coluna *Relação Social/Total* e *Relação Normal/Total*.

Para o cálculo dos *deflatores ponderados* utilizou-se a Equação 4.1 para todas as vigências de tarifa, assim como para todos os distritos operacionais. As tabelas 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 e 4.10 mostram a coluna de *deflatores ponderados* calculados para cada ano e cada distrito operacional. Tais deflatores são aplicados posteriormente para obtenção dos rendimentos médios mensais *per capita* reais de cada distrito.

$$DP = (TNB / TNA * RNT) + (TSB / TSA * RST) \quad (4.1)$$

Na qual:

- DP → Índice deflator ponderado;
- TNB → Tarifa normal base ano 2003;
- TNA → Tarifa normal atual;
- TSB → Tarifa social base ano 2003;
- TSA → Tarifa social atual;
- RNT → Relação normal / total;
- RST → Relação social / total.

Tabela 4.4 – Distribuição do quantitativo de economias entre os distritos operacionais

Distrito	Tarifa Normal	Tarifa Social	Total de economias	Relação Social/Total	Relação Normal/Total
DTLE	121.719	12.472	134.191	9,29%	90,71%
DTNO	130.731	17.135	147.866	11,59%	88,41%
DTNT	123.346	10.768	134.114	8,03%	91,97%
DTOE	98.396	9.934	108.330	9,17%	90,83%
DTSL	123.259	12.868	136.127	9,45%	90,55%
DTSO	66.601	12.902	79.503	16,23%	83,77%
Totais	664.052	76.079	740.131	10,28%	89,72%

Tabela 4.5 – Índices de deflação a serem aplicados aos rendimentos *per capita* - DTLE

Ano	Tarifa Normal	Ponderação	Tarifa Social	Ponderação	Deflator Ponderado
2003	1	0,90705	1	0,09294	1
2004	0,9133	0,82841	0,9142	0,08497	0,9134
2005	0,7526	0,68265	0,8171	0,07594	0,7586
2006	0,7695	0,69797	0,8420	0,07826	0,7762
2007	0,7695	0,69797	0,7956	0,73943	0,7719
2008	0,6985	0,63357	0,7392	0,06870	0,7023
2009	0,6985	0,63357	0,7392	0,06870	0,7023

Tabela 4.6 – Índices de deflação a serem aplicados aos rendimentos *per capita* - DTNO

Ano	Tarifa Normal	Ponderação	Tarifa Social	Ponderação	Deflator Ponderado
2003	1	0,88412	1	0,11588	1
2004	0,9133	0,80747	0,9142	0,10594	0,9134
2005	0,7526	0,66539	0,8171	0,09469	0,7600
2006	0,7695	0,68033	0,8420	0,09757	0,7779
2007	0,7695	0,68033	0,7956	0,09219	0,7725
2008	0,6985	0,61756	0,7392	0,08566	0,7032
2009	0,6985	0,61756	0,7392	0,08566	0,7032

Tabela 4.7 – Índices de deflação a serem aplicados aos rendimentos *per capita* - DTNT

Ano	Tarifa Normal	Ponderação	Tarifa Social	Ponderação	Deflator Ponderado
2003	1	0,91971	1	0,08029	1
2004	0,9133	0,83997	0,9142	0,07340	0,9134
2005	0,7526	0,69217	0,8171	0,06560	0,7578
2006	0,7695	0,70772	0,8420	0,06760	0,7753
2007	0,7695	0,70772	0,7956	0,06388	0,7716
2008	0,6985	0,64242	0,7392	0,05935	0,7018
2009	0,6985	0,64242	0,7392	0,05935	0,7018

Tabela 4.8 – Índices de deflação a serem aplicados aos rendimentos *per capita* - DTOE

Ano	Tarifa Normal	Ponderação	Tarifa Social	Ponderação	Deflator Ponderado
2003	1	0,90830	1	0,09170	1
2004	0,9133	0,82956	0,9142	0,08233	0,9119
2005	0,7526	0,68359	0,8171	0,07493	0,7585
2006	0,7695	0,69894	0,8420	0,07721	0,7762
2007	0,7695	0,69894	0,7956	0,07296	0,7719
2008	0,6985	0,63445	0,7392	0,06778	0,7022
2009	0,6985	0,63445	0,7392	0,06778	0,7022

Tabela 4.9 – Índices de deflação a serem aplicados aos rendimentos *per capita* - DTSL

Ano	Tarifa Normal	Ponderação	Tarifa Social	Ponderação	Deflator Ponderado
2003	1	0,90547	1	0,09453	1
2004	0,9133	0,82697	0,9142	0,08642	0,9134
2005	0,7526	0,68146	0,8171	0,07724	0,7587
2006	0,7695	0,69676	0,8420	0,07959	0,7764
2007	0,7695	0,69676	0,7956	0,07521	0,7720
2008	0,6985	0,62464	0,7392	0,06988	0,6945
2009	0,6985	0,62464	0,7392	0,06988	0,6945

Tabela 4.10 – Índices de deflação a serem aplicados aos rendimentos *per capita* - DTSO

Ano	Tarifa Normal	Ponderação	Tarifa Social	Ponderação	Deflator Ponderado
2003	1	0,83772	1	0,16228	1
2004	0,9133	0,76509	0,9142	0,14836	0,9135
2005	0,7526	0,63047	0,8171	0,13260	0,7631
2006	0,7695	0,64463	0,8420	0,13664	0,7813
2007	0,7695	0,64463	0,7956	0,12911	0,7727
2008	0,6985	0,58515	0,7392	0,11996	0,7051
2009	0,6985	0,58515	0,7392	0,11996	0,7051

4.2.3 Dados da CEMIG

No município Belo Horizonte a CEMIG segmentou suas operações em 13 agências operacionais de faturamento. Os consumos residenciais mensais obtidos com a referida concessionária encontram-se agregados por tais agências. A Tabela 4.11 mostra os códigos e nomes dos referidos agrupamentos.

Tabela 4.11 – Códigos e nomes das agências operacionais da CEMIG

8000	BELO HORIZONTE
8011	B BHTE-AG VENDA NOVA
8012	B BHTE-AG BARREIRO
8013	B BHTE-AG SANTO AGOSTINHO
8014	B BHTE-AG PEDRO II
8015	B BHTE-AG ANTONIO CARLOS
8016	B BHTE-AG CENTRO
8017	B BHTE-AG NOVA SUISSA
8018	B BHTE-AG CENTRO SUL
8019	B BHTE-AG STA EFIGENIA
8020	B BHTE-AG CIDADE NOVA
8021	B BHTE-AG PADRE EUSTAQUIO
8023	B BHTE-AG STA EFIGENIA (RDS)
8024	B BHTE-AG CENTRO SUL (RDS)

Fonte: CEMIG, 2009

Ao longo do período observado por este trabalho, os consumos residenciais mensais foram agregados por cada agência operacional da CEMIG e encontram-se mostrados pelo Anexo III. O Anexo III mostra ainda o ofício de solicitação dos dados à CEMIG, assim como os valores de consumos domiciliares históricos de energia elétrica tabulados por agências operacionais e consolidados por regionais administrativas da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte.

Da mesma forma, a exemplo do que fôra realizado por Dias (2008) com o insumo água, para que se viabilizasse a correta comparação entre rendas e demandas, fez-se necessário compatibilizar espacialmente os dados de consumo de energia elétrica, dados demográficos e seus respectivos indicadores socioeconômicos.

Assim, os dados de consumo de energia elétrica foram novamente agregados, mas agora segundo cada regional administrativa da Prefeitura de Belo Horizonte, viabilizando-se a obtenção perfeita da superposição das informações, ou seja, a renda *per capita* média apurada para cada regional refere-se exatamente à seu respectivo consumo energético.

As novas áreas espaciais objeto de estudo para determinação do modelo de consumo de energia elétrica no município de Belo Horizonte passaram ser: Venda Nova/Norte, Nordeste, Pampulha, Leste, Noroeste, Centro Sul, Oeste e Barreiro, conforme mostra a Figura 4.12.

Observa-se que os totais entre as tabelas do Anexo III são equivalentes para cada mês em análise, significando que todo o consumo foi devidamente computado na agregação das novas áreas geográficas consideradas, ou seja regional administrativas.

Em relação às tarifas praticadas, a exemplo do que se aplicou ao insumo água, tabulou-se a variação do valor tarifário para que se apurasse os deflatores a serem aplicados devido ao incremento das tarifas. A Tabela 4.12 mostra tais fatores que serão aplicados para cálculo da rendas reais *per capita* mensais deflacionadas para cada região estudada. Procedendo-se assim pode-se avaliar a real variação da renda levando-se em conta a majoração histórica das tarifas.

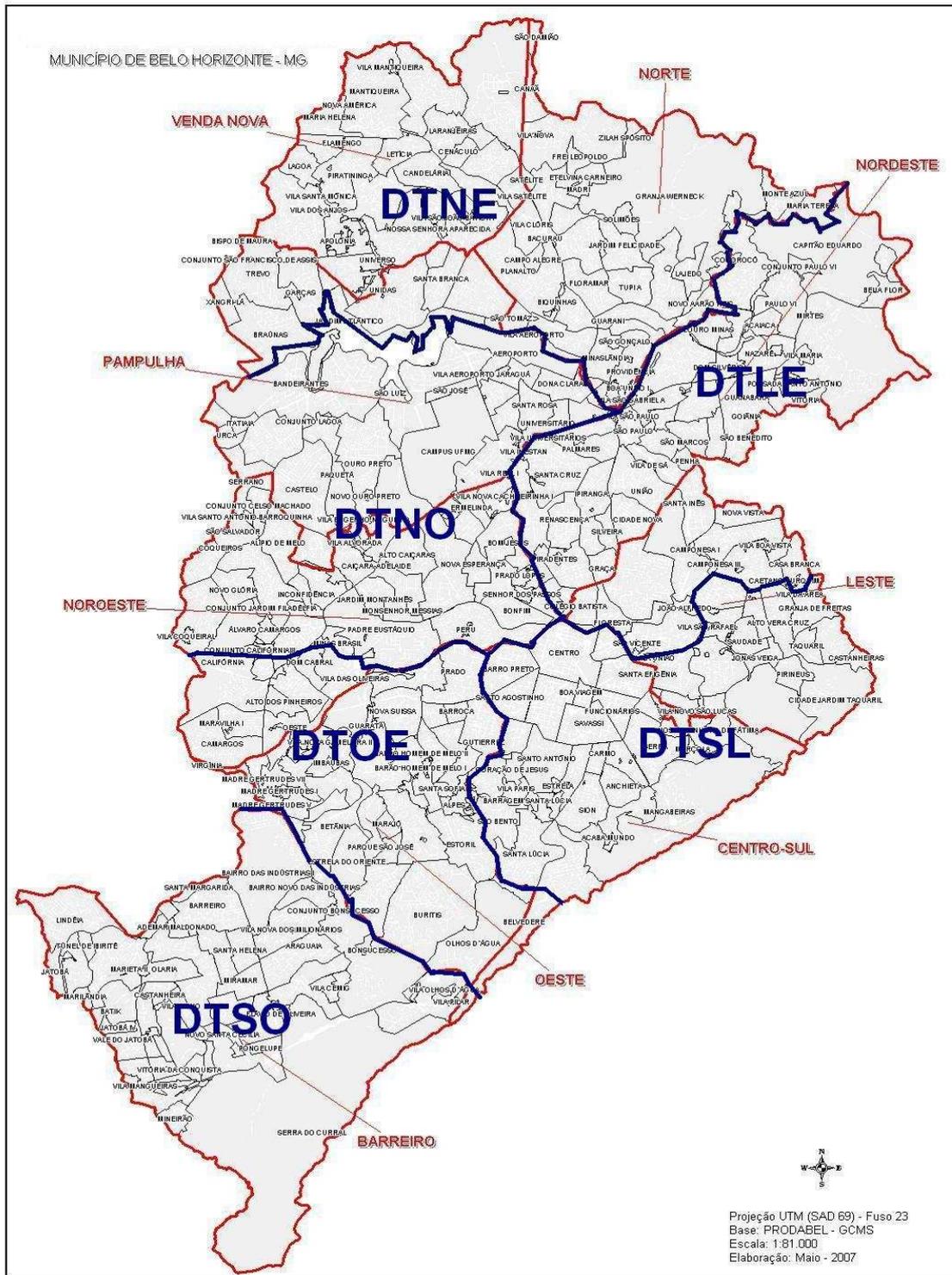


Figura 4.12 – Correspondência da localização geográfica espacial entre as agências operacionais da CEMIG e as regiões administrativas da Prefeitura de Belo Horizonte.

Fonte: Prodabel, 2007. Adaptação do autor

Tabela 4.12 – Evolução das tarifas residenciais de energia elétrica em Belo Horizonte (R\$ / kWh) e deflatores a serem aplicados aos rendimentos *per capita*

Ano	Tarifa Normal	Baixa renda até 30 kWh	Baixa renda até 100 kWh	Baixa renda até 220 kWh	Baixa renda acima de 220 kWh	Varição em relação per. anterior (%)	Deflator médio acumulado
2002	0,28578	N/D	N/D	N/D	N/D	-----	1
2003	0,31105	N/D	N/D	N/D	N/D	8,84%	0,91878
2004	0,34418	0,11708	0,20069	0,30102	0,30102	10,65%	0,83035
2005/1	0,40636	0,13823	0,23695	0,35540	0,39491	18,07%	0,70327
2005/2	0,38672	0,13154	0,22549	0,33822	0,37582	- 4,83%	0,73896
2006	0,40671	0,13785	0,23715	0,35571	0,39525	5,17%	0,70264
2007	0,43315	0,14608	0,25257	0,37882	0,42094	6,50%	0,65975
2008	0,35905	0,12026	0,20937	0,31403	0,34893	- 17,11%	0,79593
2009	0,37652	0,12457	0,21955	0,32932	0,36591	4,87%	0,75897
2010	0,37624	0,12139	0,20811	0,31219	0,34686	- 0,77%	0,76486
2011	0,38978	0,12947	0,22194	0,33297	0,36992	6,61%	0,71744

4.2.4 Dados da SLU

O serviço de coleta de resíduos efetuado pela SLU em Belo Horizonte utiliza caminhões com capacidades de carga , em peso e em volume, definidas e reguladas pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). O instrumento de controle da quantidade de resíduos sólidos produzida e coletada é a balança rodoviária

Ao entrarem nos aterros ou áreas de deposição, os caminhões são pesados antes da descarga e após a descarga. Por diferença, apura-se o quantitativo de resíduos sólidos descarregado em massa (SLU, 2010).

Tendo em vista que a remuneração dos serviços de coleta de resíduos sólidos é feita em função do peso transportado, aspectos voltados à precisão das medições de quantitativos de resíduos sólidos manejados vêm sendo alvo de preocupação por parte dos gestores, que buscam reduzir níveis de incerteza associados à pesagem dos caminhões.

Ressalta-se que os dados relativos às massas de resíduos coletados levam em consideração as coletas de resíduos sólidos domiciliares, ou seja, aqueles gerados por edificações residenciais, comerciais, públicas e de prestação de serviços, conforme explicitado nos relatórios da SLU (SLU, 2011). Não são objeto desta pesquisa resíduos lançados em via pública, de varrição, especiais ou de saúde. A principal forma de coleta realizada no âmbito domiciliar abordado por este trabalho é desempenhada utilizando-se de caminhões compactadores, além de caminhões basculantes, ou caçambas estacionárias para os casos de vilas e favelas de difícil acesso viário. São considerados ainda a coleta seletiva de papel, metal, plástico, vidro e de resíduos orgânicos realizadas em feiras e sacolões.

Os dados da SLU foram obtidos em relatórios anuais de atividades que especificam quantitativos mensais coletados em todas as regionais administrativas do município (Anexo VI).

No tocante ao custo do serviço para o contribuinte, cabe ressaltar que cada imóvel cadastrado na prefeitura paga uma taxa única e coleta incorporada no imposto de propriedade territorial urbano (IPTU). Desta forma não há que se falar que correção monetária ou tarifa por volume coletado, uma vez que a taxa de coleta urbana é cobrada independentemente do quantitativo de resíduos produzidos em cada domicílio.

4.2.5 Dados do DMAE

Por meio do ofício UFMG-CPH 0924/08, datado de 24 de setembro de 2008, solicitou-se à diretoria do DMAE o fornecimento dos dados relativos aos consumos micromedidos mensais residenciais de água, segundo cada bairro ou distrito operacional da cidade de Porto Alegre (Anexo IV).

Como resposta, obteve-se o conjunto de dados mostrada pela tabela, constante do Anexo IV, na qual constam os volumes micromedidos mensais consumidos pela categoria residencial em toda Porto Alegre.

Infelizmente, não se fez possível a obtenção de quantitativos segregados por bairros ou distritos operacionais, uma vez que o DMAE não dispunha na ocasião de apurações de consumo regionalizadas. Tal limitação impossibilitou a análise setorizada, mas por sua vez,

permitiu validar o modelo de consumo dentro da realidade socioeconômica de Porto Alegre, uma vez que pretendeu-se comparar os volumes calculados pelo modelo com o total real consumido, informado pelo DMAE.

Por outro lado, a análise do consumo totalizado proporciona visão integral do comportamento do consumo urbano em valores que incorporam e relativizam as diferenças socioeconômicas dos bairros daquele município.

O Anexo IV mostra o ofício de solicitação dos dados ao DMAE, assim como os valores de consumos domiciliares históricos totais de água tabulados mensalmente no município de Porto Alegre.

4.2.6 Dados da CEEE-D

De maneira análoga à obtenção dos demais dados, os consumos de energia elétrica foram obtidos junto à concessionária distribuidora em Porto Alegre, CEEE-D.

Em Porto Alegre, a CEEE-D operacionaliza 5 sucursais, a saber: 1801 – Centro, 1802 – Passo da Areia, 1803 – Azenha, 1804 – Floresta e 1805 – Alto Petrópolis. O anexo V apresenta ofício de solicitação e os dados tabulados contendo os consumos mensais domiciliares de energia elétrica relativos a cada uma das sucursais durante o período disponibilizado pela Companhia.

O dados de consumo residencial de energia elétrica referentes a Porto Alegre serão totalizados e confrontados com os resultados obtidos pelo modelo de previsão de consumo desenvolvido a partir da realidade socioeconômica de Belo Horizonte.

O Anexo V mostra o ofício de solicitação dos dados à CEEE-D, assim como os dados referentes aos valores dos consumos domiciliares históricos de energia elétrica tabulados pelas sucursais operacionais do município de Porto Alegre.

4.2.7 Dados do DMLU

Os dados de coleta de resíduos sólidos são disponibilizados pelo DMLU em seu site na internet. A formatação dos mesmos encontra-se disponível em tabulação mensal expressa em toneladas coletadas em todo município.

Da mesma forma que a SLU, na categoria resíduos domiciliares encontram-se incorporadas as parcelas referentes aos resíduos domiciliares propriamente ditos, coletas em zonas de difícil acesso e rejeitos de unidades de triagem. O Anexo VII apresenta os dados base utilizados nos trabalhos de análise.

4.2.8 Dados internacionais

Em sua maior parte, os dados que serviram de fundamentação para o contexto internacional apresentado no capítulo Resultados e Discussões advieram de pesquisas em publicações realizadas em órgãos internacionais como Banco Mundial, Nações Unidas e National Geographic Society. As planilhas utilizadas na apuração de dados de consumos *per capita* encontram-se no Anexo VIII.

4.3 Tratamento estatístico aplicado

Conforme afirma a ENCE (2011), compõem a ciência estatística o conjunto de técnicas e métodos de pesquisa que, entre outros tópicos, envolvem o planejamento do experimento a ser realizado, a coleta qualificada dos dados, a inferência, o processamento, a análise e a disseminação das informações. Seguindo esse procedimento, para fins de leitura, classificação, manipulação, armazenamento, tratamento estatístico, processamento e análise dos microdados advindos da PME, foi escolhido como ferramenta o software estatístico denominado *Statistical Package for the Social Science* (SPSS).

O tratamento dos dados socioeconômicos consistiu, a partir do arquivo mensal de microdados do IBGE, em proceder à entrada das informações ao SPSS empregando uma rotina desenvolvida para tal. Assim, foram lidas do arquivo original em formato tipo texto apenas as

variáveis pertinentes ao foco deste trabalho, procedendo-se à seleção, agregação dos dados de interesse e cálculo dos indicadores para cada região abordada.

A preparação dos indicadores socioeconômicos se deu a partir de cálculo realizado com os dados da pesquisa conjuntural PME, na qual se afere mensalmente, dentre outras variáveis, a evolução do emprego e renda nas principais regiões metropolitanas brasileiras. São empregadas rotinas especificamente desenvolvidas para o tratamento desejado dos dados utilizando-se de linguagem de programação com sintaxe inerente ao SPSS, conforme mostra exemplo da Figura 4.13.

```
SET
  BLANKS=SYSMIS BLANKS=SYSMIS
  UNDEFINED=WARN.
DATA LIST
  FILE='D:\ufmg\amestrado_smarh\dados\libge_pme\pme_2005_2006_microdados\PMEnova.122004.txt'
  FIXED RECORDS=1 TABLE /1
  tm 1-2
  controle 3-10
  serie 11-13
  semana 16-16
  grotac 18-18
  mes 19-20
  ano 21-24
  neetset 28-30
  tdselset 59-62
  tdlisset 63-68
  fracao 69-72
  nidmnr 102-103
  sexo 104-104
  idade 113-116
  condo 117-117
  confa 118-118
  cor 120-120
  totmnr 121-122
  lereser 149-149
  estuda 150-150
  grau 156-157
  cuncl 161-161
  renhabto 457-465
  renefetu 466-474
  nhhab 475-477
  nhufe 478-480
  anoest1 481-481.
EXECUTE.
SAVE
  OUTFILE='D:\ufmg\amestrado_smarh\dados\libge_pme\pme_2005_2006_microdados\pme_12_2004.sav'
  /COMPRESSED.
```

Figura 4.13 – Sintaxe utilizada para seleção e entrada dos microdados de interesse

Para que a devida seleção de variáveis escolhidas seja feita, torna-se indispensável o conhecimento do dicionário de dados relativo ao arquivo principal dos microdados. Tal dicionário traduz o tipo de informação, o gênero da variável, seu tamanho e a sua posição relativa dentro de cada registro do arquivo eletrônico. Tabela 4.13 resume o dicionário de

dados de interesse, relacionando as variáveis que foram escolhidas, com seus nomes adotados, descrições, tamanhos e posições no arquivo de origem de cada uma.

Em seguida, como o trabalho em questão aborda o município de Belo Horizonte, fez-se necessário filtrar os questionários que atendessem tal quesito. Além disso, nesta etapa foram realizadas as adições dos bairros, regiões administrativas e distritos operacionais para cada informante entrevistado. A Figura 4.15 demonstra os passos deste procedimento de filtragem e mesclagem de dados.

Tabela 4.13 – Relação das variáveis processadas do arquivo de microdados da PME

Nome da variável	Descrição	Posição inicial no arquivo	Tamanho (colunas)
RM	Código da região metropolitana	1	2
Controle	Número do controle da entrevista	3	8
Mês	Mês de realização da pesquisa	19	2
Ano	Ano de realização da pesquisa	21	4
Nsetsel	Número de setores selecionados	28	3
Tdsetset	Total de domicílios selecionados no setor	59	4
Tdlistset	Total de domicílios listados no setor	63	6
Fração	Fração de amostragem	69	4
Nidmor	Número que identifica o morador	102	2
Sexo	Sexo do entrevistado	104	1
Idade	Idade calculada do entrevistado	113	4
Condo	Condição do entrevistado no domicílio	117	1
Confa	Condição do entrevistado na família	118	1
Cor	Cor ou raça declarada pelo entrevistado	120	1
Totmor	Total de moradores no domicílio	121	2
Lerescr	Sabe ler e escrever	149	1
Estuda	Freqüenta a escola	150	1
Grau	Qual o grau mais elevado que freqüentou anteriormente	156	2
Concl	Concluiu o curso que freqüentou anteriormente	161	1
Renhabto	Renda mensal habitualmente recebida pelo entrevistado	457	9
Renefeto	Renda mensal efetivamente recebida no mês de referência	466	9
Nhhab	Numero de horas habitualmente trabalhadas por semana	475	3
Nhefe	Número de horas efetivamente trabalhadas por semana	478	3
Anoest1	Anos de estudo do entrevistado	481	1

Fonte: Dicionário de variáveis da PME – entrevista, IBGE (2010). Adaptação do autor

Realizada a leitura, seleção e entrada dos dados pretendidos, o *software* SPSS disponibiliza as informações para tratamento, conforme pretendido, de acordo com o exemplo da tela de entrada inicial dos mostrada pelo Figura 4.14.

The screenshot shows the SPSS Data Editor window titled 'pme_rmbh_06_2006.sav - SPSS Data Editor'. The main area displays a data table with the following columns: 'rm', 'controle', 'serie', 'semana', 'grotac', 'me', 'ano', 'nsetset', 'tdsetset', 'tdlisset', 'fracao', 'sexo', 'idade', 'cor', 'condo', 'confa', 'nidmor', 'totmor', 'lerescr', 'estuda', 'grau', 'concl', 'renhabto', and 'rene'. The data rows represent individual records, with the first few rows showing values for variables like 'fracao' (e.g., 84, 72, 72) and 'idade' (e.g., 0, 45, 16). The table is displayed in 'Data View' mode.

Figura 4.14 – Exemplo de tela inicial para tratamento dos dados já selecionados

Na seqüência, calcularam-se os indicadores socioeconômicos agregados por cada distrito operacional da Copasa e agências operacionais da CEMIG. Os indicadores médios de renda, grau de instrução, idade e sexo foram encontrados a partir das médias calculadas dentre todas os questionários realizados em cada um dos bairros que compõem cada um dos distritos operacionais. A Figura 4.16 mostra a sintaxe aplicada nesta etapa.

O procedimento seguinte seria conhecer quantos moradores existem em cada domicílio. Mais uma vez calculou-se o valor médio representativo de cada região em questão. A Figura 4.17, por sua vez, explicita a rotina necessária para se obter o número médio de moradores por domicílio, para cada distrito e agência operacional, e por fim a Figura 4.18 indica a seqüência para que se chegue aos arquivos sintéticos com os indicadores socioeconômicos consolidados em uma única tabela.

O procedimento completo, incluindo todas as sintaxes expostas nas figuras seguintes, foi repetido para cada um dos meses de todos os anos relativos ao período abordado na pesquisa. Assim, pôde-se montar as séries históricas referentes aos indicadores socioeconômicos de cada distrito operacional no decorrer do histórico de observação, conforme especificação relatada no capítulo de resultados.

```

FILE = 'D:\ufmg\mestrado_smarh\dados\ibge_pme\microdados\pme_06_2006.sav'
SELECT CASES IF rm = 31
UNSELECT CASES ARE DELETED
RECODE INTO SAME VARIABLES
NUMERIC VARIABLES: renhabto renefeto nhhab nhefe grau anoest1
OLD VALUE 999999999 NEW VALUE 0
SYSTEM MISSING NEW VALUE 0
NUMERIC VARIABLES: lerescr estuda concl
OLD VALUE 999999999 NEW VALUE 2
SYSTEM MISSING NEW VALUE 2
MERGE FILES ADD VARIABLES
READ FILE: tabela_bhz_controle_bairro_ra_dt.sav
OPEN
MATCH CASES ON KEY VARIABLES ON SORTED FILES
EXTERNAL FILE IS KEYED TABLE
KEY VARIABLES controle
SORT CASES BY municip DESCENDING
SELECT CASES IF municip = BH
UNSELECT CASES ARE DELETED
SAVE AS bhz_bairro_ra_dt_06_2006.sav

```

Figura 4.15 – Rotina de filtragem dos dados para o município de Belo Horizonte e mesclagem com a tabela de bairros, regiões administrativas e distritos operacionais

```

FILE = 'D:\ufmg\mestrado_smarh\dados\ibge_pme\microdados\bhz_bairro_ra_DT_06_2006.sav'
DATA AGGREGATE
BREAK VARIABLE: dt
AGGREGATE VARIABLES: renefeto nhefe idade sexo grau anoest1 estuda concl leescr = MEAN
CREATE NEW DATA FILE = 'D:\ufmg\mestrado_smarh\dados\ibge_pme\microdados\aggr_02_2004.sav'

```

Figura 4.16 – Rotina para agregação dos indicadores sociais por distrito operacional

```

FILE = 'D:\ufmg\mestrado_smarh\dados\ibge_pme\microdados\bhz_bairro_ra_DT_06_2006.sav'
SELECT CASES IF nidmor = 1
UNSELECT CASES ARE FILTERED
DATA AGGREGATE
BREAK VARIABLE: dt
AGGREGATE VARIABLES: totmor = MEAN
CREATE NEW DATA FILE = 'D:\ufmg\mestrado\dados\ibge_pme\microdados\med_moradores_06_2006.sav'

```

Figura 4.17 – Rotina de cálculo do número médio de moradores por domicílio segundo cada distrito operacional

```

FILE = 'D:\ufmg\mestrado_smarh\dados\ibge_pme\microdados\aggr_06_2006.sav'
MERGE FILES ADD VARIABLES
READ FILE: med_moradores_06_2006.sav
OPEN
MATCH CASES ON KEY VARIABLES ON SORTED FILES
EXTERNAL FILE IS KEYED TABLE
KEY VARIABLES: dt
SAVE AS aggr_06_2006.sav

```

Figura 4.18 – Rotina de mesclagem final dos indicadores, segundo cada distrito operacional

A fim de explicitar o andamento dos passos metodológicos descritos anteriormente, telas com resultados intermediários do processo, nas quais pode-se observar as etapas relativas ao tratamento de bairros e regionais administrativas, além da agregação dos indicadores idade, grau de instrução e renda de cada bairro e região são mostradas pelas Figura 4.19 e 4.20.

	controle	setor	municipi	bairro	rabhz
1	31000017	9	BH	Serra	Centro Sul
2	31000029	65	BH	Serra	Centro Sul
3	31000037	122	BH	Cafezal	Centro Sul
4	31000045	181	BH	Centro	Centro Sul
5	31000053	20	BH	Santo Antônio	Centro Sul
6	31000061	295	BH	Morro Papagaio	Centro Sul
7	31000070	350	BH	Santo Agostinho	Centro Sul
8	31000088	32	BH	Pompéia	Leste
9	31000096	78	BH	Inst. Agronômico	Leste
10	31000106	124	BH	São Geraldo	Leste
11	31000118	172	BH	Taquaril	Leste
12	31000126	223	BH	Sagrada Família	Leste
13	31000134	172	BH	Ipiranga	Nordeste
14	31000142	54	BH	Cachoeirinha	Nordeste
15	31000150	103	BH	Concórdia	Nordeste
16	31000169	159	BH	Lagoinha	Noroeste
17	31000177	50	BH	São José	Pampulha
18	31000185	111	BH	Alvaro Camargo	Noroeste
19	31000193	164	BH	Pe. Eustáquio	Noroeste
20	31000207	221	BH	Pindorama	Noroeste
21	31000215	272	BH	Serrano	Noroeste
22	31000223	327	BH	Ermelinda	Noroeste
23	31000231	386	BH	Carlos Prates	Noroeste
24	31000240	22	BH	Marajó	Oeste
25	31000258	69	BH	Vista Alegre	Oeste
26	31000266	128	BH	Cabana	Oeste
27	31000274	180	BH	Buritis	Oeste
28	31000282	232	BH	Novo Suíça	Oeste

Figura 4.19 – Correspondência de questionários, bairros e regionais administrativas

Para efeito de uma melhor compreensão da lógica empregada no tratamento dos microdados da PME e obtenção dos indicadores socioeconômicos, elaborou-se o fluxograma sintético mostrado pela na Figura 4.21, no qual demonstram-se todos os passos tomados à necessária preparação, filtragem, agregação e cálculo dos dados socioeconômicos usados nesta pesquisa.

id_grau_anoest_renda_ra_06_2006.sav - SPSS Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Graphs Utilities Window Help

1 : rabhz Barreiro

	rabhz	idade_1	grau_1	anoest_1	renefe_1	var	var
1	Barreiro	31,59	3,81	3,65	317,95		
2	Centro Sul	38,12	4,86	4,28	1318,11		
3	Leste	34,89	4,07	3,98	507,57		
4	Nordeste	31,37	3,97	3,84	412,78		
5	Noroeste	35,47	4,15	4,11	582,86		
6	Norte	30,39	3,90	3,63	286,16		
7	Oeste	32,17	4,28	3,89	647,55		
8	Pampulha	30,28	4,28	4,00	473,56		
9	Venda Nova	32,36	3,73	3,62	317,98		
10							

renda_bhz_bairro_capita_06_2006.sav - SPSS Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Graphs Utilities Window Help

1 : bairro Aarão Reis

	bairro	renefe_1	var	var	var
1	Aarão Reis	118,13			
2	Aeroporto	400,00			
3	Alípio de Melo	372,50			
4	Alto Pinheiros	838,21			
5	Alto Vera Cruz	120,00			
6	Alvaro Camargo	762,68			
7	Anchieta	2985,36			
8	Aparecida	539,32			
9	Aparecida 7ª seção	396,19			
10	B. das Indústrias	213,73			
11	Barreiro	707,02			
12	Belmonte	221,18			

Figura 4.20 – Resultados referentes à renda *per capita* segundo bairros

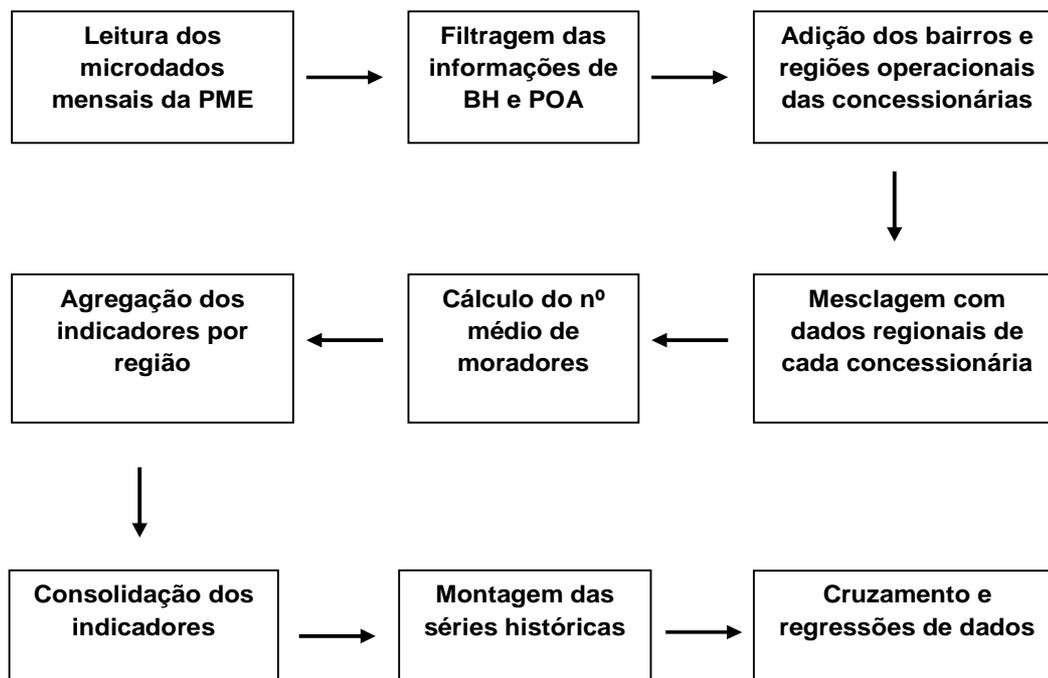


Figura 4.21 – Fluxograma síntese do tratamento de dados socioeconômicos da PME

Para que os indicadores *per capita* mantivessem sua fidedignidade, não se poderia deixar de considerar a evolução populacional de cada distrito durante o período de observação da pesquisa. Como melhor alternativa, foram adotadas as estimativas populacionais realizadas e consideradas pela própria Copasa, uma vez que já se apresentavam segmentadas por distritos, e em números absolutos que contemplam os residentes abastecidos por ligações da rede de distribuição de água.

Após a divulgação dos dados relativos ao último Censo Demográfico de 2010, divulgados pelo IBGE, ajustou-se a projeções de população em cada regional administrativa, interpolando-se os dados entre os resultados do ano e 2000 e o ano de 2010.

No processo analítico adotado diversas confrontações de dados foram realizadas para se alcançar a melhor correlação possível. Tais confrontações seguiram a ordem em que estão listadas, conforme mostram as Tabelas 4.14, para a água, 4.15 para energia elétrica e 4.16, para a geração de resíduos sólidos.

As rendas deflacionadas levaram em conta a evolução das tarifas vigentes ao longo do período observado, no sentido de compatibilizar a evolução das rendas ao real poder de compra dos consumidores. Em cada distrito da Copasa e agência operacional da CEMIG, os rendimentos médios foram deflacionados segundo os índices de reajuste autorizado, todas às oportunidades nas quais os mesmos ocorreram.

Para o desenvolvimento especificamente do modelo voltado à geração domiciliar de resíduos sólidos, as rendas deflacionadas levaram em conta a evolução da inflação refletida pelo índice de preço IPCA do IBGE ao longo do período observado, no sentido de compatibilizar a evolução das rendas ao real poder de compra dos consumidores. Em cada regional administrativa, os rendimentos médios foram deflacionados mensalmente segundo os índices oficialmente divulgados. Desta forma, neste trabalho o termo *renda deflacionada* refere-se ao valor auferido pela população, já descontados os aumentos relativos das tarifas residenciais de água e de energia elétrica, acumulados desde o período inicial do histórico de dados.

Tabela 4.14 - Regressões realizadas para água

Variáveis explicativas	Variáveis dependentes
Renda <i>per capita</i> deflacionada	Consumo residencial total
Renda <i>per capita</i> deflacionada	Consumo total
Renda <i>per capita</i> deflacionada	Consumo residencial <i>per capita</i>
Renda <i>per capita</i> deflacionada	Consumo total <i>per capita</i>
Renda <i>per capita</i> absoluta	Consumo residencial <i>per capita</i>

Tabela 4.15 - Regressões realizadas para energia elétrica

Variáveis explicativas	Variáveis dependentes
Renda <i>per capita</i> deflacionada	Consumo residencial <i>per capita</i>
Renda <i>per capita</i> deflacionada	Consumo residencial total
Renda <i>per capita</i> absoluta	Consumo residencial <i>per capita</i>

Tabela 4.16 - Regressões realizadas para os resíduos sólidos

Variável explicativa	Variável dependente
Renda <i>per capita</i> deflacionada	Geração domiciliar <i>per capita</i>
Renda <i>per capita</i> deflacionada	Geração domiciliar total

Na construção dos gráficos demonstrativos dos resultados, ajustaram-se curvas mediante as regressões logarítmicas, geométricas, exponenciais e lineares. Para efeito de análise da qualidade da aderência dos dados aos modelos propostos ou validação do cruzamento dos mesmos, usou-se a técnica denominada “*leave-one-out*”, na qual, de forma randômica, se extraem parcelas da amostra com tamanhos aproximadamente iguais entre si, calculando-se

seus desvios-padrão e comparando-se respectivamente os resíduos e erros relativos à amostra principal e à parcela extraída. Para comprovação da qualidade da aderência, os resíduos obtidos da amostra principal devem ser menores que os erros da parcela de dados extraída, ou seja, a amostra principal deve sempre representar melhor o modelo do que qualquer parcela extraída do mesmo. Em todos os casos testados durante a manipulação dos pontos, tal exigência foi atendida. Estatisticamente, da mesma forma que não eram aplicáveis testes de hipótese, estimativas também não se faziam necessárias e portanto níveis de confiança e margens de erros não foram estabelecido.

O critério de escolha para as funções finais de demanda relativas ao consumo de água e energia elétrica buscou maximizar os R^2 (Coeficiente de Determinação) dentre as diversas regressões realizadas.

Nesse sentido, Dias (2008) considerou em suas análises, como fatores intervenientes aos resultados, a combinação dos dados, tipo das variáveis analisadas, modelos de regressão (logaritmo, exponencial, potencial e linear), defasagens de tempo entre leitura e cobrança das contas de consumo, além da conjugação dos grupos sociais de dados, incluindo-se ou não a classe “A” de consumidores.

Desta forma, a maximização do R^2 deu-se por meio de escolha analítica dos dados, onde foram combinadas as variadas condições, observando-se a ordem prioritária para os resultados que levassem aos melhores resultados. Ou seja, apesar de não ter se adotado formalmente um algoritmo específico, cálculo numérico ou ferramenta econométrica mais complexa, pode-se afirmar que o processo manual de regressões realizadas, na prática, assemelha-se a um processo de regressão multivariada.

A pretensão de se alcançar modelos explicativos para o consumo domiciliar de água, energia elétrica e geração de resíduos, segundo cenários socioeconômicos estabelecidos em projeto, fundamenta-se em um processo de modelagem que utiliza a técnica de *Data Mining*¹³, a qual

¹³ Técnica de mineração de dados, na qual se coletam massas de dados para posterior análise e tratamento.

tem como axioma o desenvolvimento de modelos que mostrem resultados baseados apenas na representatividade de que seus dados dizem.

Sinteticamente, considerando-se a especificidade desta pesquisa, pode-se afirmar que os modelos de projeção de consumo domiciliar urbano de água, energia elétrica e geração de resíduos sólidos baseiam-se na renda e na classificação econômica das populações estudadas. Nesse sentido, torna-se possível estabelecer classes econômicas, com respectivos agrupamentos sob faixas de rendimento *per capita*, para as quais define-se um consumo ou geração *per capita* típica.

Os indicadores socioeconômicos devem ser agregados segundo as regiões objeto do estudo ou projeto. Funções podem ser ajustadas por meio de regressões para representar o comportamento de cada agrupamentos destacado, para cada região ou para a população como um todo, bastando que se saibam os rendimentos *per capita* e a distribuição das população entre as diversas classes econômicas.

Diante do contexto metodológico apresentado e considerando a revisão da literatura e publicações relacionadas ao tema, percebe-se o esforço da comunidade científica no sentido de se estabelecer uma correlação entre dados de produção de resíduos sólidos e os seus fatores intervenientes, resultando conseqüentemente, em diversas ações voltadas aos serviços de coleta e tratamento do lixo.

Contudo, apesar do detalhamento das informações disponibilizadas pelos órgãos e das pesquisas desenvolvidos na área, ainda não se ofereceu uma ferramenta prática que possa dimensionar a produção de resíduos sólidos nos centros urbanos brasileiros, ou que possa projetar os tipos e os quantitativos de resíduos a serem gerados. Pode-se dizer portanto que, em toda a bibliografia pesquisada, dentro dos principais centros de pesquisa nacionais voltados ao estudo em questão, não se encontrou metodologia semelhante para a estimação futura da geração de resíduos sólidos urbanos utilizando-se como base informações socioeconômicas conjunturais.

Especificamente na área da energia elétrica, cabe ressaltar ainda que, em toda a bibliografia pesquisada, dentro dos principais centros de pesquisa nacionais voltados ao planejamento energético (NIPE/FEM-UNICAMP¹⁴, COPPE/PPE-UFRJ¹⁵, PPGEE/GEPEA-USP¹⁶ e PPGE/USP¹⁷), não se encontrou metodologia semelhante para a estimação futura de demandas de energia elétrica.

Finalmente, perante ao contexto do estado arte, percebe-se que a metodologia ora desenvolvida, orientada ao desenvolvimento de modelos que podem servir ao planejamento energético, de abastecimento de água e manejo de resíduos surge como inovação, uma vez que emprega o cruzamento de microdados advindos de pesquisas socioeconômicas conjunturais aos dados de consumo de insumos e geração de resíduos de microregiões específicas dentro de um município a ser escolhido de forma mais contemporânea possível.

4.4 Procedimento de validação da metodologia

Em 2008, Dias experimentou indicadores socioeconômicos que se mostraram válidos para avaliar o consumo residencial urbano de água sob diversas condições investigadas, principalmente em sub-regiões metropolitanas de Belo Horizonte. Na ocasião, o autor propôs que as investigações fossem estendidas para outras localidades e outros insumos de modo a

¹⁴ NIPE/FEM-UNICAMP. Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade de Campinas

¹⁵ COPPE/PPE-UFRJ. Programa de Planejamento Energético da Coordenação de Pós-Graduação e Pesquisa Interdisciplinar em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro

¹⁶ PPGEE/GEPEA-USP. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Grupo de Energia do Departamento de Energia e Automação da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

¹⁷ PPGE/USP – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia (Escola Politécnica, Faculdade de Economia e Administração, Instituto de Eletrotécnica e Energia e Instituto de Física) da Universidade de São Paulo.

validar os estudos. Nesse sentido, procurou-se identificar realidades socioeconômicas mais favorecidas, a fim de que as mesmas servissem como parâmetro comparativo e sobre as quais se viabilizasse a aplicação dos modelos desenvolvidos.

Levando-se em conta que o resultado da metodologia empregada nesta pesquisa possui como característica a projeção de demandas futuras, pode-se imaginar que a validação da metodologia dar-se-á pela própria validação dos modelos obtidos em outras regiões que não fossem aquelas em que os mesmos modelos teriam sido construídos. Nessa linha de raciocínio, análises comparativas entre os quantitativos projetados pelos modelos deveriam ser comparados aos volumes efetivamente demandados em uma cidade que viria a se tornar um parâmetro socioeconômico comparativo.

O estado do Rio Grande do Sul apresenta indicadores como IDH e renda *per capita* superior à média brasileira, como também à média do estado de Minas Gerais. Assim, a realidade gaúcha aparece como uma realidade socioeconômica para a qual demais regiões brasileiras supostamente poderiam ir ao encontro. Nesse contexto, Porto Alegre constituiu-se como solução para a continuidade da pesquisa proposta. A capital porto-alegrense também é uma das capitais cobertas pela PME (Pesquisa Mensal do Emprego) do IBGE, a partir da qual se podem obter os dados conjunturais de rendimento e ocupação das populações.

Em decorrência da disponibilidade dos dados, aplicaram-se os modelos na cidade de Porto Alegre. Foram utilizados dados de consumos domiciliares de água, energia elétrica e geração de resíduos sólido durante o período disponibilizado pelas concessionárias. Mediante a caracterização socioeconômica atual do local estudado, o resultado apontado pelos modelos é confrontado com os efetivos volumes medidos, o que possibilita avaliar a validade dos modelos.

4.5 Projeções em cenários considerados

Efetivada a validação dos modelos, viabiliza-se a utilização dos mesmos para projeções futuras de demanda. Assim, os referidos modelos foram alimentados no sentido de simular arranjos socioeconômicos conjunturais futuros, nos quais as condições refletissem situações de desenvolvimentos econômicos adversos.

Qualquer montagem de cenário futuro depende de projeções populacionais e econômicas para caracterização das condições a serem consideradas para a estimação dos consumos de água e energia elétrica. Cabe aos gestores essa tarefa de vislumbrar as futuras realidades a serem atingidas.

Para tanto, formularam-se quatro cenários. O primeiro coerente às previsões do governo para o crescimento anual do PIB, dois otimistas (um de otimismo mediano e outro de otimismo elevado), nos quais se buscam significativos desenvolvimentos econômicos e finalmente avaliou-se um quarto cenário que refletisse uma suposta retração advinda de crise econômica de origem interna ou externa.

Os cenários foram aplicados aos modelos de consumo de água, energia elétrica e geração de resíduos sólidos. As taxas de crescimento de renda e conseqüentes migrações entre classes sociais foram estipuladas, nas quais se estabelecem as distribuições percentuais projetadas da população entre as diversas classes socioeconômicas.

Feito isso, procedeu-se aos cálculos, obtendo os quantitativos totais de consumo de água, energia elétrica e geração de resíduos sólidos projetados nas cidades em estudo. Tais quantitativos, comparados aos atuais níveis de consumo e geração, mostraram o impacto que as redes de distribuição de água e de energia elétrica e os serviços de coleta de resíduos sólidos podem vir a sofrer.

Assim, em realidades futuras, caso se registre alguma alteração significativa nos preços relativos dos insumos água e energia elétrica, os quais poderiam alcançar patamares que levem a grandes perdas ou ganhos no poder de compra das populações, a metodologia propõe que modelos sejam novamente calibrados adequando-os às novas realidades, para que então sejam utilizados novamente em estudos de projeções de demandas.

Perante aos cenários otimistas demonstrou-se a proporção de investimentos em infra-estrutura necessária a cada uma das atividades abordadas. Em sentido contrário, a proposta de se avaliar um cenário pessimista busca estudar uma situação na qual não se faz necessário investir em infra-estrutura, mas sim configurando-se uma baixa remuneração à infraestrutura existente, decorrente de uma possível taxa de ociosidade dos sistemas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A fim de se avaliar o comportamento histórico dos consumos e gerações, análise temporais e gráficos foram construídos, utilizando-se os dados obtidos para cada insumo doméstico, água, energia elétrica e coleta de resíduos sólidos para ambas as cidades estudadas.

Observações com valores nominais mostram as diferenças de cada região e municípios abordados. Por sua vez, valores adimensionais refletem variações relativas, em termos proporcionais à média obtida para o período investigado.

Cada caso pôde ser analisado, indicando-se as tendências observadas no período, assim como em cada distrito operacional considerado de acordo com a topologia e infra-estrutura da cada concessionária. Os itens a seguir contemplam tais resultados. Assim, o texto agrupa a seguir os principais resultados acerca de cada insumo e cidade estudada.

5.1 A correlação entre as demandas de água e energia elétrica

5.1.1 Contexto internacional

Nesta seção revelam-se resultados associados ao comportamento dos consumos de água e energia elétrica dentre várias realidades de rendimento internacionais para que se permitisse traçar uma correlação entre tais consumos, assim como posteriormente servirem de parâmetro comparativo ao contexto encontrado nas realidades de centros urbanos brasileiros.

A idéia de se avaliar um contexto de consumos de água e energia elétrica com âmbito internacional vem ao encontro da intenção de se conhecer e estabelecer parâmetros comparativos entre os diversos países, montando-se um cenário geral para que posteriormente fosse comparado ou particularizado para a realidade brasileira.

A idéia de se abordar os sistemas de água e energia elétrica em Portugal vinha ao encontro da necessidade de se conhecer a realidade naquele País, investigando-se as características gerais de algumas principais regiões, nas quais se imagina que o padrão social daquele País possa vir a ser alcançado, em futuro breve, por parte da população brasileira.

Corroborando a tendência do modelo de estratificação do consumo, em localidades próximas a Lisboa, observam-se também regiões com grandes representatividades por parte do consumo doméstico de energia elétrica. A Agência Cascais de Energia (2009) já apresenta dados da matriz energética, os quais atestam que naquela região o consumo de eletricidade das residências atinge 48% do consumo total do Conselho. A Figura 5.1 detalha tal estratificação do consumo.

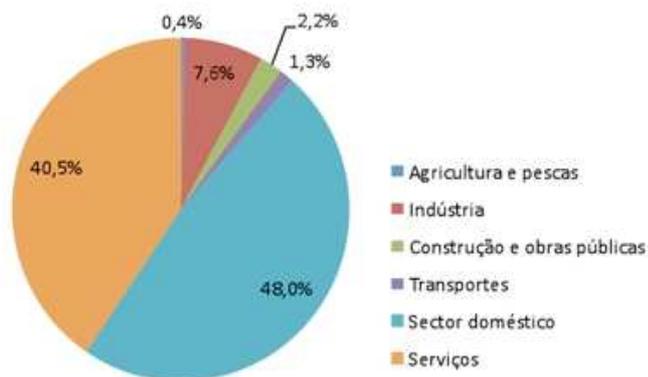


Figura 5.1 - Distribuição do consumo de energia elétrica em Cascais, Portugal. Fonte: Agência Cascais de Energia, 2009

Desta feita, a amostra de países considerados foi determinada levando-se em conta seus níveis de confiabilidade estatística. Dados advindos de diversos países somente foram incorporados às bases de informações analisadas neste trabalho quando seus graus de capacidade estatística suplantassem a média mundial.

Para se facilitar o cotejo relativo aos consumos, decidiu-se apresentar os dados em termos de consumo *per capita*, uma vez que assim fazendo pode-se avaliar os níveis de consumo específicos, independentemente dos tamanhos das populações totais dos países considerados. Ainda, para que se evidenciasse as diferentes realidades, os consumos de água e energia elétrica foram confrontados com as respectivas rendas *per capita* de cada país.

A primeira variável observada foi o consumo doméstico de água. De forma análoga procedeu-se à análise dos volumes *per capita* consumidos domesticamente em diversos países. A Figura

5.2 aponta alguns países abordados pela investigação. As taxas de consumo doméstico de água chegam ao nível de 500 L/hab.dia, para os casos do Canadá e Estados Unidos, que apresentam renda *per capita* de 25.000 US\$/ano, ou superior.

Neste caso a correlação renda-consumo também se verifica, mas sob um taxa de crescimento que apresenta tendência de saturação quando se elevam os níveis de renda da população. Ou seja, em elevados níveis de rendimento a segunda derivada da função renda-consumo tem seu sinal negativo, implicando decréscimo da taxa de consumo em tais níveis de rendimento (Figura 5.2).

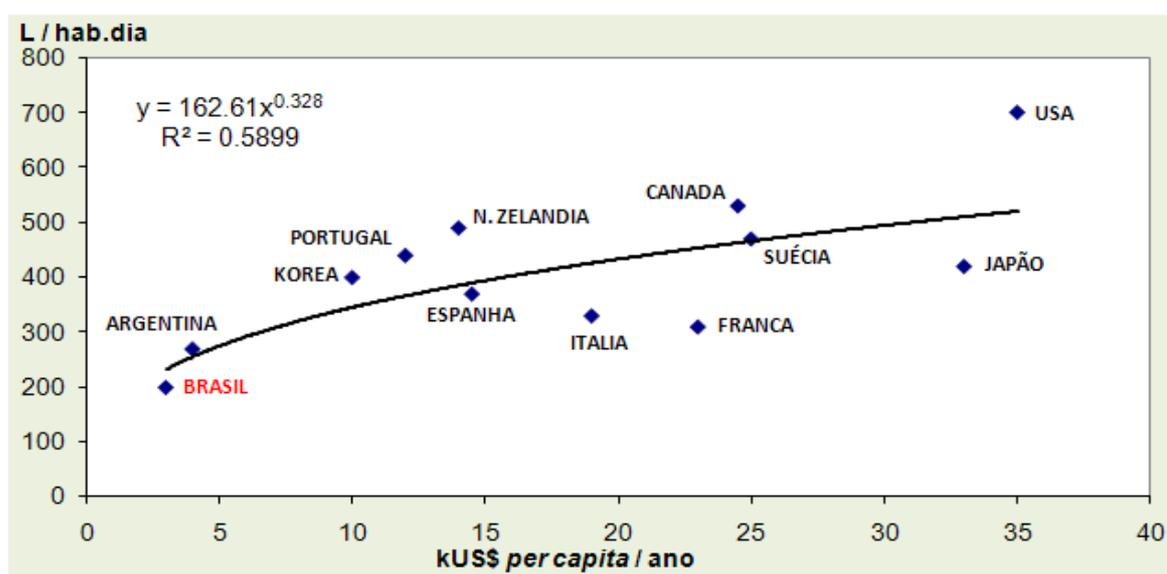


Figura 5.2 – Consumo doméstico *per capita* de água, segundo níveis mundiais de renda *per capita* anual. Fonte: National Geographic Society, 2008, United Nations, 2009. Elaboração do autor

Para o caso energia elétrica, os dados de consumo doméstico foram tabulados de acordo com as respectivas rendas *per capita*, ampliando-se a análise também para diversos outros países. A Figura 5.3 mostra a dispersão dos pontos obtida, identificando algumas das principais localidades. A curva que melhor se ajustou neste caso foi a de equação potencial, na qual o coeficiente de determinação R^2 chegou a 0,776. Como se pode observar também há grande correlação entre os níveis de renda da população e os níveis de consumo doméstico de energia elétrica. Países de maior renda *per capita* anual apresentam os maiores consumos de energia elétrica.

Em geral, o consumo doméstico de energia elétrica cresce em função potencial e não apresenta saturação nos maiores níveis de renda. Ou seja, a curva ajustada à dispersão dos pontos mostrados pela Figura 5.3 sugere uma tendência de crescimento contínuo do consumo, caso se registre um aumento de renda por parte das nações.

Entretanto, uma grande parte de nações encontra-se dentro do limite do círculo mostrado ainda na Figura 5.3. Essas últimas nações possuem renda *per capita* anual abaixo de 7.000 US\$/hab.ano, com consumos de energia elétrica abaixo de 3.000 kWh/hab.ano.

Buscando melhor compreender o comportamento do consumo desse grupo de países de menor renda e demanda, alterou-se a escala, ampliando-a de forma que os pontos circunscritos no círculo vermelho da Figura 5.3 fossem visualmente expandidos.

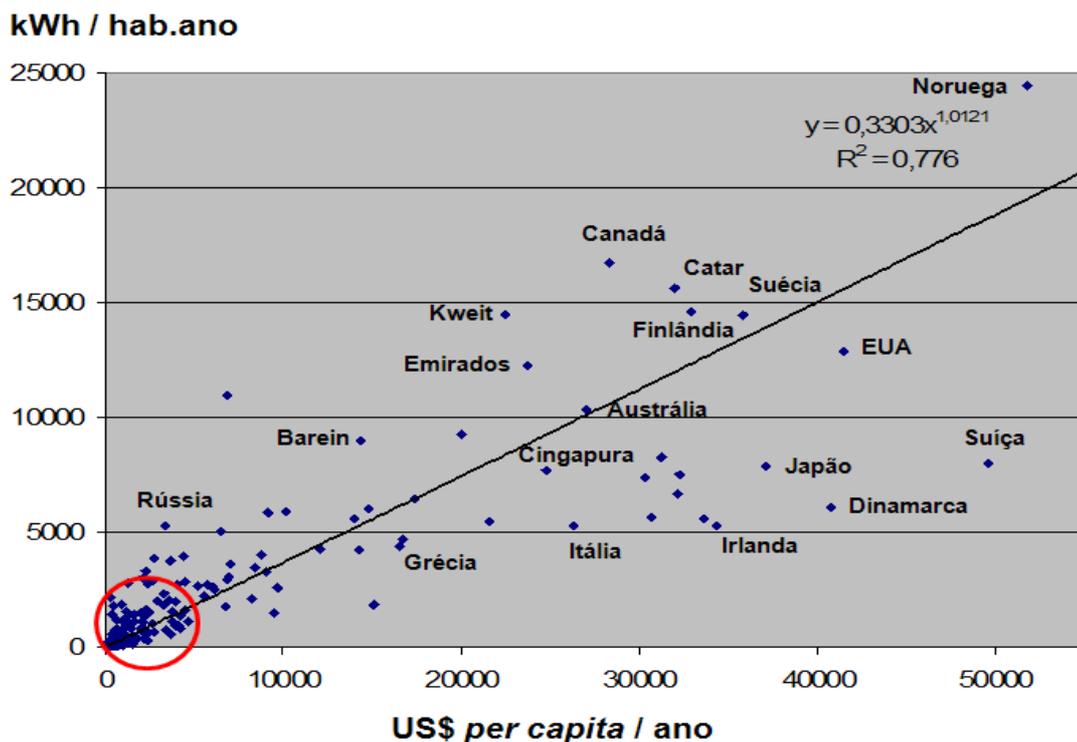


Figura 5.3 – Consumo doméstico *per capita* de energia elétrica, segundo níveis mundiais de renda *per capita* anual. Fonte: National Geographic Society, 2008, United Nations, 2009. Elaboração do autor

A Figura 5.4, na qual se expandiu o círculo vermelho da Figura 5.3, mostra, portanto, os países com renda *per capita* inferior a 7.000 US\$/hab.ano e seus respectivos níveis de

consumo *per capita* de energia elétrica. Na mesma Figura 5.4, aparece o Brasil, grafado em maiúsculas, com renda *per capita* abaixo de 5.000 US\$/ano e consumo de energia elétrica abaixo de 2.000 kWh/ano *per capita*.

Em se tratando das nações pertencentes ao grupo destacado pela Figura 5.4, observa-se uma maior dispersão dos dados e conseqüente maior variância amostral. Ressalta-se que o Brasil encontra-se na parte superior em relação à curva ajustada no gráfico, sugerindo que o País apresenta maior intensidade de consumo energético em relação aos países do mesmo patamar de rendimento que se situam abaixo da curva ajustada.

De qualquer forma, em ambos os grupos representados tanto pela Figura 5.3, quanto pela Figura 5.4, nota-se elevada elasticidade renda-consumo. Percebe-se ainda que, mesmo aumentando-se a escala, como efetuado no gráfico da Figura 5.4, ainda assim, permanece uma concentração de países situada próxima a interseção dos eixos cartesianos, indicando realidades com alto grau de pobreza e baixa qualidade de vida.

Dando continuidade às análises propostas, construíram-se gráficos a partir dos dados de consumos de água e energia elétrica dos países. No gráfico da figura 5.5, tem-se no eixo das abscissas os consumos *per capita* de água por dia das nações, os quais foram cruzados com os respectivos consumos *per capita* de energia elétrica.

O Brasil, destacado com letras em caixa alta (Figura 5.5), situa-se bem próximo da curva exponencial ajustada na dispersão de todos os pontos, mas ainda um pouco na parte superior, indicando novamente sua vocação, ou tendência de apresentar maior intensidade no consumo de energia elétrica em relação a outras nações com mesmo patamar de consumo de água que se situam na parte inferior da curva ajustada.

Ao se considerar toda a amostra adotada, encontra-se o maior coeficiente de determinação para o ajuste de uma função que representasse a correlação ($R^2 = 0,8139$) entre consumos domésticos mundiais de água e energia elétrica. A característica da curva mostrada pela Figura 5.5 permite afirmar que, a taxa de crescimento do consumo de água diminui com o aumento dos volumes consumidos, apontando a tendência de saturação. Já para energia elétrica não se percebe tal tendência, daí a concavidade da curva com segunda derivada positiva mostrada pela função ajustada.

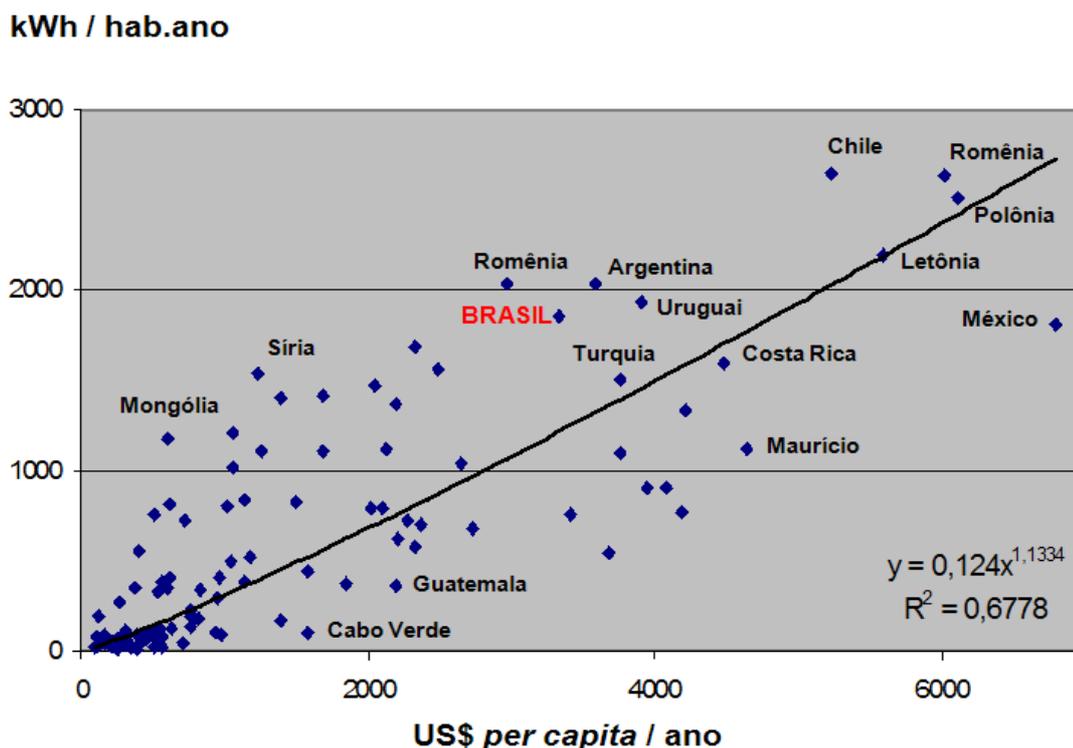


Figura 5.4 – Consumo doméstico de energia elétrica, segundo níveis de renda mundiais *per capita* anual abaixo de 7 kUS\$. Fonte: National Geographic Society, 2008, United Nations, 2009. Elaboração do autor

Na seqüência, mais uma vez, procedeu-se a uma análise mais segmentada dos mesmos dados. A fim de se permitir uma adequada interpretação das realidades, desta vez, dividiram-se as nações em grupos de países latino americanos e países classificados como de alto poder aquisitivo, qual sejam, com renda *per capita* acima de 15.000 US\$/hab. ano.

Como pode ser visto pela Figura 5.6, os países latino-americanos apresentaram correlação entre consumo de água e energia elétrica com coeficiente de determinação R^2 igual a 0,6214. Para o grupo de países classificados como sendo de alto poder aquisitivo, o mesmo R^2 chegou a 0,7709, conforme indicado pela Figura 5.7.

Em ambos os casos a correlação apresenta-se de forma evidente, com a mesma tendência exponencial que denota um aumento relativo da participação da energia elétrica em relação à da água, quando se observam maiores níveis de consumo.

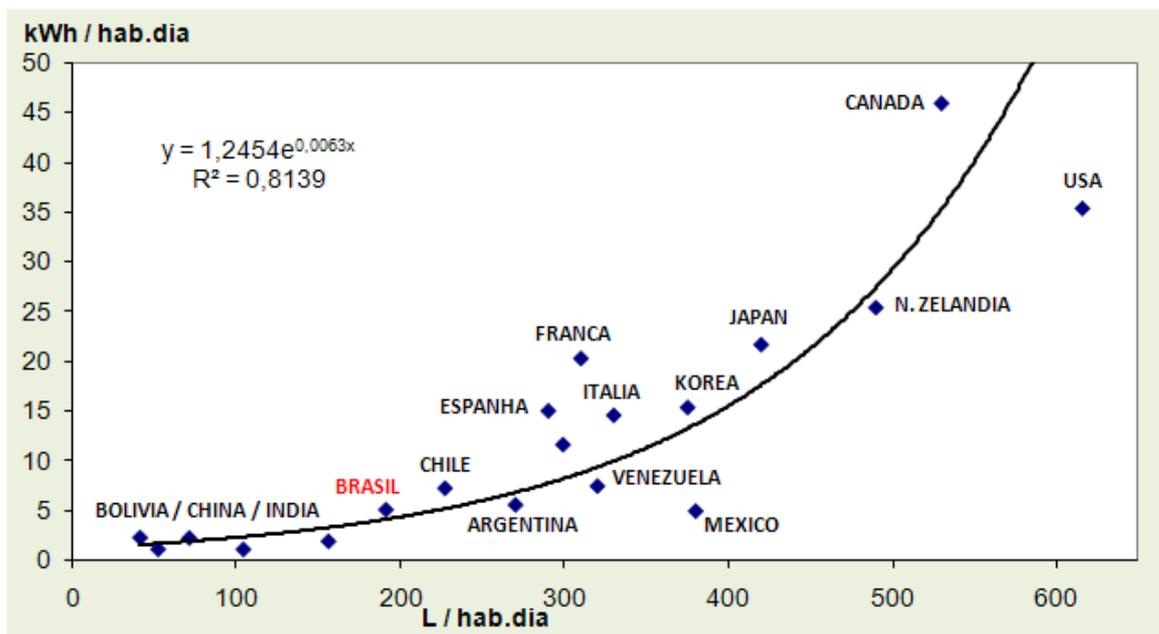


Figura 5.5 – Consumo *per capita* de água versus consumo *per capita* de energia elétrica em alguns países do mundo. Fonte: National Geographic Society, 2008, United Nations, 2009. Elaboração do autor

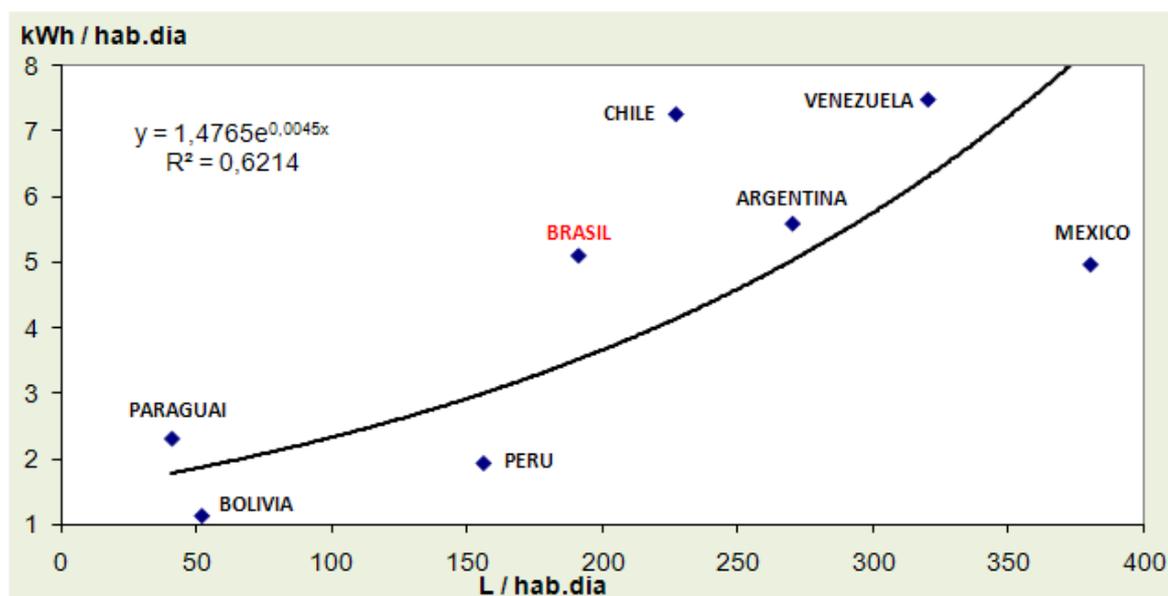


Figura 5.6 – Consumo *per capita* de água versus consumo *per capita* de energia elétrica em alguns países da América Latina. Fonte: National Geographic Society, 2008, United Nations, 2009. Elaboração do autor

Mesmo ao se estratificar somente os países latino-americanos (Figura 3.10), o Brasil continua posicionado na parte superior da curva ajustada. A mesma afirmativa relacionada ao intensivo uso de energia elétrica em relação a países de similar demanda hídrica, aplica-se novamente.

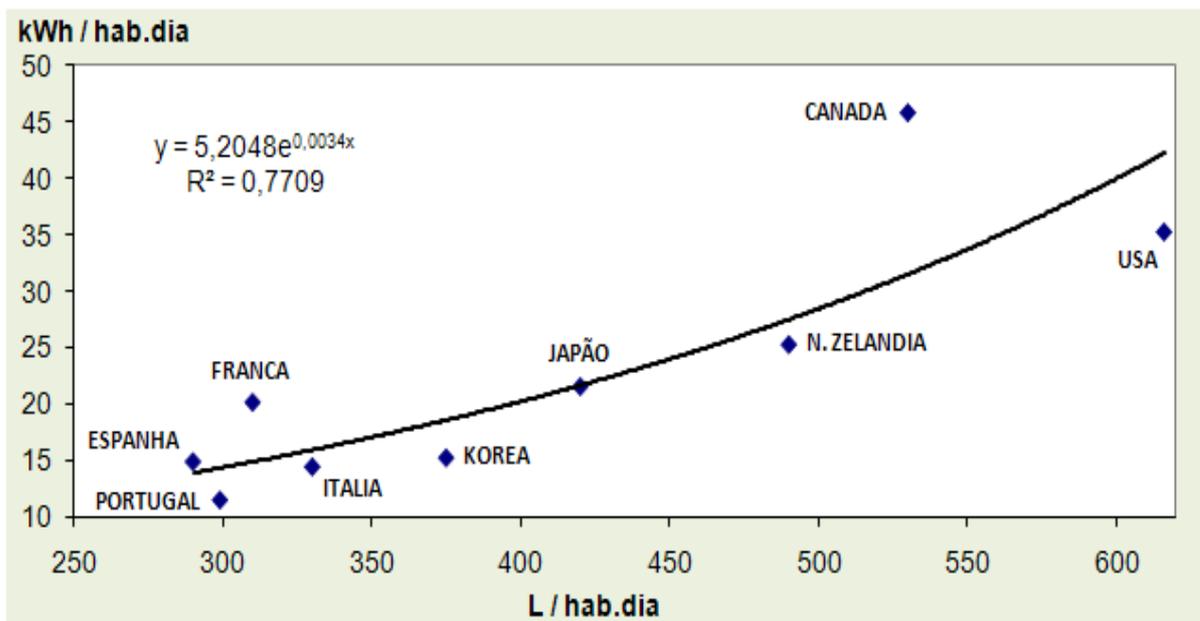


Figura 5.7 – Consumo *per capita* de água versus consumo *per capita* de energia elétrica em alguns países com população de alto poder aquisitivo. Fonte: National Geographic Society, 2008, United Nations, 2009. Elaboração do autor

Dentre as comparações ora realizadas, pode-se destacar a análise aplicada à categoria de grupos de países no caso do consumo doméstico de energia elétrica, onde regressões mostram ajustes de curvas diferenciados para cada categoria.

Regressões mostram ainda moderadas tendências de crescimento e decréscimo de consumos, tanto de água como de energia elétrica, nos países abordados pelo estudo, além de comportamentos enquadrados nos moldes previstos pelas correlações obtidas.

De maneira resumida, a Tabela 5.1 mostra a síntese das melhores equações encontradas para representar a correlação entre consumos domésticos mundiais de água, representados pela variável “x”, e os consumos domésticos de energia elétrica, representados pela variável “y”.

A melhor correlação encontrada foi quando se considerou toda a amostra analisada, ou seja, todas as nações. No entanto, quando segmentados, os países latino americanos levam ao modelo comportamental que, apesar de menor coeficiente de determinação ($R^2 = 0,6214$), melhor explica os consumos das cidades brasileiras analisadas nas próximas seções desta tese.

Tabela 5.1 - Equações de correlação de consumos de água e energia elétrica em países do mundo

Grupo de países	Funções	Coefficiente de determinação R^2
Todos	$y = 1,245.e^{0,0063.x}$	0,8139
América Latina	$y = 1,477.e^{0,0045.x}$	0,6214
Países de alta renda	$y = 5,204.e^{0,0034.x}$	0,7709

5.1.2 Análises comparativas entre os consumos de Belo Horizonte e Porto Alegre

Esta seção apresenta um estudo comportamental dos consumos domiciliares de água e energia elétrica, comparando-os entre si, para que posteriormente servissem de subsídios às análises comparativas referentes às realidades das cidades brasileiras de Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul, e Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais.

O gráfico mostrado na Figura 5.8 apresenta a dispersão dos pontos formados pelo cruzamento entre os consumos *per capita* de água e energia elétrica nas duas cidades, os quais foram obtidos a partir dos dados mensais para Belo Horizonte e Porto Alegre.

Depreende-se da Figura 5.8 que Porto Alegre vivencia realidades de consumos superiores às de Belo Horizonte. Na capital gaúcha o consumo *per capita* de água supera em 13,4% o da capital mineira. Já no caso da energia elétrica a mesma afirmativa é válida, como se poderia esperar, uma vez que o aumento do consumo de energia acompanha o aumento do consumo de água. Porém, no caso do consumo de energia elétrica, a diferença a favor de Porto Alegre chega a 40%.

Esses níveis mais elevados de consumo verificados em Porto Alegre supostamente podem ser explicados pelo maior IDH-M daquela capital, como também pela distribuição da população, segundo as classes sociais.

Porto Alegre possui 3% a mais de sua população enquadrada na classe social B, comparado à distribuição social de Belo Horizonte. Para as classes C e D, a capital gaúcha possui 1% e 3%, respectivamente, a menos de sua população enquadrada nessas classes sociais, se comparado à capital mineira. Portanto, por possuir maior população enquadrada em classe de maior poder aquisitivo, Porto Alegre demanda mais água e energia *per capita* em comparação a Belo Horizonte.

A comparação entre Porto Alegre e Belo Horizonte proporcionou oportunidade para se calcular indicadores estatísticos que pudessem qualificar as dispersões de consumos *per capita* mostradas pela Figura 5.8.

A mesma Figura 5.8 engloba dados de todo o período histórico observado na pesquisa. Assim, pode-se obter a média dos consumos *per capita* de cada cidade, como também seus respectivos desvios padrão e coeficientes de variação relativa, esses últimos medidas de dispersão que avaliam o distanciamento da amostra de sua média central.

Considerando-se os valores médios de consumo apontados pela Tabela 5.2, constata-se que a equação que melhor representa a correlação entre os insumos em questão é a referente ao grupo de países latino-americanos (ver Tabela 5.1), onde $R^2 = 0,6214$.

Como era de se esperar, Porto Alegre e Belo Horizonte enquadram-se mais próximas ao contexto modelado para o grupo de nações de origem latino-americana, no que tange a correlação entre consumos *per capita* de água e energia elétrica.

Os coeficientes de variação relativa que constam da Tabela 5.2 são estatisticamente considerados pequenos e denotam que a amostra é homogênea, concentrada e de pouca amplitude.

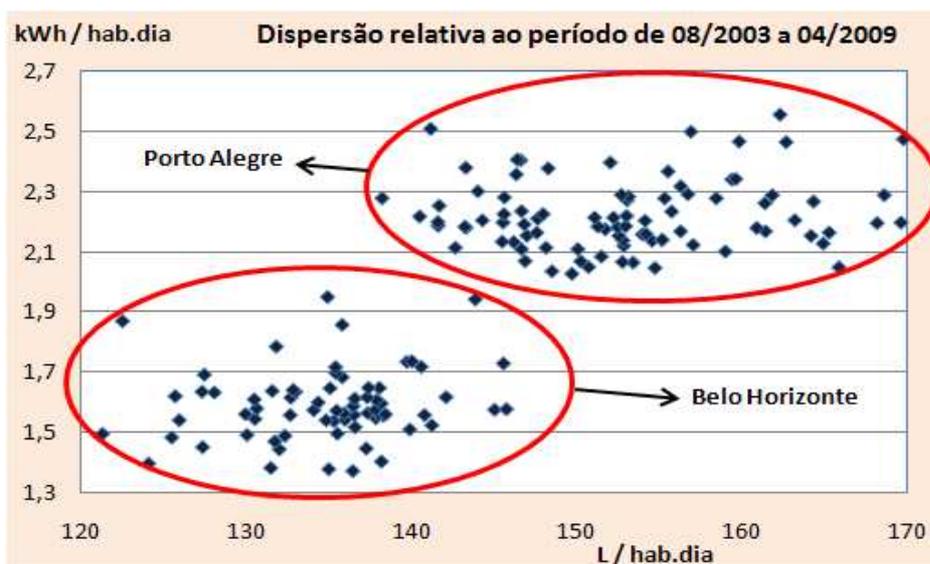


Figura 5.8 – Dispersão de pontos de consumos mensais residenciais de água versus energia elétrica, no período de agosto de 2003 a abril de 2009, nas cidades de Belo Horizonte e Porto Alegre

Tabela 5.2 - Indicadores estatísticos de medidas de dispersão relativos aos consumos *per capita* verificados no período amostrado

Indicadores estatísticos	Água (L/hab.dia)		Energia elétrica (kWh/hab.dia)	
	POA	BH	POA	BH
Consumo médio <i>per capita</i>	152,85	134,73	2,22	1,59
Desvio Padrão	7,4226	5,2295	0,1167	0,1186
Coefficiente de variação relativa ¹⁸	0,0486	0,0388	0,0525	0,0745

Procedeu-se na seqüência ao confronto entre Porto Alegre e Belo Horizonte, agora porém com as variáveis individualizadas. A Figura 5.9 representa conjuntamente a evolução dos consumos residenciais totais de energia elétrica das duas capitais ao longo do período. O exame da Figura 5.9 evidencia maiores valores absolutos consumidos em Belo Horizonte,

¹⁸ Coeficiente de Pearson, medida de dispersão obtida pelo quociente entre o desvio padrão e a média amostral.

além de aparentar uma leve tendência de crescimento de consumo na cidade de Porto Alegre. Não há evidências claras de influência sazonal neste caso.

Dando seqüência ao processo analítico, observa-se pela Figura 5.10, clara influência climatológica no comportamento sazonal do consumo de água em Porto Alegre. Todos os picos de consumo máximo de água apresentaram-se em torno do mês de janeiro de cada ano, ou seja, durante o período de verão. Já os picos de consumo mínimo ocorrem por ocasião da estação de inverno.

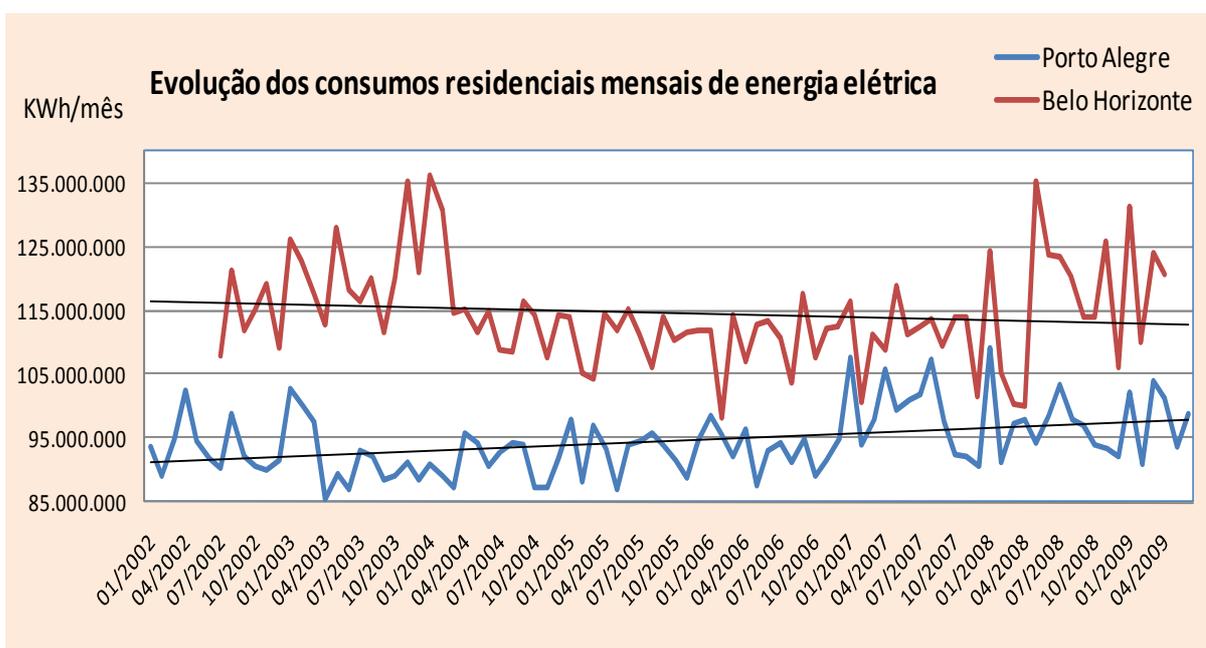


Figura 5.9 – Evoluções históricas dos consumos residenciais mensais de energia elétrica, em KWh, nas cidades de Porto Alegre e Belo Horizonte

O município de Belo Horizonte por sua vez demonstra uma leve tendência de crescimento de consumo residencial total de água. Tal tendência justifica-se pela maior taxa de crescimento populacional verificada na capital mineira em comparação à gaúcha.

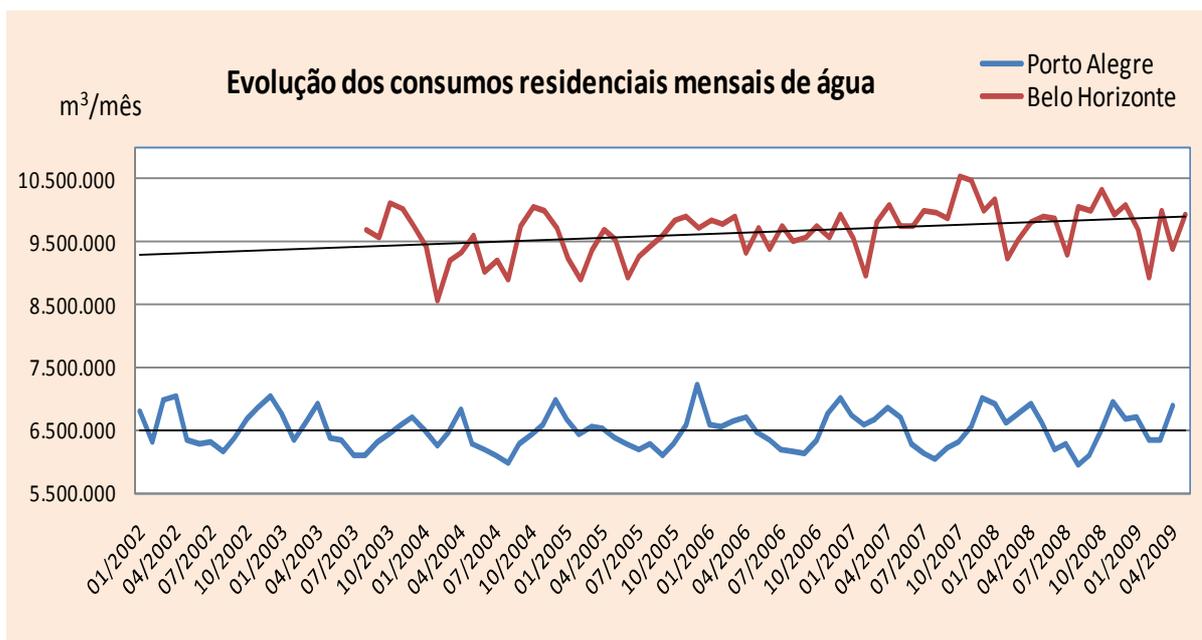


Figura 5.10 – Evoluções históricas dos consumos residenciais mensais de água, em m³, nas cidades de Porto Alegre e Belo Horizonte

Ao contrário, em se tratando de consumos *per capita*, as situações se invertem. A Figura 5.11 e Figura 5.12 mostram superioridade de consumos a favor dos habitantes de Porto Alegre. Tanto para água como para a energia elétrica os históricos mineiros são de níveis inferiores. Ressaltando-se duas moderadas tendências: decréscimo do consumo *per capita* de energia elétrica em Belo Horizonte e decréscimo do consumo *per capita* de água em Porto Alegre (Figuras 5.11 e 5.12 respectivamente).

Para as análises realizadas sob a ótica de consumos por habitante, os efeitos sazonais tornam-se mais aparentes com relativa harmonia entre as capitais em ambos os insumos.

Dada esta constatação, permite-se afirmar que os valores médios encontrados para os consumos *per capita* de água e energia elétrica são representativos em ambas as capitais para todo o período estudado.

De forma esperada, constatou-se a existência de correlação estreita direta entre os consumos de água e energia elétrica por parte das populações. Análises efetuadas permitem afirmar que o consumo de água e de energia elétrica está intimamente ligado às condições socioeconômicas das populações abastecidas.

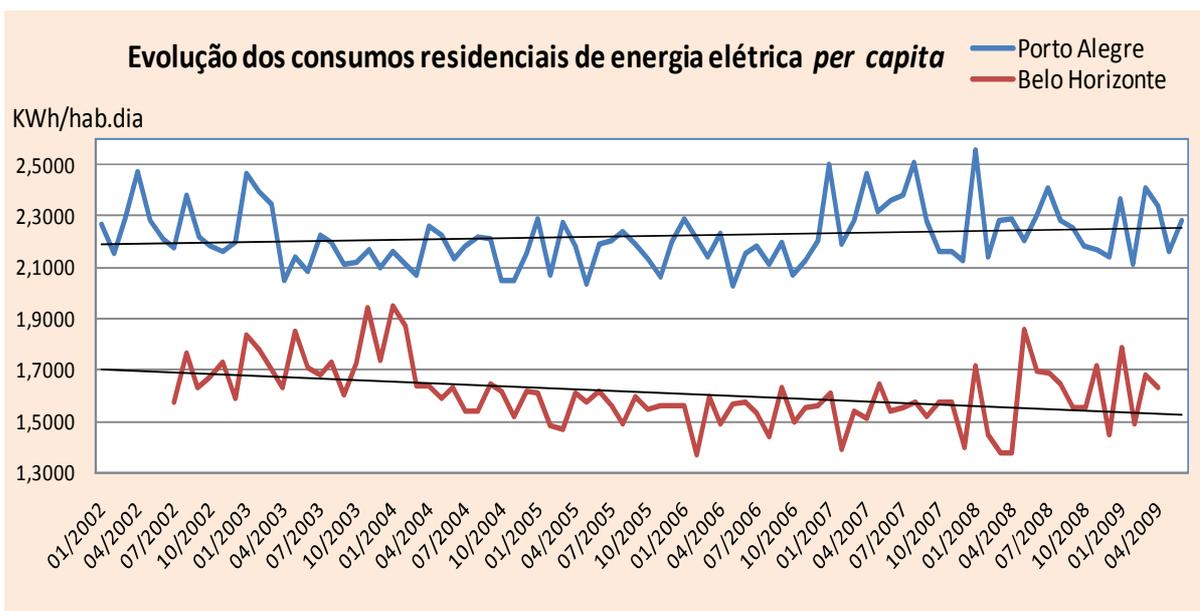


Figura 5.11 – Evoluções históricas dos consumos *per capita* de energia elétrica, em kWh/hab.dia, nas cidades de Porto Alegre e Belo Horizonte

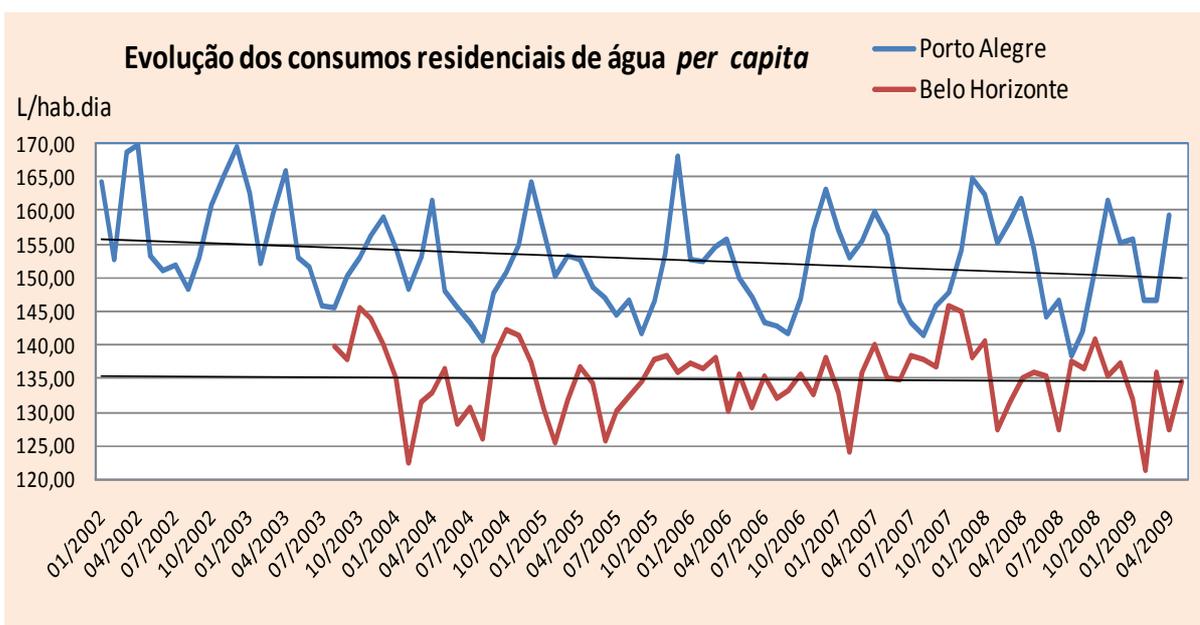


Figura 5.12 – Evoluções históricas dos consumos *per capita* de água, em L/hab.dia, nas cidades de Porto Alegre e Belo Horizonte

Mesmo que de forma não intencional, os resultados mostram usos mais racionalizados por parte de populações menos favorecidas socioeconomicamente, uma vez que os níveis de gasto *per capita* são acentuadamente menores nessas populações.

Consideradas as realidades existentes nas cidades pesquisadas, obtiveram-se resultados que indicam predominância do fator renda sobre os consumos de água e energia elétrica, em relação a outros fatores intervenientes. Diante de tais resultados e mantidas as atuais políticas sociais de tarifação, além dos esforços aplicados pelos programas sociais de cobertura de serviços básicos à população, pode-se afirmar que os insumos água e energia elétrica, por serem insumos nobres e essenciais, em relação aos demais consumíveis, possivelmente apresentam menor elasticidade de suas demandas com relação às suas tarifas.

5.2 Balanço analítico acerca da demanda de água

5.2.1 Análises em Belo Horizonte

Inicialmente, tomaram-se os volumes domiciliares de água micromedidos ao longo do período de observação para que se pudesse avaliar o comportamento histórico do consumo em cada distrito operacional da Copasa. A partir dos dados informados pela Copasa, elaborou-se o gráfico da Figura 5.13 que representa as variações e evoluções absolutas ocorridas.

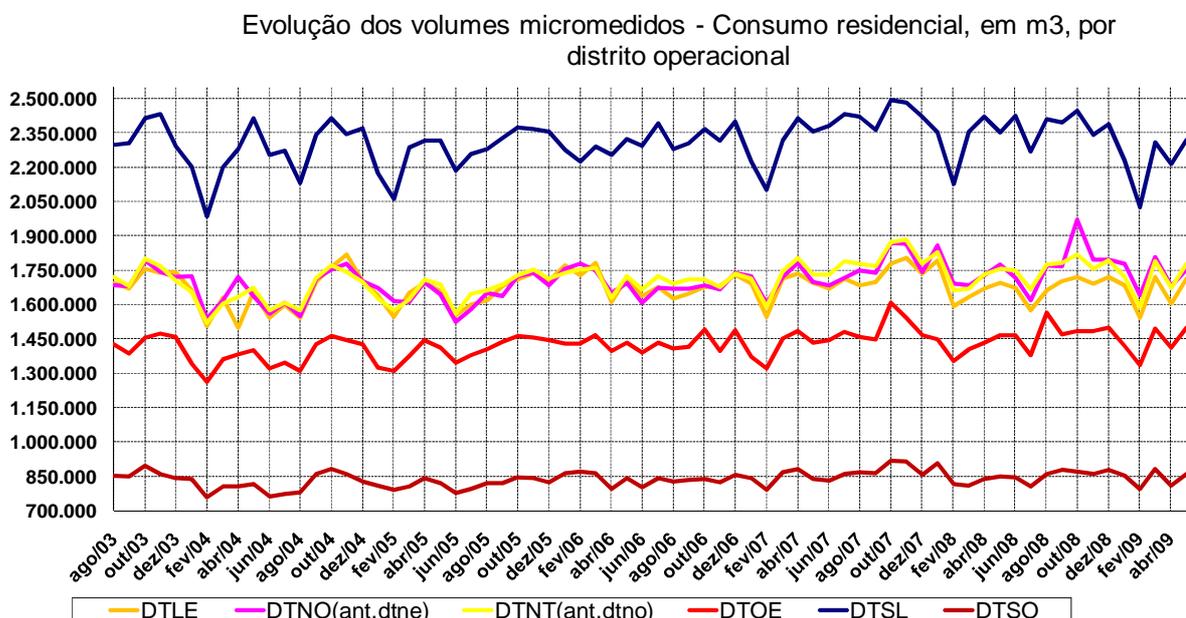


Figura 5.13 – Comportamento histórico dos volumes mensais consumidos de água, em m³, nos domicílios de Belo Horizonte, segundo cada distrito operacional. Fonte dos dados: Copasa, 2009. Elaboração do autor

Outra variável observada ao longo do período foi o rendimento em valores absolutos percebido pela população. O indicador adotado para essa análise foi o rendimento mensal médio *per capita* em cada um dos distritos operacionais, conforme mostrado pela Figura 5.14. Com objetivo meramente comparativo, foi aposta também no gráfico da Figura 5.14 a evolução do salário mínimo oficial estabelecido anualmente pelo Governo Federal.

Observa-se que todos os distritos obtiveram ganhos absolutos de rendimento *per capita* no período avaliado. Os ganhos absolutos traduzem um crescimento médio da renda da população aproximado de 80 % a 110 %. Cabe ressaltar que o ganho absoluto não leva em conta a inflação registrada nos preços dos insumos. Também, pode-se afirmar que tais ganhos superaram o crescimento do salário mínimo no período, que ficou em 50 % (Figura 5.14).

Para efeito comparativo, torna-se necessários considerar a dinâmica populacional em cada distrito. A Figura 5.15 representa a evolução das populações em cada distrito durante o período de observação da pesquisa.

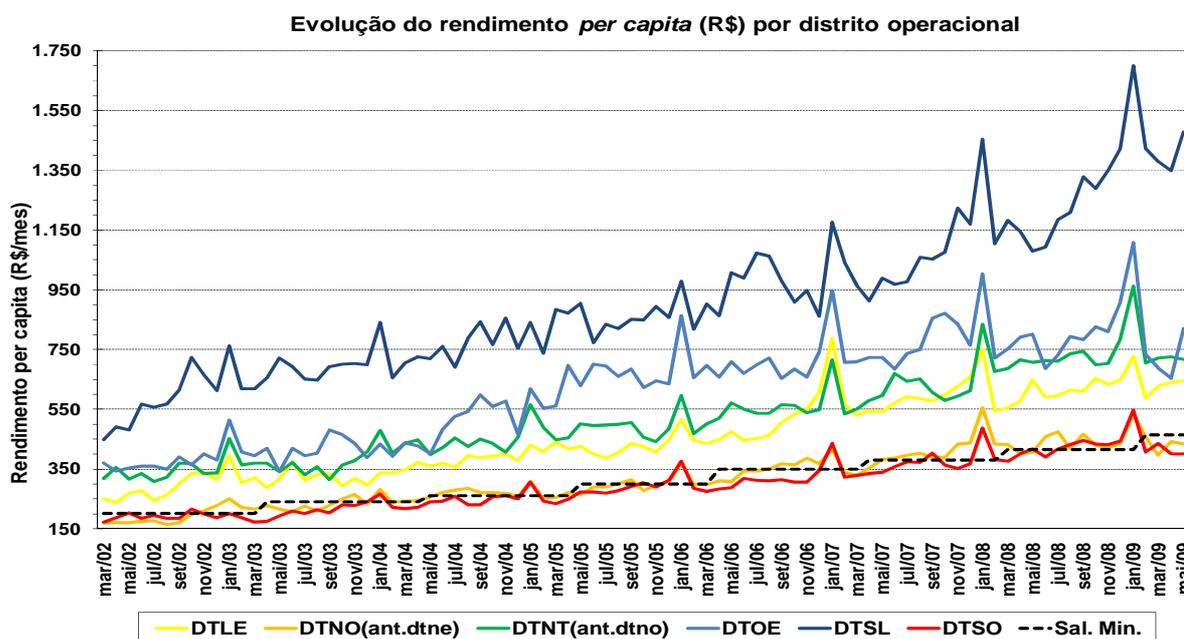


Figura 5.14 – Evolução dos rendimentos *per capita* médios apurados por distrito operacional e os valores do salário mínimo no decorrer do período

Nota-se que a população evoluiu dentro de uma tendência semelhante entre os distritos (Figura 5.4). Mais uma vez destaca-se a discrepância absoluta entre o número de habitantes

do distrito DTSL (mais de 500.000 em agosto de 2007) e o do DTNO (por volta de 270.000 em agosto 2007), justificando em parte a mesma discrepância registrada no volume absoluto consumido entre os mesmos distritos.

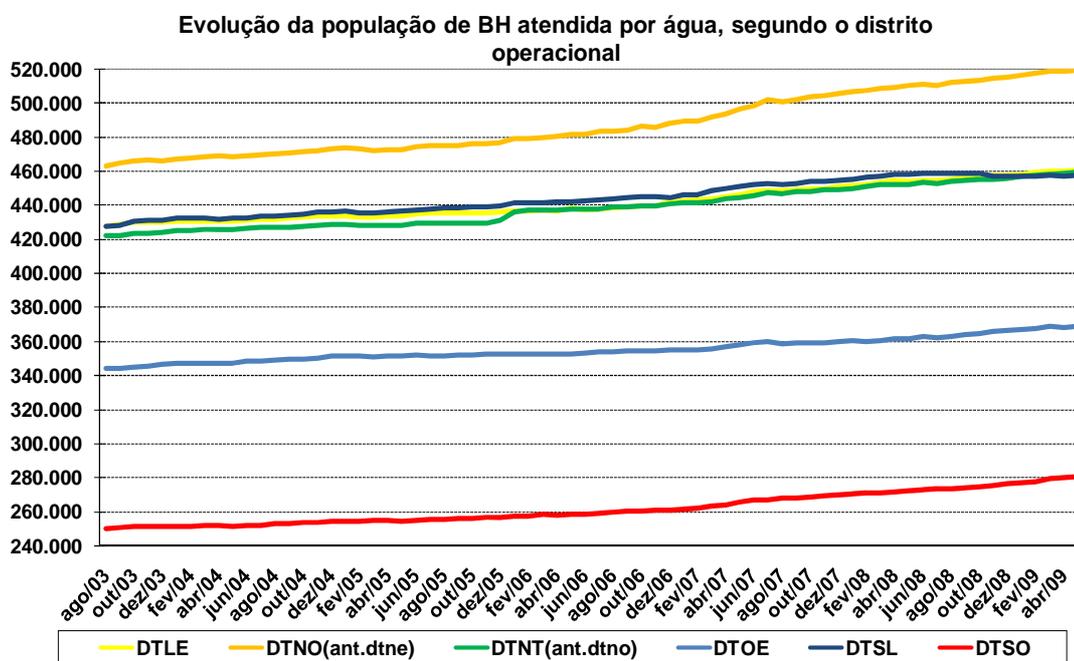


Figura 5.15 – População atendida por abastecimento de água encanada em Belo Horizonte, segundo cada distrito operacional da Copasa. Fonte dos dados: Copasa (2010). Elaboração do autor

A partir da evolução populacional, possibilitou-se proceder ao cálculo do consumo *per capita* micromedido, incluindo somente a categoria residencial, segundo cada distrito operacional de Belo Horizonte. Considerou-se desta forma que esta variável derivada fosse a melhor que poderia se relacionar com os possíveis indicadores socioeconômicos intervenientes, e mais precisamente com o rendimento *per capita* da população. A Figura 5.16 mostra a evolução deste parâmetro derivado dos dados obtidos, para o período em análise.

Dando seqüência ao processo analítico do comportamento temporal das variáveis, passou-se a considerar o poder de compra de água por parte da população. Desta feita, os rendimentos *per capita* foram recalculados para que refletissem seu real valor em relação ao custo da água, ou seja, deflacionados de acordo com a inflação verificada no preço da água praticado pela Copasa. Os índices médios de deflação a serem aplicados nos rendimentos *per capita* foram

aqueles constantes obtidos, conforme mostrado no capítulo relativo à metodologia de formação dos dados da Copasa. A evolução da renda *per capita* deflacionada, em cada distrito específico, fica demonstrada na Figura 5.17.

Ao se aplicar os índices deflatores, percebeu-se que os rendimentos *per capita* dos distritos obtiveram de fato um ganho bem mais modesto (Figura 5.17) em relação àqueles observados na Figura 5.14. Nas camadas socioeconômicas menos favorecidas, como nos distritos DTSO, DTNE e DTLE, registraram-se ganhos nos rendimentos girando aproximadamente em torno de 5 % a 20 %. Já nos distritos mais favorecidos financeiramente, os ganhos de rendimento *per capita* ficaram aproximadamente de 25 % a 35 %.

Estes resultados permitem afirmar que, em se tratando do insumo água tratada em Belo Horizonte, as classes sociais mais elevadas tiveram seu poder de compra de água aumentado em maior proporção que o aumento verificado nas classes sociais menos favorecidas. Em outras palavras, os mais ricos passaram a poder comprar mais água em relação à população mais pobre, ou seja, caso se considerasse apenas o componente água como bem de consumo, a desigualdade do poder de compra da população teria aumentado em Belo Horizonte.

Ainda, observando-se as Figuras 5.16 e 5.17 percebem-se claramente os efeitos sazonais tanto na evolução dos consumos quanto na evolução dos rendimentos. Picos mínimos de consumos de água são verificados nos meses de fevereiro e junho, ocasiões nas quais na cidade de Belo Horizonte registram-se férias de carnaval e as menores temperaturas, respectivamente (Figura 5.16). Picos de máximas rendas são verificados nos meses de dezembro, meses em que tradicionalmente são pagos os 13º salários aos empregados (Figura 5.17).

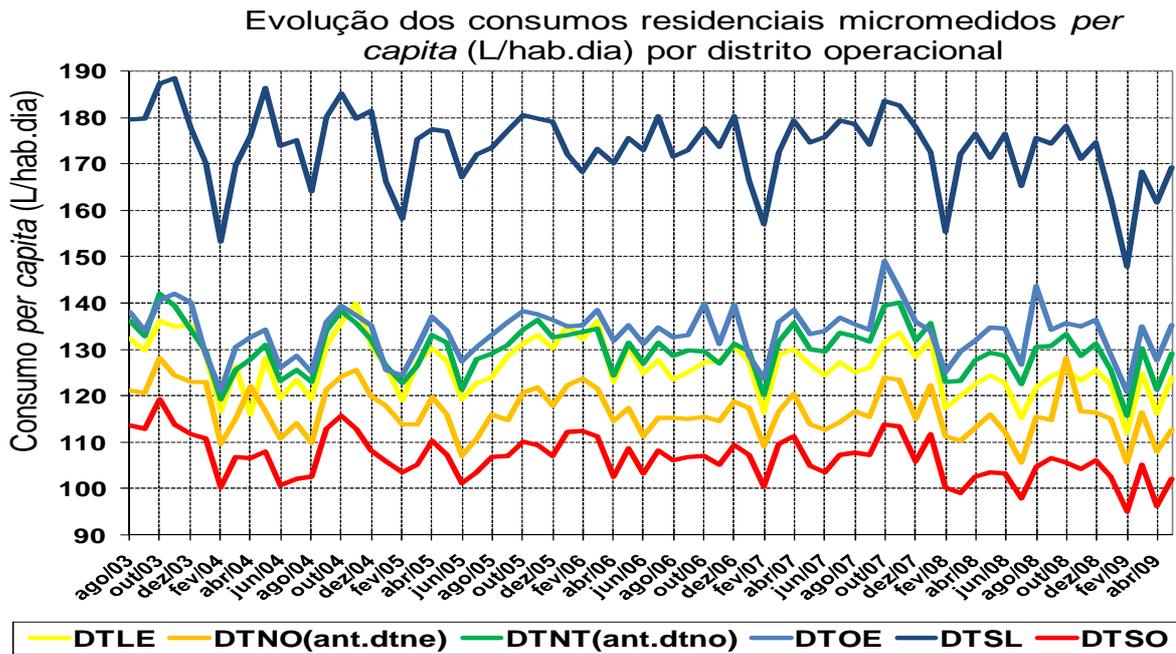


Figura 5.16 – Consumo de água *per capita*, categoria residencial, segundo cada distrito operacional da Copasa em Belo Horizonte

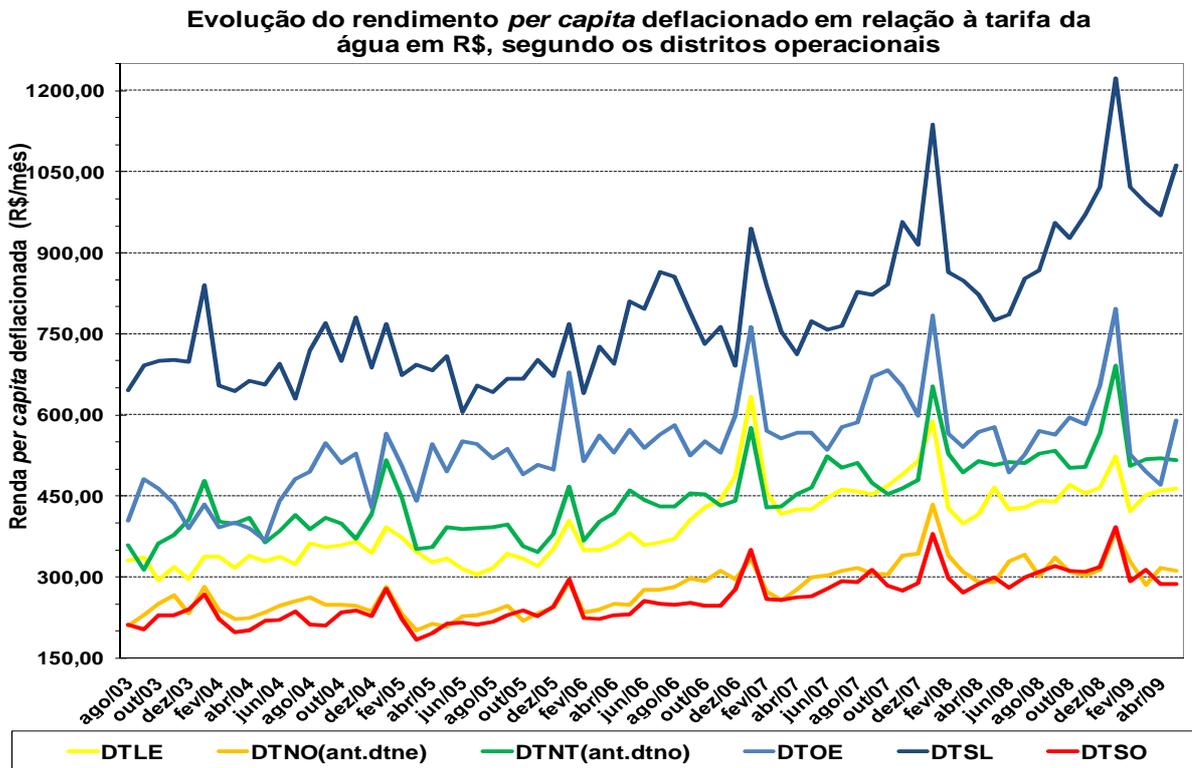


Figura 5.17 – Evolução do rendimento *per capita* já deflacionado pelos reajustes tarifários da água, segundo cada distrito operacional da Copasa em Belo Horizonte

Para que as distinções evolutivas entre as regiões ficassem mais exploradas e evidentes, escolheram-se duas regiões para que análises mais detalhadas fossem realizadas e comparadas entre si. Desta feita, a Figura 5.18, na qual aparece a evolução da renda *per capita* absoluta durante o período analisado, nos distritos DTSL (Região I) e DTSO (Região II). Evidenciam-se ganhos absolutos para as populações residentes em ambas as regiões, como se verifica no gráfico esquerdo da mesma figura.

Convém ressaltar que o rendimento mensal da população pertencente ao DTSO, cujo IDH-M é menor, encontra-se bastante próximo da evolução do salário mínimo oficial, mas por outro lado, ao longo do período analisado, obtiveram-se acréscimos relativos moderadamente superiores aos da população da DTSL (Região I), cujo IDH-M e rendimentos são significativamente maiores.

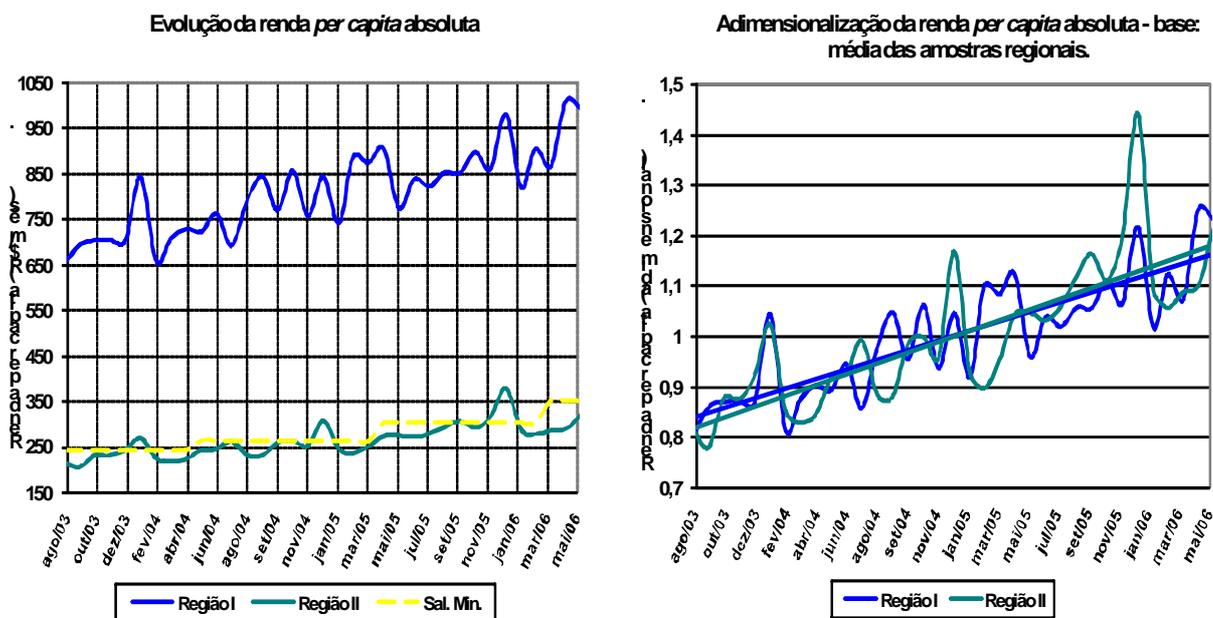


Figura 5.18 - Evolução da renda *per capita* absoluta (gráfico à esquerda) e adimensionalização da renda *per capita* absoluta (gráfico à direita)

A Figura 5.18 mostra ainda, em seu gráfico do lado direito, a evolução adimensionalizada do rendimento familiar nas regiões I e II, no qual as oscilações das rendas manifestam-se em ambas as regiões, mas como se percebe pelas inclinações das linhas de tendência, os habitantes da região I obtiveram ganhos relativos moderadamente menores que os da região II.

Após a aplicação de índices de correção para compensação das majorações ocorridas nas tarifas, percebe-se que o rendimento relativo continua evoluindo conforme mostra a Figura 5.19, mas com ganhos de fato mais modestos para as duas regiões, como se vê no gráfico esquerdo da mesma figura. Neste caso, tendo em vista que os reajustes das tarifas foram iguais para ambas regiões, o gráfico adimensionalizado do lado direito da figura também aponta taxas de crescimentos relativas diferenciadas entre as regiões estudadas. O rendimento deflacionado médio *per capita* ficou em R\$ 700,00 mensais para a região I e R\$ 227,00 para a região II.

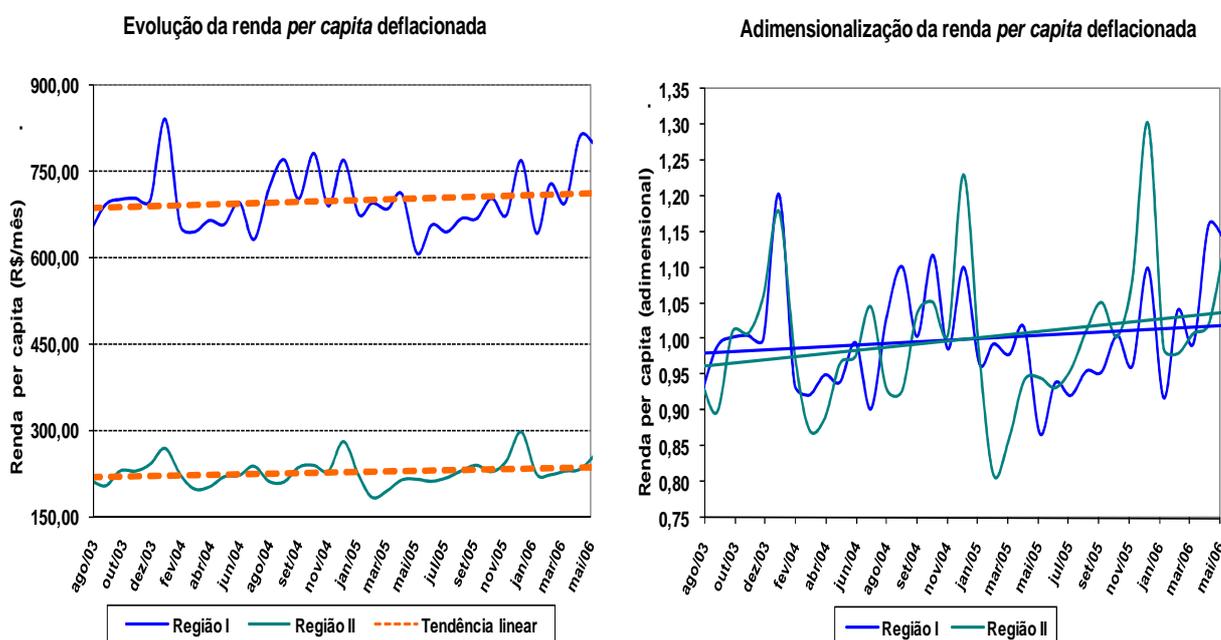


Figura 5.19 - Evolução da renda *per capita* deflacionada (gráfico à esquerda) e adimensionalização da renda *per capita* deflacionada (gráfico à direita)

Para o consumo de água, considerada neste trabalho como variável dependente primordialmente de aspectos socioeconômicos, torna-se clara a distância entre a realidade do consumo de cada uma das regiões. A região I, por possuir maior renda e IDH-M, apresenta consumo *per capita* médio da ordem de 175 L/hab.dia, ao passo que a região II, devido aos seus indicadores socioeconômicos menos favorecidos, consome uma média *per capita* de 108 L/hab.dia, conforme representado no gráfico esquerdo da Figura 5.20.

Observa-se ainda, por meio do gráfico adimensionalizado à direita da Figura 5.20, que as oscilações entre os picos de consumos máximos e mínimos se apresentam de forma aproximadamente harmônica, denotando efeitos sazonais intervenientes aparentemente comuns para as duas regiões. O que se pode acrescentar neste caso é que as inclinações das retas de tendências apontam para uma redução relativa de consumo pouco mais acentuada, para a região II em relação a região I.

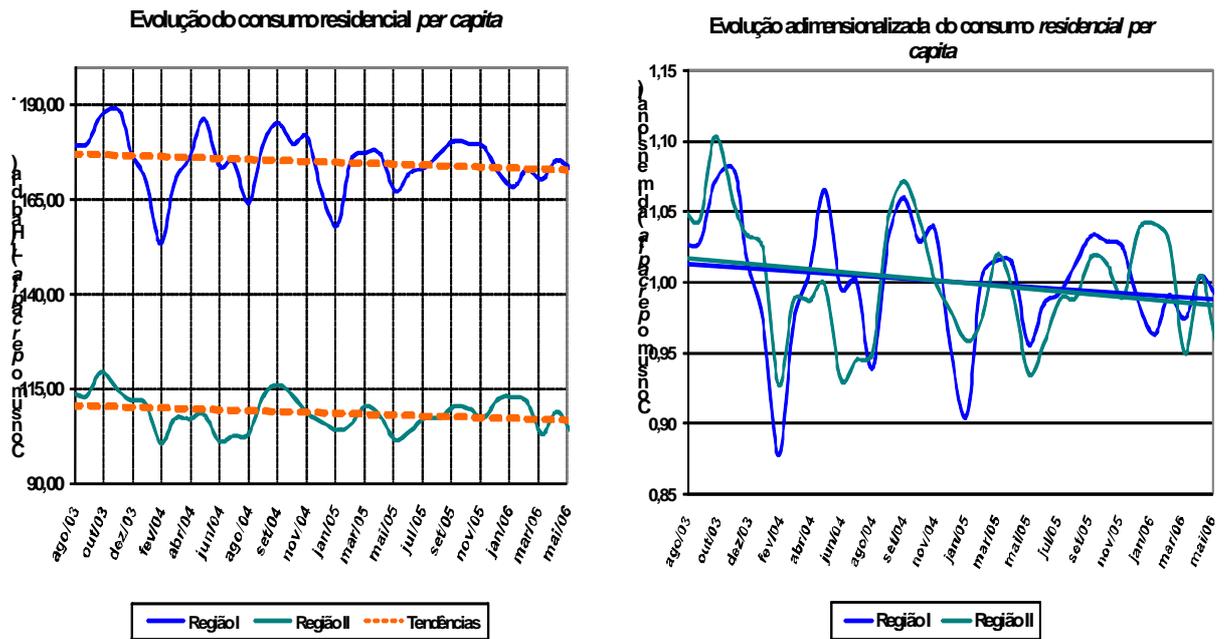


Figura 5.20 - Evolução absoluta (gráfico à esquerda) e evolução adimensionalizada do consumo residencial per capita

Uma característica que chama a atenção durante as análises de consumo é a redução relativa dos picos de consumo, tanto dos máximos quanto dos mínimos, para ambas as regiões. Para melhor se observar este comportamento, os gráficos da Figura 5.21 foram elaborados mostrando individualmente as regiões e suas respectivas evoluções históricas de consumo de água. Com o mesmo intuito, retas envoltórias foram dispostas nos gráficos, deixando assim mais evidente o comportamento do consumo a se estudar.

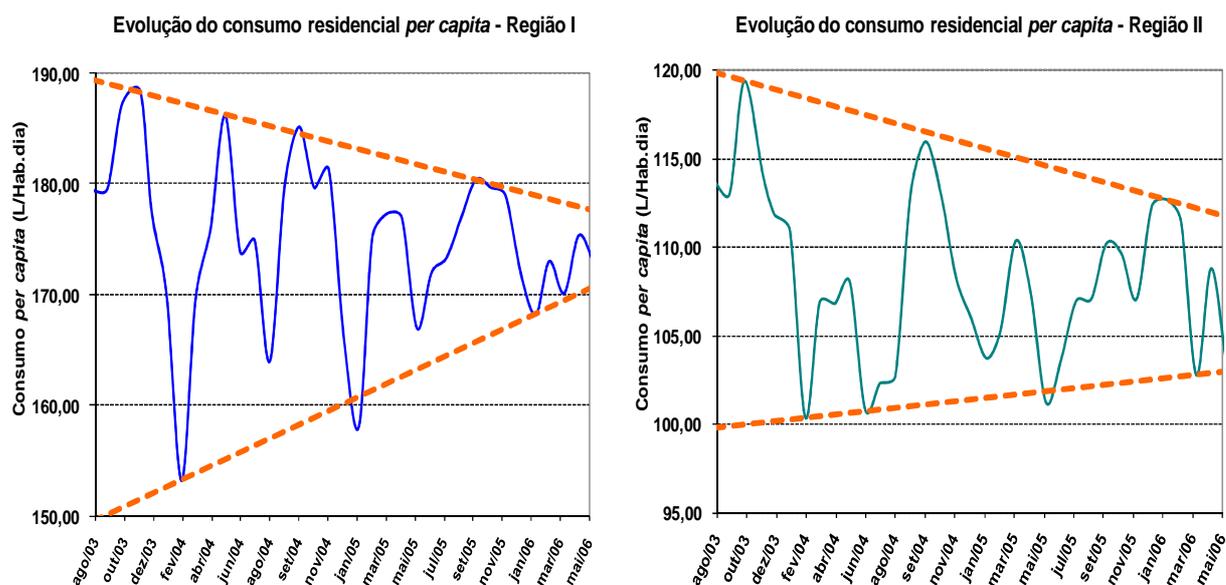


Figura 5.21 - Evolução dos consumos residenciais *per capita*

Apesar de ambas as regiões apresentarem tendência moderada de redução de consumo *per capita* médio, a mesma constatação não pode ser atribuída às reduções nos picos máximos e mínimos dos consumos. Como ficam mostradas na Figura 5.21, as reduções dos picos máximos e mínimos são proporcionalmente relevantes em relação ao consumo médio de cada região, sendo que no gráfico esquerdo, relativo à região I, as inclinações das retas envoltórias de consumo são maiores que as respectivas inclinações do gráfico direito, o qual se refere à região II. Destarte, quando se comparam qualitativamente os dados entre as regiões, constituem-se as seguintes relações mostradas pela Tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Quadro de comparações qualitativas entre as tendências

Regiões	Tendência de acréscimo relativo de renda média <i>per capita</i>	Tendência de redução relativa de consumo médio <i>per capita</i>	Tendência de redução nos picos máximos de consumo	Tendência de redução nos picos mínimos de consumo
Região I - DTSL	Menor	Menor	Maior	Maior
Região II - DTSO	Maior	Maior	Menor	Menor

Nas duas regiões abordadas percebe-se uma íntima relação entre as rendas da população e a quantidade de água consumida pelas mesmas. Esta relação manifesta-se tanto na comparação entre as duas regiões, na qual fica evidente o maior consumo por parte dos habitantes residentes na área com maior rendimento financeiro, quanto na comparação entre as oscilações de renda e as oscilações do consumo.

Considerando-se que não houve grande discrepância na evolução relativa dos rendimentos médios das regiões estudadas, a análise da tabela 5.3 indica que apesar de maior nível de renda e maior consumo, a população residente na região I apresentou maior possibilidade de redução nos picos do consumo máximo, o que se leva a crer que havia no início do período observado uma maior folga para se implementar reduções de consumo, ou seja, os grandes picos de consumo máximo sugeriam comportamento de gasto excessivo ou pouco eficiente.

Por sua vez, ainda pela mesma Tabela 5.3, constata-se que os habitantes da região II, ao implementarem reduções nos picos máximos e mínimos de consumo em escala menor, sugerem que já se praticava um comportamento de consumo possivelmente mais racionalizado. Corrobora essa conclusão o fato de que a reta de tendência do consumo médio da região II tem inclinação menor em relação à mesma reta relativa à região I.

Não obstante, o trabalho permite inferir que provavelmente há fatores socioeconômicos intervenientes que apontam para uma racionalização do uso da água por parte das populações abordadas, uma vez que os picos máximos e mínimos de consumo apresentam-se com uma tendência de estreitamento, ou seja, de uma redução nas amplitudes do consumo, isso durante o período observado nas duas regiões consideradas.

Em face do crescente urbanização das regiões metropolitanas brasileiras e crescimento econômico atual, onde se aumentam as populações e as complexidades de transportes, onde se gasta maior tempo nos deslocamentos, hábitos contemporâneos poderiam estar provocando efeitos nas amplitudes do consumo. Como exemplo, torna-se plausível ponderar que, alterações comportamentais tais como o costume de viagens de férias com menor duração, aumento na frequência em restaurantes comerciais e maior uso de água em estabelecimentos comerciais por parte dos trabalhadores, poderiam estar afetando o consumo de água na categoria residencial.

5.2.2 Análises em Porto Alegre

Em se tratando da evolução do consumo domiciliar de água, a cidade de Porto Alegre quase não demonstra tendência aparente de crescimento ou decréscimo do volume total consumido. Como se pode ver na Figura 5.22, a média mensal do consumo, representada pela reta ajustada, praticamente mantêm-se em torno nos 6.500.000 m³ mensais.

Quando se parte para uma análise adimensional, considera-se cada valor dividindo-se o consumo nominal pelo consumo médio observado. Assim, a amplitude dos picos de máximos e mínimos também podem ser avaliada. O consumo médio passa a ser representado pelo valor adimensional 1 (um) e os picos de máximos e mínimos mostram o percentual de variação em relação ao consumo médio.

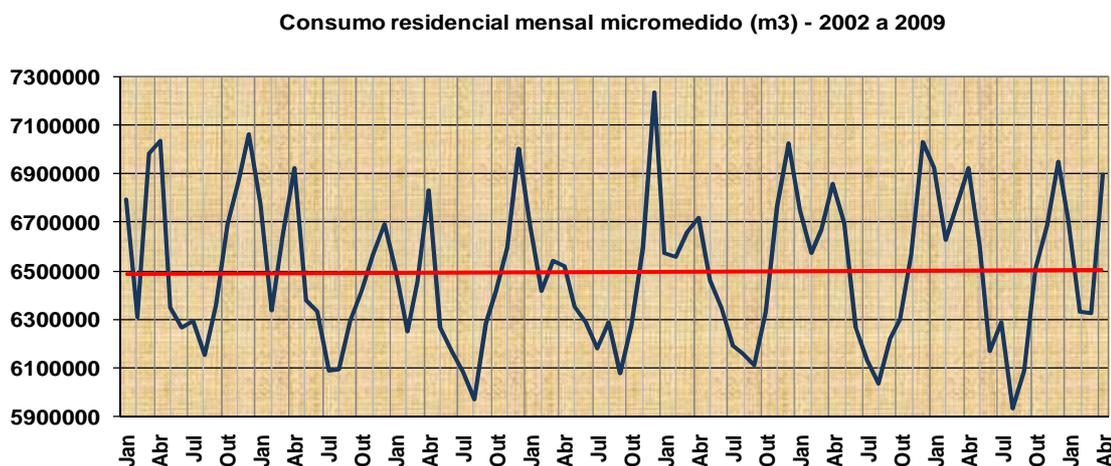


Figura 5.22 – Evolução histórica do consumo mensal residencial de água, em m³, no município de Porto Alegre

A observação da Figura 5.23 permite afirmar que não se percebe tendências de redução ou aumento dos picos de consumo, uma vez que os máximos são aproximadamente de 5 a 10% maiores em relação à média e os picos de mínimos encontram-se, também aproximadamente, de 5 a 10% menores que a média representada pela reta. Outra característica que se torna claramente evidente na Figura 5.23 é a influência sazonal da estação climática no consumo residencial de água tratada. Faixas de consumo abaixo da média mostram-se necessariamente entre os meses de abril a setembro de cada ano observado.

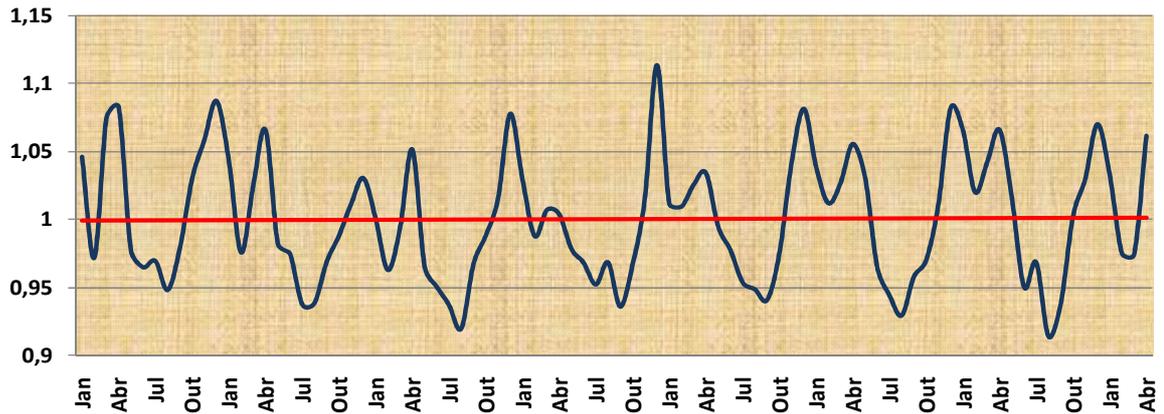


Figura 5.23 – Evolução histórica do consumo mensal residencial de água em Porto Alegre, em valores adimensionalizados

5.2.3 Proposição e validação do modelo

Ao se tabular os dados resultantes de renda e consumo *per capita* no município de Belo Horizonte, pensou-se ainda na questão relativa à causa e efeito e seu respectivo aspecto temporal. Além das observações históricas realizadas anteriormente, aplicaram-se defasagens entre os meses de apuração da renda e os meses dos volumes micromedidos para que se pudesse avaliar o melhor tempo de resposta entre as duas variáveis. As defasagens entre os dados de cada variável cruzada foram, além do próprio mês de referência, os meses $m-2$, $m-1$, $m+1$, $m+2$ e $m+3$.

Assim, considerando que o consumo micromedido de água de um mês zero qualquer é apurado, por intermédio da leitura do hidrômetro, no mês subsequente $m+1$, quando se dará de fato o pagamento da conta, a racionalização do consumo, por consequência da apuração do balanço financeiro da família, se daria no mês $m+2$, tendo seu efetivo resultado refletido na leitura do mês $m+3$. A Tabela 5.4 representa melhor a operação sugerida pela análise.

A justificativa para tal melhor ajuste em função da defasagem mensal estaria baseada na atitude do consumidor ao gerenciar mensalmente seu orçamento, de forma consciente ou não.

Tabela 5.4 – Mecanismo de defasagem mensal da influência da renda sobre o consumo de água

Meses referência	Evento observado
0	Consumo normal de água em um momento qualquer
m + 1	Leitura do hidrômetro e pagamento da conta
m + 2	Apuração do resultado financeiro e racionalização do consumo
m + 3	Reflexo do consumo customizado

Como esperado, quando se considera os indicadores *per capita* de renda deflacionada e consumo residencial, obtiveram-se os resultados de regressão com maior significância. Algumas dispersões estão mostradas nos gráficos da Figura 5.24, onde se destaca a linha relativa à defasagem m+3 como os de maior coeficientes de determinação. Deve-se optar neste momento por um dos tipos de função: logarítmica, potencial ou linear.

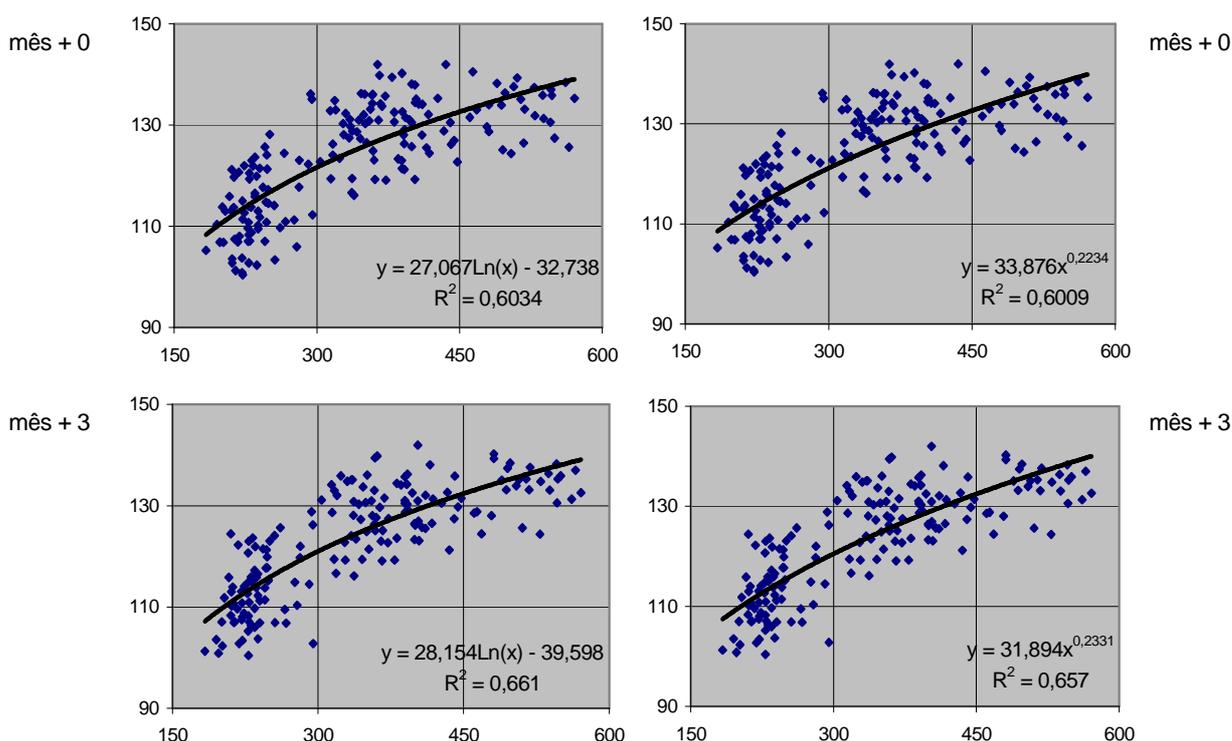


Figura 5.24 – Gráficos de dispersão entre renda *per capita* deflacionada e consumo residencial de água *per capita*, segundo cada defasagem mensal (mês + i).

Abscissas em R\$/mês *per capita* e ordenadas em L/hab.dia

Levando-se em conta os resultados dos estudos e pesquisas científicas referenciadas na literatura sobre o consumo de água, o tipo de função mais indicada para representar um modelo de demanda seria o logarítmico. Tal afirmação fundamenta-se também no argumento de que a função logarítmica, além de gerar um ajuste de curva com a melhor aderência à dispersão dos dados, prevê uma saturação do consumo nas faixas de alto rendimento *per capita*, dada sua característica assintótica da cauda direita da curva.

Pela análise da Tabela 5.5, observa-se que no geral não há grandes variações entre os coeficientes de determinação, indicando assim uma estreita influência entre renda e consumo residencial de água, independentemente do mês de referência adotado. Não obstante, um melhor ajuste se dá quando a renda está defasada do consumo em 3 meses (mês + 3).

Tabela 5.5 – Variação do coeficiente de determinação, entre renda *per capita* e consumo residencial micromedido de água *per capita*, segundo defasagens de referência mensal

Variação do R² segundo ajustes regressivos logarítmicos					
Defasagens	mês – 1	mês 0 (referência)	mês + 1	mês + 2	mês + 3
R ²	0,7688	0,7579	0,7512	0,7666	0,7705

Infere-se portanto, mesmo que a maior parte da população não exerce planejamento futuro para despesas com água residencial, que as atitudes e costumes praticados pela população estariam relacionados a cada situação financeira mensal das famílias. Ou seja, na ocorrência de um suposto déficit financeiro, o consumidor passaria então a racionalizar despesas gerais além do consumo de água propriamente dito.

Assim, como no caso específico da demanda de água, o modelo de projeção de consumo domiciliar urbano baseia-se na renda e na classificação econômica e tamanho da população estudada, para cada classe econômica foi encontrado um consumo *per capita* disperso, conforme propõe a Figura 5.25.

Por fim, a função escolhida foi ajustada por meio de regressão e encontra-se explicitada na mesma Figura 5.25 e agrupamentos foram destacados segundo os rendimentos *per capita* com propósito de se representar a distribuição dos consumos entre as classes econômicas.

Para que se validasse tal modelo, o mesmo foi aplicado na cidade de Porto Alegre, estado do Rio Grande do Sul. Foram utilizados dados de consumos domiciliares totais micromedidos de água durante o período histórico estudado. Mediante a caracterização socioeconômica atual do local estudado, o resultado apontado pelo modelo é confrontado com o efetivo volume medido, o que possibilita avaliar a validade do modelo.

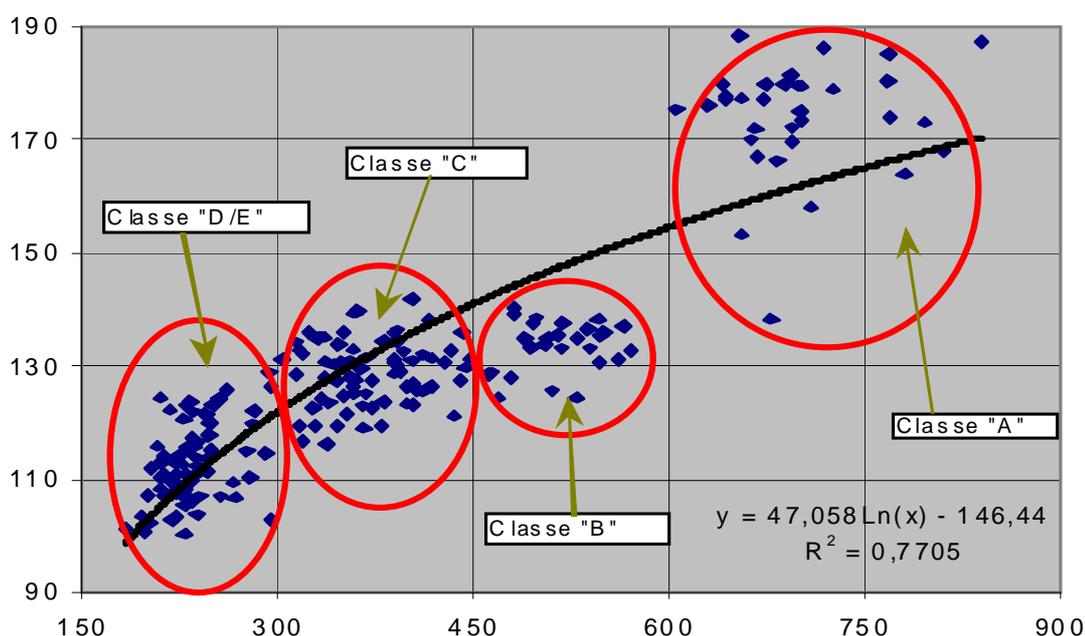


Figura 5.25 – Gráfico de dispersão de dados entre renda *per capita* versus consumo residencial *per capita* desenvolvido para a cidade de Belo Horizonte (abscissas em R\$/mês *per capita* e ordenadas em L/hab.dia)

A população de Porto Alegre, recenseada em 2010 pelo IBGE atingiu 1.409.939 habitantes, contra uma população estimada para 2009 de 1.436.123 habitantes (IBGE, 2009). Assim, considerando a evolução populacional da capital ainda tem se mostrada positiva, ou seja, crescente, pode-se adotar com base o número de habitantes recenseado, uma vez que o mesmo foi menor do que o estimado. No tocante ao número médio de moradores por domicílio, obteve-se um valor de médio de 2,8 moradores por residência.

Diante desse novo cenário, a Tabela 5.6 foi montada para mostrar os valores apurados relativos à população, sua distribuição socioeconômica e sua renda, para que fossem alimentados no modelo preditivo de consumo de água em Porto Alegre.

Tabela 5.6 – Distribuição percentual da população de Porto Alegre entre classes econômicas e suas respectivas rendas familiares e *per capita* média

Classe econômica	Distribuição da População (%)	Habitantes	Renda mensal média familiar (R\$)	Renda mensal média <i>per capita</i>
A1	0,2	2.820	14.366	5.131
A2	4,9	69.087	8.099	2.893
B1	11,3	159.323	4.558	1.627
B2	22,9	322.876	2.327	831
C1	27,1	382.093	1.391	497
C2	21,0	296.087	933	332
D	11,9	167.782	618	221
E	0,8	11.280	403	144

A Equação 5.1 permite avaliar o consumo de água *per capita* diariamente, de forma que, se aplicada a cada faixa econômica estratificada e sua respectiva população fornecerá o volume total domiciliar demandado de água na região de estudo escolhida.

$$Y = 47,058 * Ln(x) - 146,44 \quad (5.1)$$

Na qual,

Y = Volume consumido de água *per capita* por dia (L/hab.dia)

x = Renda *per capita* mensal (R\$/mês)

Portanto, em termos generalizados espera-se afirmar que o consumo total domiciliar de água pode ser representado pela Equação 5.2:

$$Q = \sum_i^n P * (47,058 * \text{Ln}(x) - 146,44) \quad (5.2)$$

Na qual,

Q = Volume consumido total de água por dia (L/dia)

x = Renda *per capita* mensal (R\$/mês)

Sendo i = quantidade de faixas socioeconômicas, variando de 1 a n .

Assim, pode-se calcular parcela do consumo referente à cada uma das classes socioeconômicas, atribuindo-se à cada uma o peso relativo decorrente do número de habitantes que existem em cada classe, como segue:

Cálculo dos consumos por classes socioeconômicas em Porto Alegre:

Consumo da classe E → $11.280 * (47,058 * \text{Ln}(144) - 146,44) = 986.204$ litros/dia

Consumo da classe D → $167.782 * (47,058 * \text{Ln}(221) - 146,44) = 18.051.118$ litros/dia

Consumo da classe C2 → $296.087 * (47,058 * \text{Ln}(332) - 146,44) = 37.525.486$ litros/dia

Consumo da classe C1 → $382.093 * (47,058 * \text{Ln}(497) - 146,44) = 55.680.055$ litros/dia

Consumo da classe B2 → $322.876 * (47,058 * \text{Ln}(831) - 146,44) = 54.860.995$ litros/dia

Consumo da classe B1 → $159.323 * (47,058 * \text{Ln}(1.627) - 146,44) = 32.108.373$ litros/dia

Consumo da classe A2 → $69.087 * (47,058 * \text{Ln}(2.893) - 146,44) = 15.794.295$ litros/dia

Consumo da classe A1 → $2.820 * (47,058 * \text{Ln}(5.131) - 146,44) = 720.733$ litros/dia

Para se obter o consumo total projetado pelo modelo para a população de Porto Alegre, vem:

$$Q = 986.204 + 18.051.118 + 37.525.486 + 55.680.055 + 54.860.995 + 32.108.373 + 15.794.295 + 720.733$$

$Q = 215.727.259$ litros/dia, ou $6.471.818 \text{ m}^3/\text{mês}$. (Obs.: valor calculado pelo modelo)

A fim de avaliar o resultado do modelo, o qual representa o consumo obtido por meio do cálculo demonstrado acima, procedeu-se à comparação do mesmo com o histórico do consumo médio real total de Porto Alegre informado pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE).

A partir da análise dos dados constantes da Figura 5.22, chega-se a uma média de consumo de água na cidade de Porto Alegre de **6.498.370 m³/mês**. Tendo em vista que não foi registrada tendência de crescimento ou decréscimo desta média durante o período observado, pode-se adotar a referida média com representativa para efeito de análises.

Assim, o volume apontado pelo modelo, após alimentação do mesmo com os dados de renda e população de Porto Alegre, dista-se de 26.552 m³ a menos em relação a média de 6.498.370 m³/mês, relativa ao consumo mensal da cidade, informado pelo DMAE. Essa diferença representa, portanto, um **erro equivalente de -0,4%** entre o resultado calculado com o uso do modelo e realidade observada, conforme informação do DMAE, permitindo-se afirmar que o modelo de projeção de consumo residencial de água, desenvolvido com os dados de Belo Horizonte, adequa-se quando aplicado às atuais condições socioeconômicas de Porto Alegre.

5.2.4 Comportamento em cenários projetados

A fim de se estudar futuros comportamentos e impactos nas demandas, montaram-se quatro cenários com distintas características socioeconômicas. Representando a realidade atual portoalegrense, a Figura 5.26 mostra a distribuição percentual da população entre as classes econômicas e o volume total de consumo de água no município, que atinge 6.466.778 m³/mês.

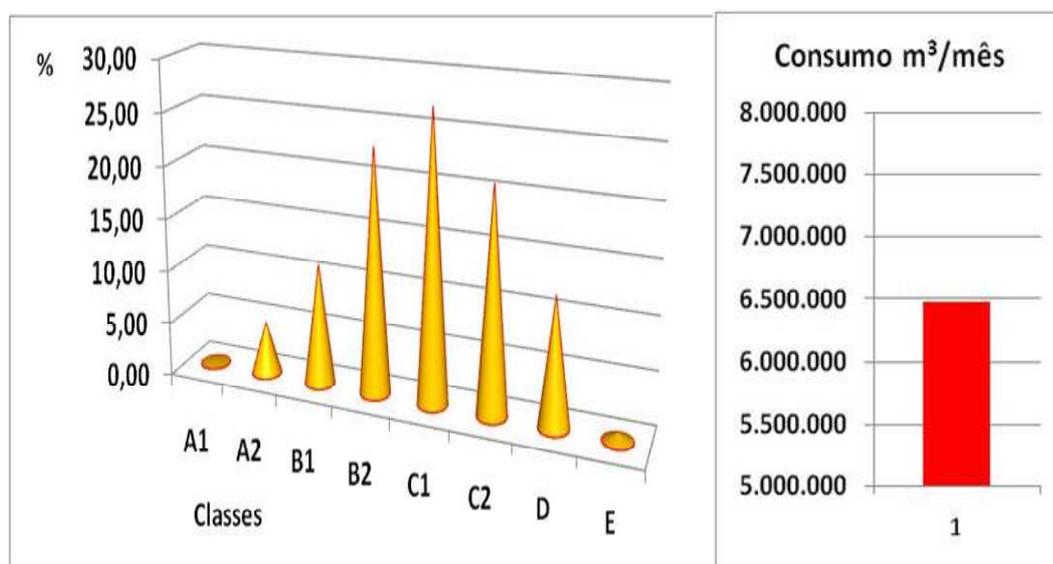


Figura 5.26 – Distribuição atual da população entre classes sociais e o respectivo volume total consumido de água em Porto Alegre (m³/mês)

Um cenário normal de crescimento econômico desejável pode ser projetado e avaliado a partir de uma nova distribuição social, conforme demonstra a Figura 5.27. Nesse caso, as classes A2 e B1 com tamanhos relativos de 10% e 23% da população respectivamente, a classe C1 representando 24,4% e as classes C2 e D decrescendo para 7,8% e 3% respectivamente. Neste cenário o consumo total do município subiria para 7.353.035 m³/mês, representando um impacto sobre a rede de abastecimento de 13,7%, caso essa nova redistribuição socioeconômica se efetivasse.

Imaginando-se um cenário de otimismo elevado, a distribuição de riqueza assemelhar-se-ia à de países desenvolvidos. Uma distribuição social dessa categoria encontra-se representada pela Figura 5.28. Nessa situação, as classes C2, D e E não ultrapassam 11% da população, que passaria a possuir 69% dos habitantes classificados como pertencentes à classe média alta, no estrato representado pelas classes A2, B1 e B2.

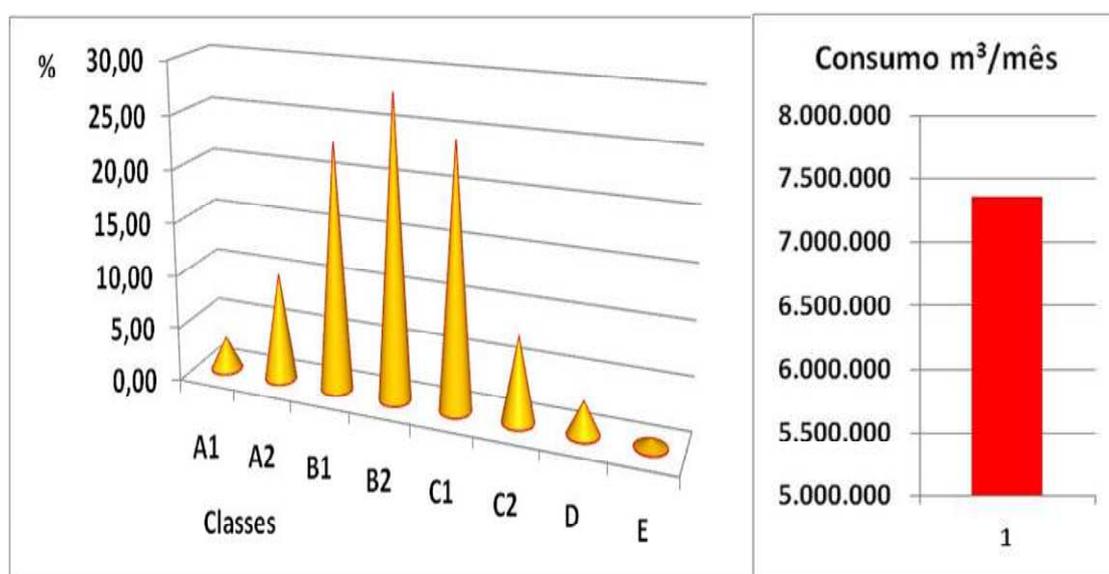


Figura 5.27 – Distribuição de crescimento normal projetado para a distribuição da população entre classes sociais e o respectivo volume total a ser demandado de água em domicílios de Porto Alegre (m³/mês)

Nesta nova realidade, o consumo domiciliar *per capita* de água médio da capita gaúcha atingiria 189 m³/hab.dia, sendo que o volume total mensal chegaria a 8.005.567 m³ (Figura 5.28). Para este caso, a rede de abastecimento estaria sendo impactada em 23,8% de sua capacidade de atendimento, se comparado aos níveis atuais de consumo de água.

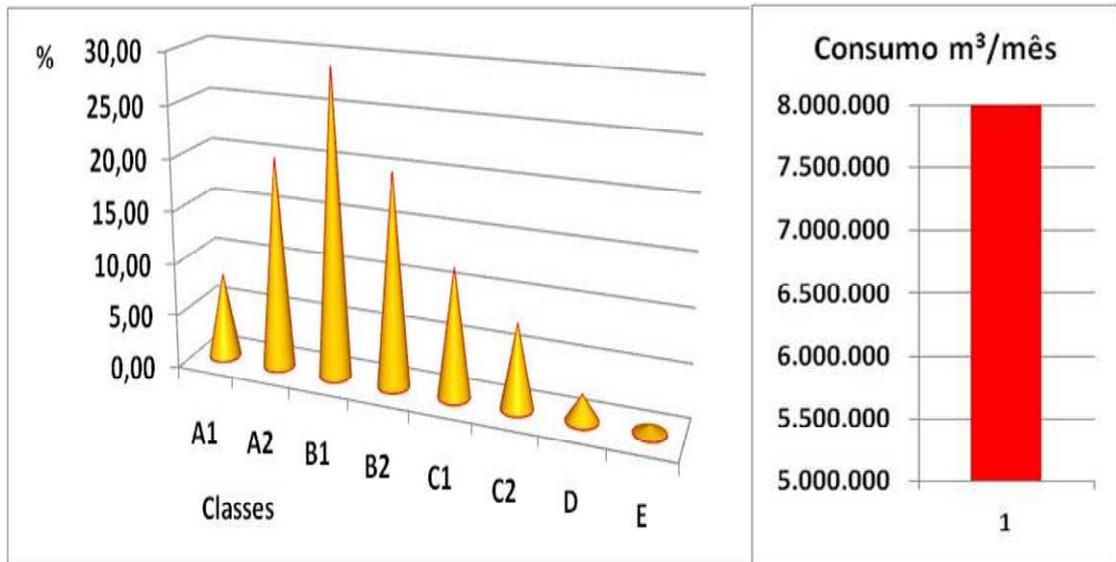


Figura 5.28 – Cenário de otimismo elevado projetado para a distribuição da população entre classes sociais e o respectivo volume total a ser demandado de água em domicílios de Porto Alegre (m³/mês)

Em se tratando de um retrocesso econômico, no qual os rendimentos das populações decrescessem em relação ao poder de compra da água e grande parte da população voltasse às categorias menos favorecidas, uma hipotética distribuição populacional entre as classes sociais poderia ser imaginada como mostra a Figura 5.29, onde uma indesejável classe pobre retomaria sua significância perante à população como um todo. Nesse caso as classes ditas como trabalhadoras, nos estratos C1, C2 e D alcançariam a proporção de 71% da população total.

Nesta perspectiva pessimista, o atual sistema de abastecimento tornar-se-ia ocioso em 9,9% em relação a sua atual capacidade de operação. Tal redução não pode ser considerada relevante uma vez que os picos sazonais de consumo máximo e mínimo registram magnitudes da ordem de 10%, conforme mostra a Figura 5.23.

Em se tratando de abastecimento e distribuição de água, diante das simulações realizadas pode-se afirmar que os impactos mostram-se relativamente modestos, principalmente ao se considerar o cenário de crescimento normal projetado, sobre o qual o impacto na infraestrutura seria da ordem de 14%. Uma preocupação deve-se recair também às capacidades produtivas dos mananciais de água.

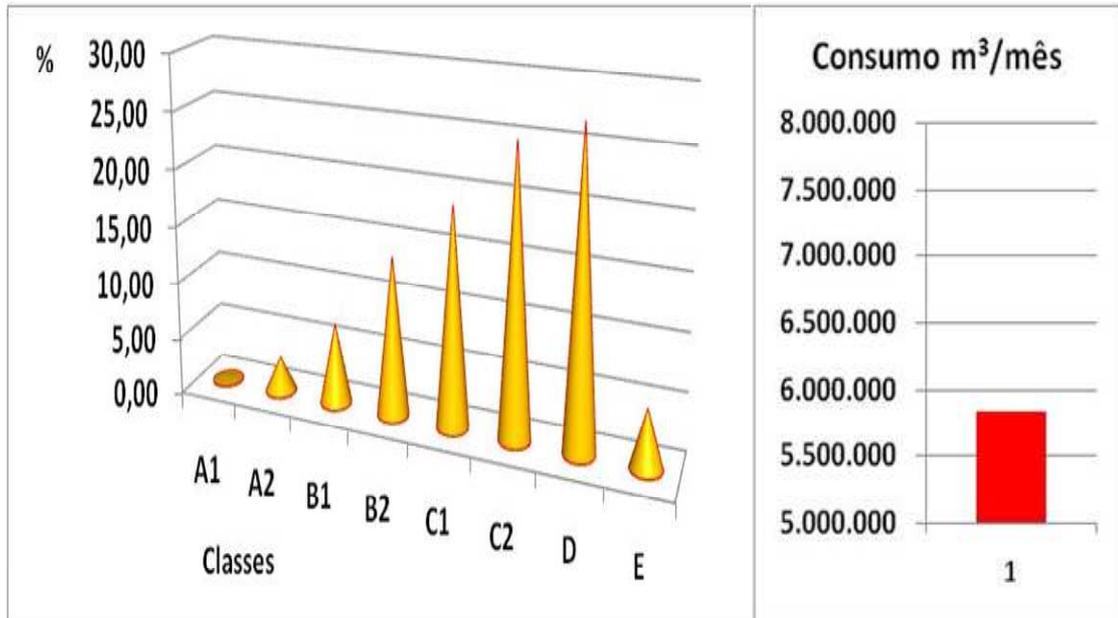


Figura 5.29 – Cenário pessimista de retração econômica projetado para a distribuição da população entre classes sociais e o respectivo volume total a ser demandado de água em domicílios de Porto Alegre (m³/mês)

5.3 Balanço avaliativo acerca da demanda de energia elétrica

5.3.1 Análises em Belo Horizonte

A fim de se avaliar o comportamento histórico dos consumos, o gráfico da Figura 5.30 foi construído, utilizando-se dos dados obtidos para os consumos domésticos de energia elétrica em Belo Horizonte, utilizando-se da fonte básica de dados informada pela CEMIG (2009). Em se tratando da evolução do consumo residencial de energia elétrica, Belo Horizonte não mostra tendência significativa de acréscimo ou decréscimo da potência consumida.

A Figura 5.30 evidencia o comportamento histórico desse consumo no período estudado, onde uma leve queda na média mensal do consumo é registrada pela reta ajustada, mas praticamente mantêm-se nos 115.000.000 kWh mensais.

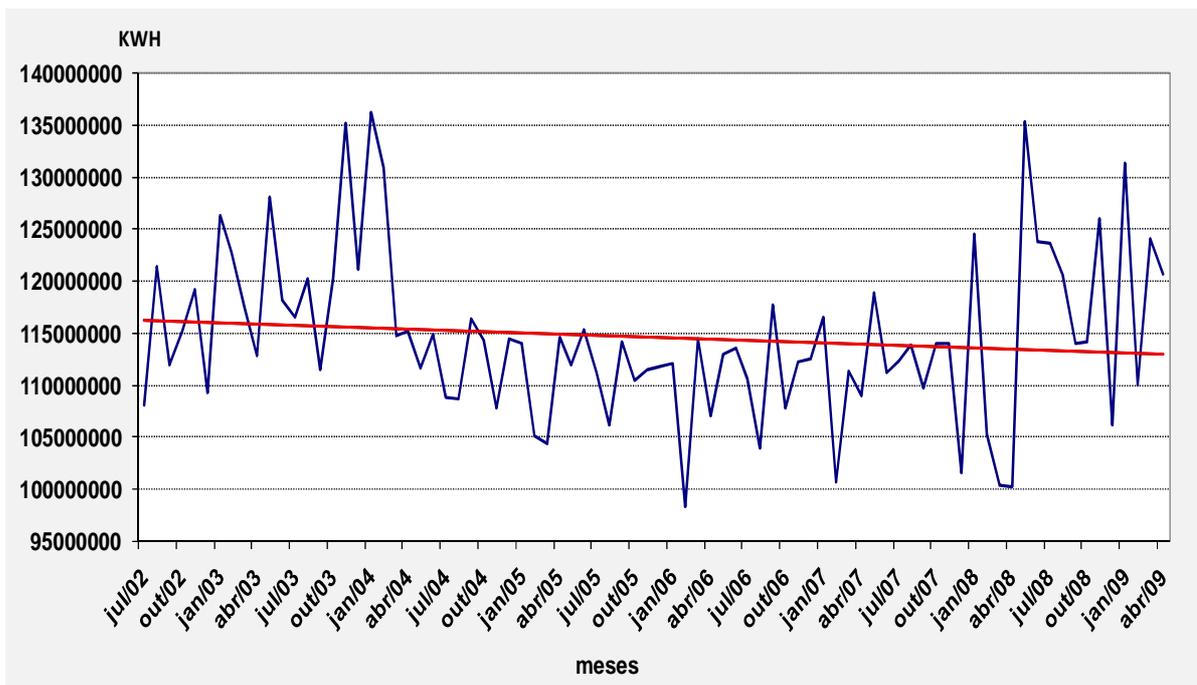


Figura 5.30 – Evolução histórica do consumo mensal residencial de energia elétrica (kWh) em Belo Horizonte. Fonte CEMIG. Elaboração do autor

Quando se parte para uma análise adimensional, considera-se cada valor dividindo-se o consumo nominal pelo consumo médio observado. Assim, a amplitude dos picos de máximos e mínimos também pode ser avaliada. O consumo médio passa a ser representado pelo valor adimensional 1 (um) e os picos de máximos e mínimos mostram o percentual de variação em relação ao consumo médio.

A observação da Figura 5.31 permite afirmar que não se percebe tendências de redução ou aumento dos picos de consumo, uma vez que os máximos são aproximadamente de 10 a 15% maiores em relação à média e os picos de mínimos encontram-se, aproximadamente, de 5 a 10% menores que a média representada pela reta.

Característica que não se torna claramente evidente na Figura 5.31 é a influência sazonal da estação climática no consumo residencial de energia elétrica. Pode-se dizer, portanto que, não há influência aparente na oscilação do consumo causada por questões meramente associadas ao clima. Outros fatores, que não se encontram abordados nessa investigação devem ser responsáveis pelos picos de máximo e mínimo.

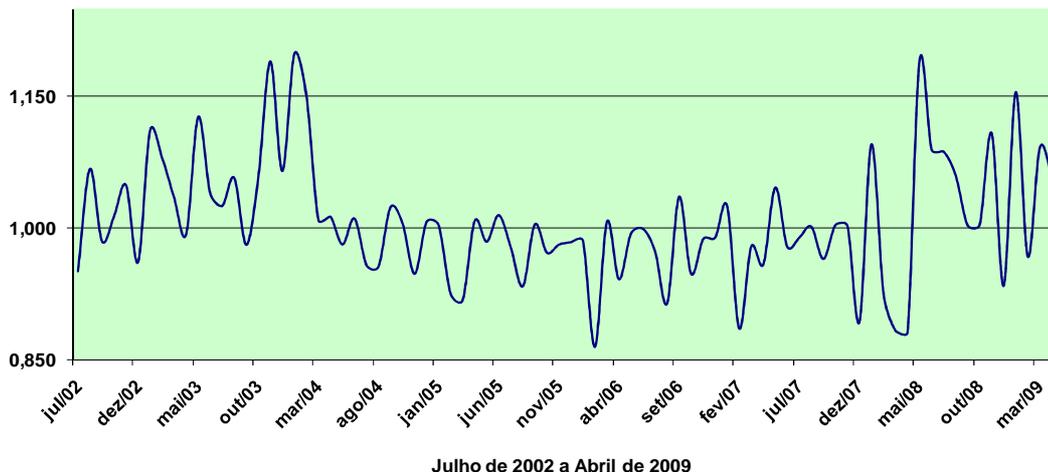


Figura 5.31 – Evolução histórica do consumo mensal residencial de energia elétrica em Belo Horizonte em valores adimensionalizados

Quando a análise se volta ao histórico evolutivo de consumos segregados pelas agências operacionais de Belo Horizonte, percebe-se que as oscilações ocorrem de forma similar em todas as séries de dados. Esse comportamento sugere que os efeitos causadores das referidas oscilações são intervenientes, de mesma maneira, em todas as áreas de Belo Horizonte, não existindo portanto fatores sazonais com diferenciações entre as regiões da capital (Figura 5.32).

Quando agregados pelas regionais administrativas da prefeitura municipal, o histórico do consumo residencial de energia elétrica apresenta-se segundo o comportamento das curvas mostradas no gráfico da Figura 5.33. Da mesma forma, semelhantemente ao comportamento denotado pela Figura 5.32, afirmativa análoga pode ser concluída, no sentido de que os fatores sazonais intervenientes são os mesmos para qualquer regional, haja vista a harmonização comportamental das curvas da Figura 5.33, também elaborada a partir de dados básicos da CEMIG (2009).

Continuando-se as análises relativas ao histórico comportamental dos consumos, segundo as 8 regionais administrativas escolhidas, lançaram-se linhas de tendências para que se avaliasse uma possível queda dos acréscimos dos consumos totais. A Figura 5.34 apresenta as tendências lineares para cada região. As regiões que apresentaram leves tendências de redução no consumo médio histórico no período observado foram Venda Nova/Norte e Noroeste.

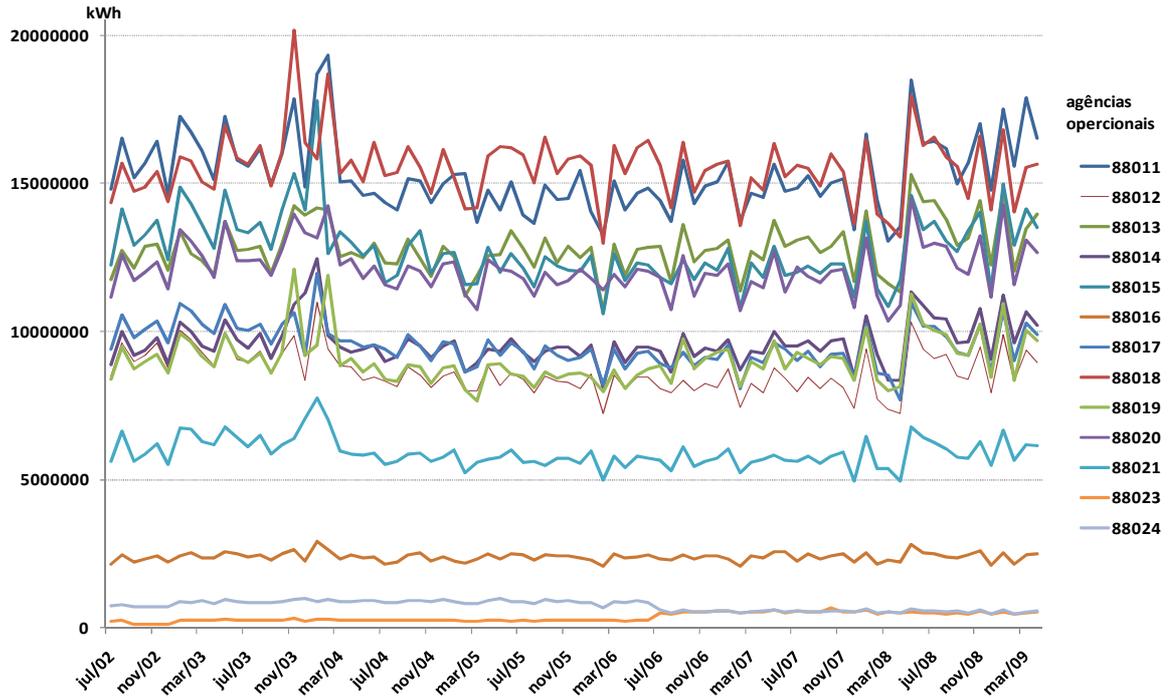


Figura 5.32 – Evolução histórica do consumo mensal residencial de energia elétrica, em kWh, segundo as agências operacionais da CEMIG

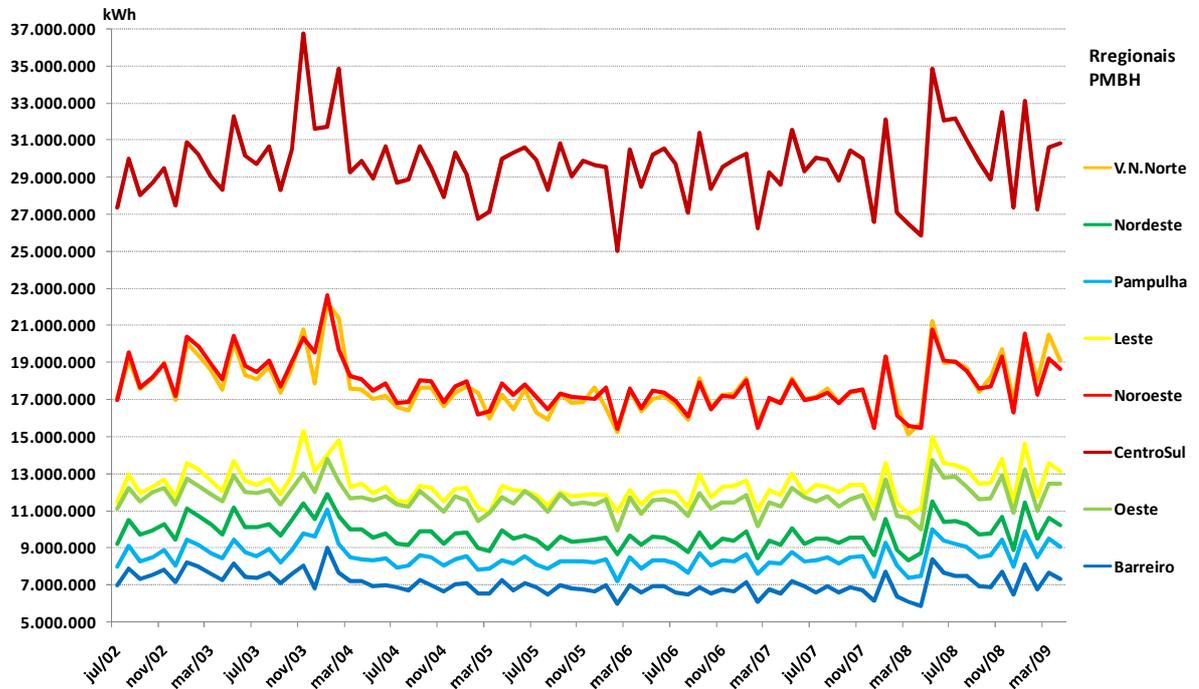


Figura 5.33 – Evolução histórica do consumo mensal residencial de energia elétrica, em kWh, segundo as regionais administrativas

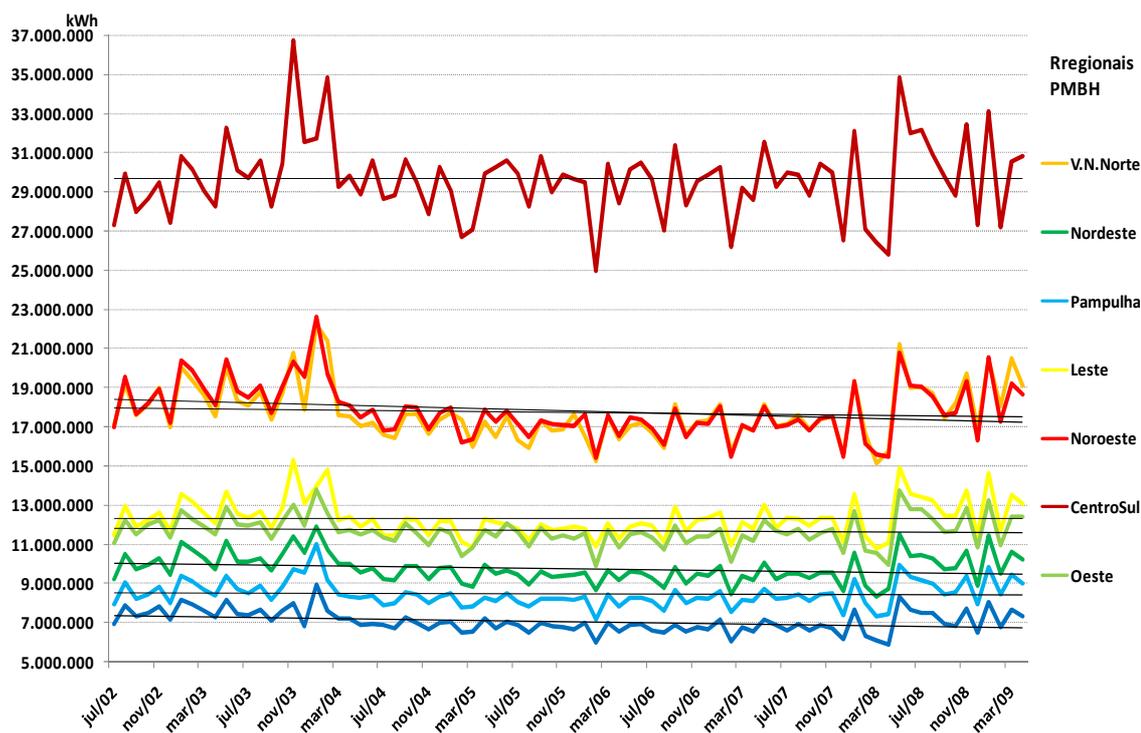


Figura 5.34 – Evolução histórica do consumo mensal residencial de energia elétrica, em kWh, e suas respectivas linhas de tendência, segundo as regionais administrativas da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte

A partir da evolução populacional, possibilitou-se proceder ao cálculo do consumo *per capita* medido, incluindo somente a categoria residencial, segundo cada agência operacional da CEMIG e seus bairros correspondentes. Quando a análise se volta ao histórico evolutivo de consumos segregados pelas agências operacionais de Belo Horizonte, percebe-se que as oscilações ocorrem de forma similar em todas as séries de dados, mesmo quando em base *per capita* (Figura 5.35).

Dando seqüência ao processo analítico do comportamento temporal das variáveis, passou-se a considerar o poder de compra de energia elétrica por parte da população. Desta feita, os rendimentos *per capita* foram recalculados para que refletissem seu real valor em relação ao custo da energia, ou seja, deflacionados de acordo com a inflação verificada nas tarifas de energia praticadas pela CEMIG. Índices médios de deflação a serem aplicados nos rendimentos *per capita* foram calculados a partir da ponderação entre as evoluções e participações relativas da tarifas sociais e tarifa comum na diversas micro-regiões analisadas.

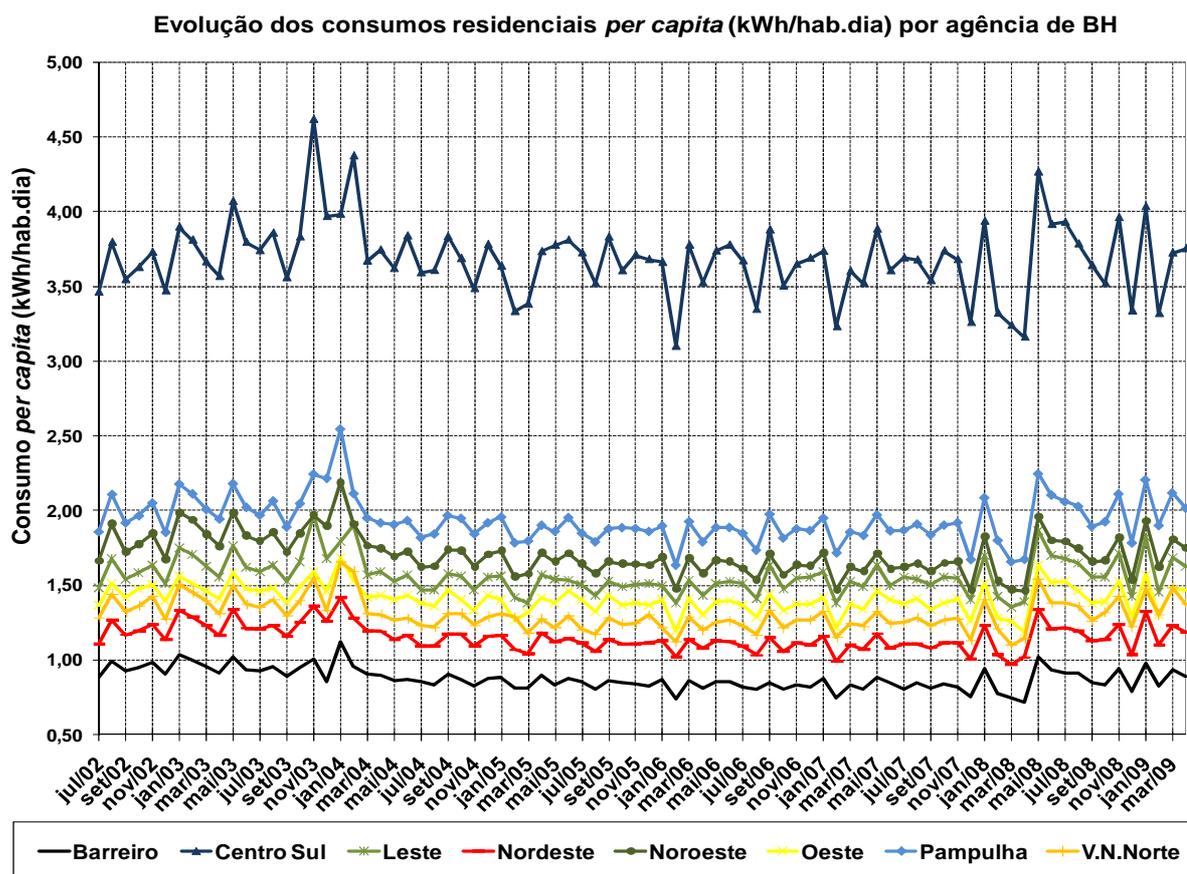


Figura 5.35 – Gráfico da evolução dos consumos residenciais *per capita* de energia elétrica, segundo regionais de Belo Horizonte

Durante o período analisado, nas camadas socioeconômicas inferiores, como os presentes nas agências Barreiro, Venda Nova/Norte e Noroeste, registraram-se ganhos relativos nos rendimentos girando aproximadamente em torno de 55% a 80%, isso, se considerado o reajuste tarifário da energia elétrica. Já nas agências mais favorecidas economicamente, os ganhos relativos de rendimento *per capita* se manifestaram somente depois de janeiro do ano de 2008, ficando em torno de aproximadamente 40%.

A evolução da renda *per capita* deflacionada ficou demonstrada, conforme gráfico da Figura 5.36. Ao aplicar-se os índices deflatores, percebeu-se que os rendimentos *per capita* relativos às agências operacionais obtiveram de fato um ganho bem mais modesto, se comparados à evolução nominal da renda durante o período estudado.

Os resultados acima permitem afirmar que, em se tratando do insumo energia elétrica, em Belo Horizonte, durante o período observado, as classes sociais mais elevadas tiveram seu poder de compra de energia aumentado em menor proporção que o aumento verificado nas classes sociais menos favorecidas. Em outras palavras, para a população mais rica, o custo com energia elétrica passou a ser relativamente maior, se comparado à população mais pobre, ou seja, caso se considerasse apenas a componente energia elétrica como item de consumo, a desigualdade do poder de compra da população teria diminuído em Belo Horizonte.

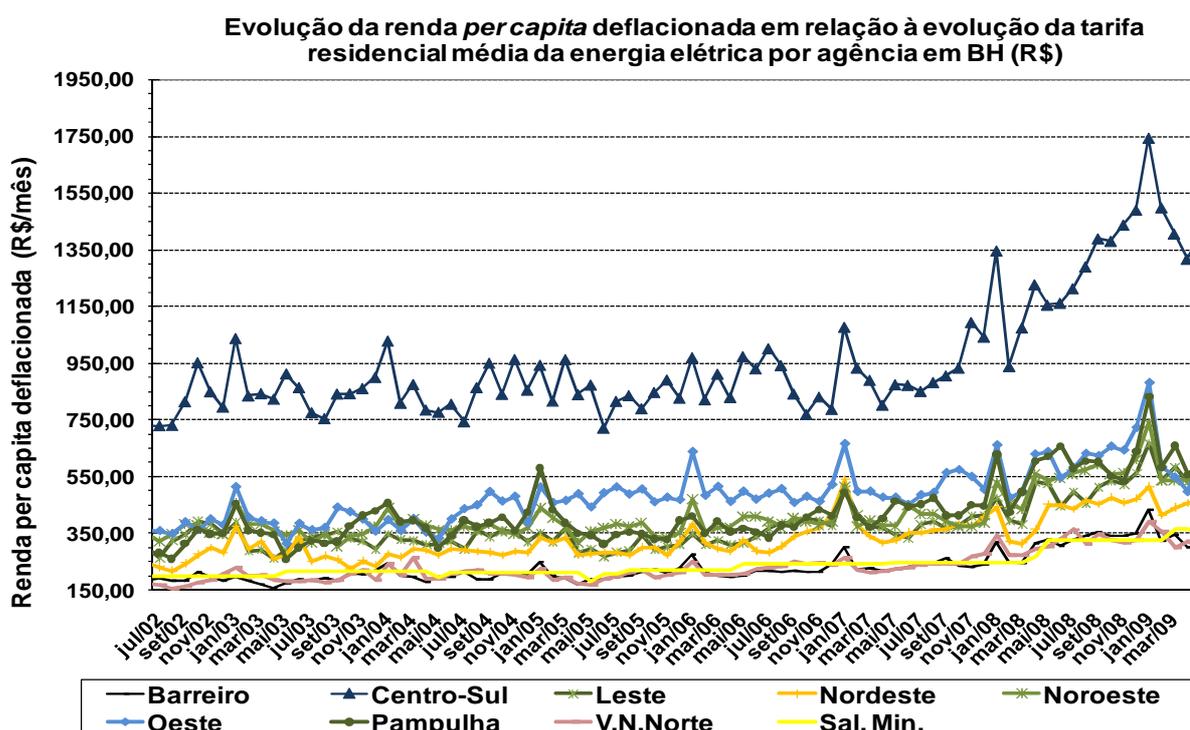


Figura 5.36 – Gráfico da evolução dos rendimentos *per capita* deflacionados, segundo regiões das agências operacionais da CEMIG

5.3.2 Proposição e validação do modelo

Durante o processo de análise, confrontações de dados e regressões foram realizadas incorrendo-se em diversos resultados intermediários. Porém, os mesmos, a medida em que encontram resultados melhores, eram descartados, até que o um ajuste ótimo fosse modelo alcançado. Assim, as figuras seguintes refletem diversas condições conforme especificado em cada uma delas. No cruzamento de variáveis, experimentou-se a correlação entre renda per

capita deflacionada e consumo domiciliar total de energia elétrica. A Figura 5.37 mostra a dispersão dos dados e o melhor ajuste obtido por meio de uma função polinomial.

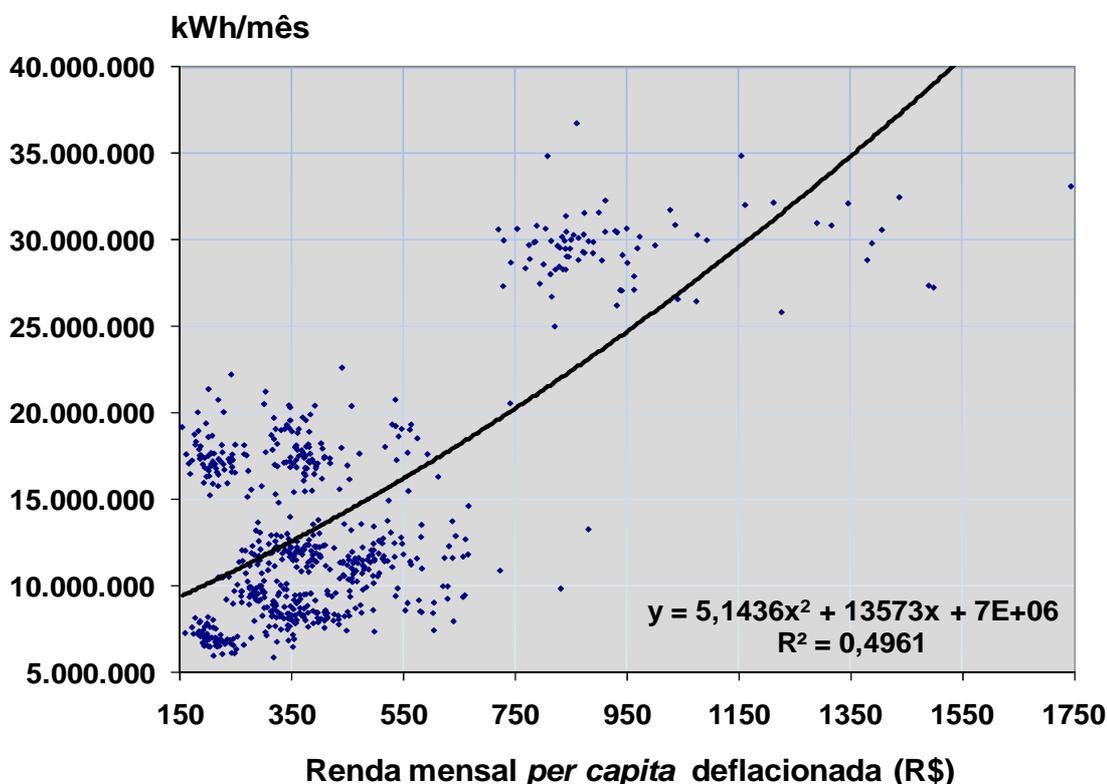


Figura 5.37 – Dispersão de pontos renda *per capita* deflacionada versus consumo domiciliar total de energia elétrica em Belo Horizonte

Por sua vez, a Figura 5.38 reflete os resultados quando se correlacionaram pontos de renda *per capita* absoluta com consumo domiciliar *per capita* de energia elétrica em Belo Horizonte.

Outra tentativa realizada referiu-se ao deslocamento temporal entre o mês de leitura do medidor de energia e o mês efetivo de quitação da conta de energia. Esse exercício objetivou avaliar se uma conta apresentada em determinado tempo poderia influenciar os consumos futuros do domicílio, ensejando um possível controle orçamentário por parte das famílias. Além destes deslocamentos ajustaram-se curvas logarítmicas, exponenciais e polinomiais. A Figura 5.39 mostra uma amostra do conjunto de tentativa feitas. No entanto, todas as tentativas apresentaram coeficiente de determinação R^2 insatisfatório, se comparados ao modelo escolhido.

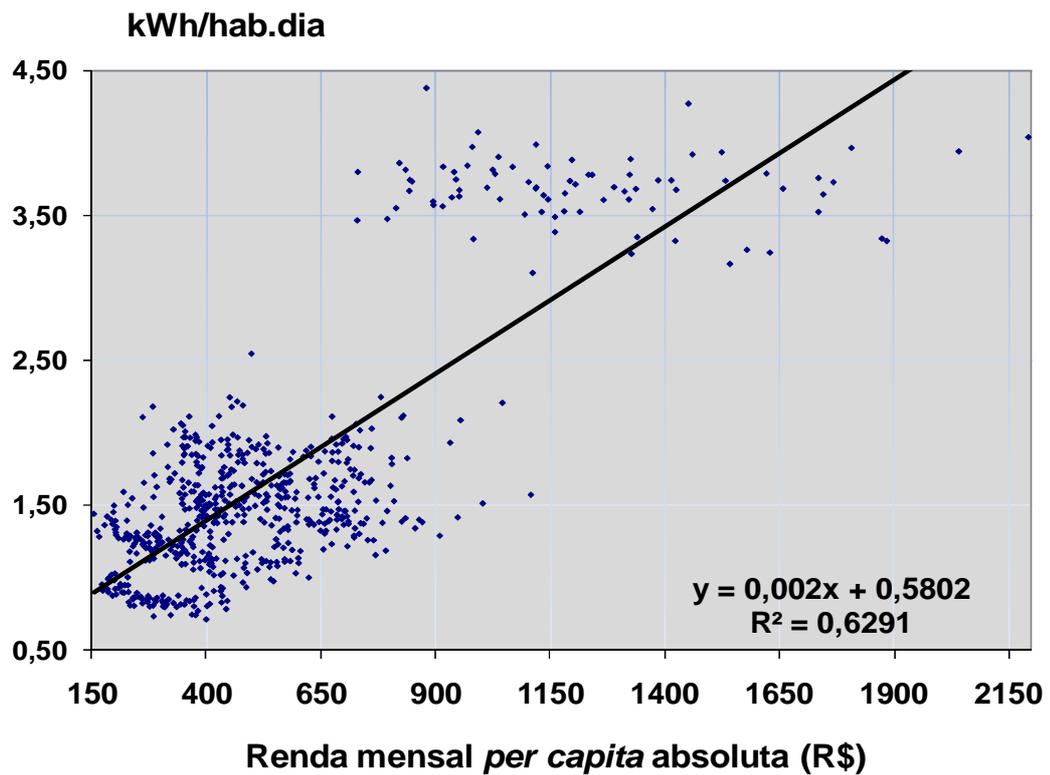


Figura 5.38 – Dispersão de pontos renda *per capita* deflacionada *versus* consumo domiciliar total de energia elétrica em Belo Horizonte

Finalmente, a partir do melhor R^2 escolheu-se o ajuste mostrado no gráfico da Figura 5.40, a partir do qual pode-se afirmar, em termos generalizados, que o consumo domiciliar de energia elétrica pode ser conseqüentemente representado pela seguinte Equação 5.3, aplicando-se a mesma em cada faixa socioeconômica estratificada de uma determinada população urbana.

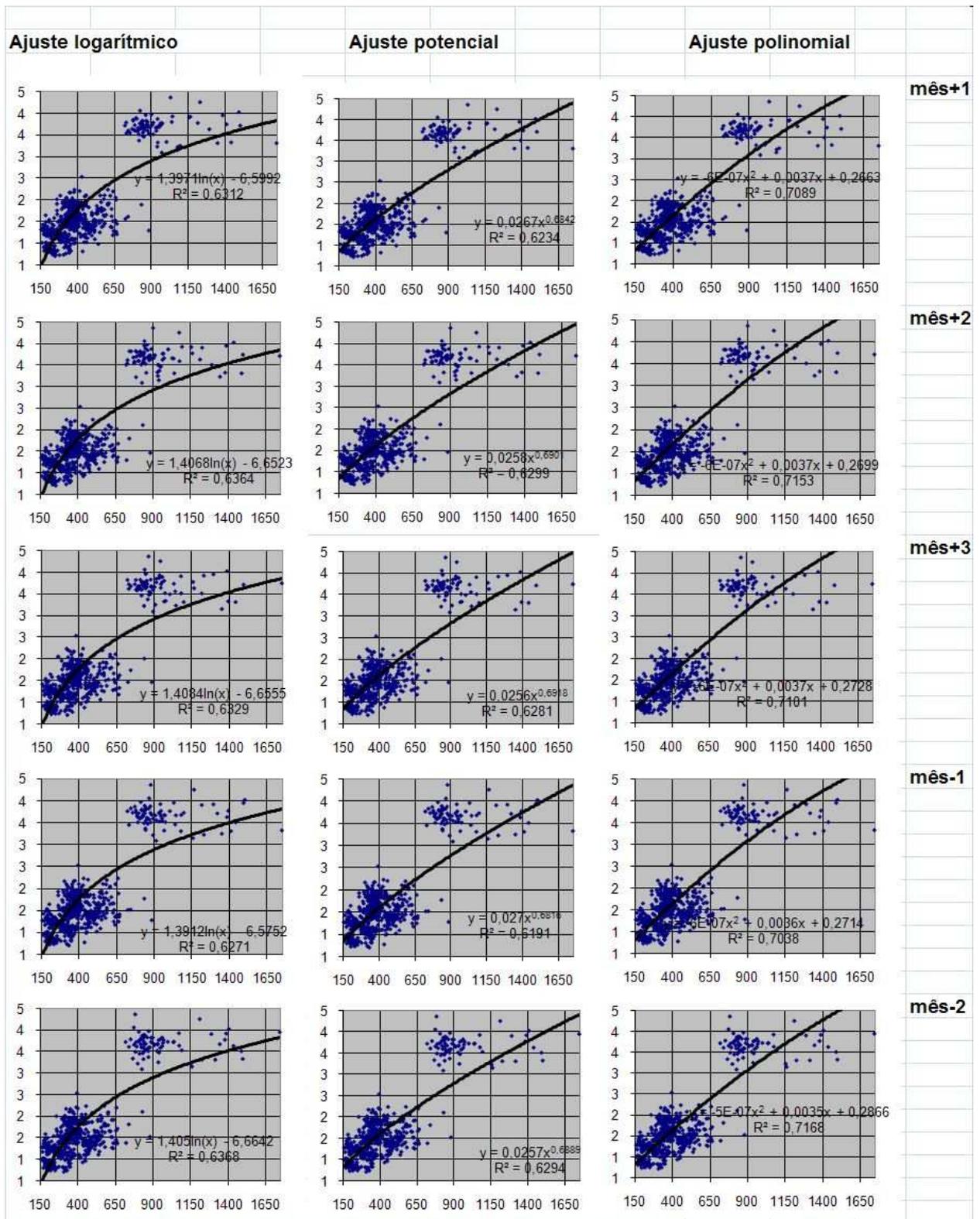


Figura 5.39 – Conjunto de regressões realizadas entre renda *per capita* deflacionada e consumo *per capita* de energia elétrica em situações de defasagens (mês + i) em Belo Horizonte

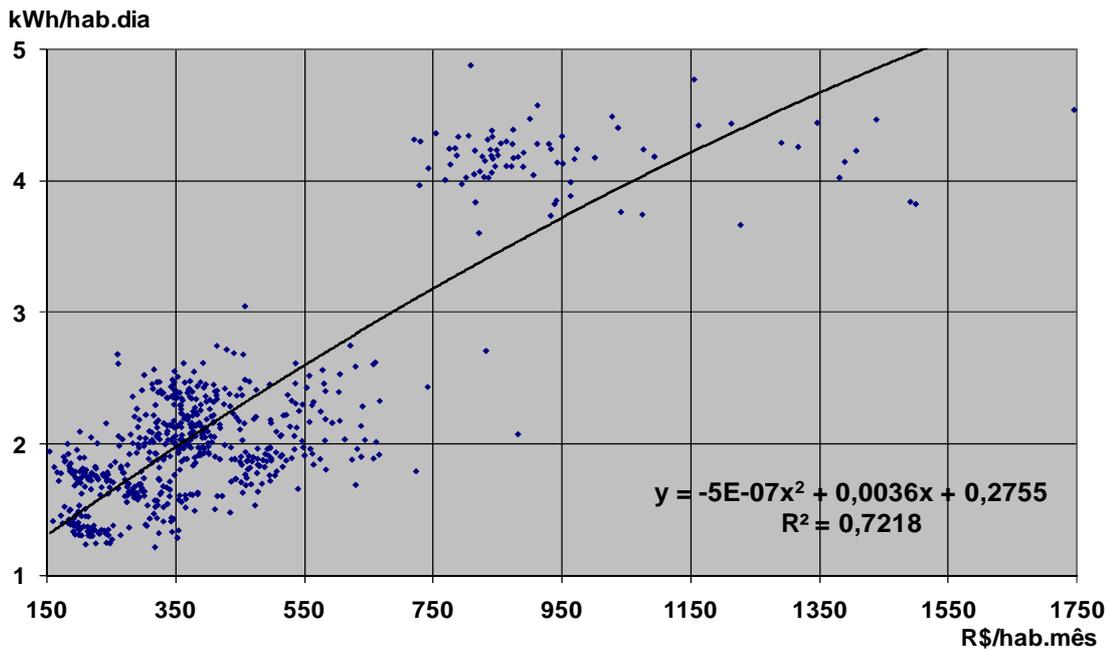


Figura 5.40 – Dispersão de pontos renda *per capita* versus consumo *per capita* de energia elétrica em Belo Horizonte

$$Y = -0,0000005 x^2 + 0,0036 x + 0,2755 \quad (5.3)$$

Na qual,

Y = Consumo diário de energia *per capita* (kWh/hab.dia).

x = Renda *per capita* mensal (R\$/mês).

Assim, espera-se calcular o consumo residencial total de energia elétrica de uma região urbana, a partir da seguinte Equação 5.4:

$$C = \sum_i^n P * (-0,0000005 x^2 + 0,0036 x + 0,2755) \quad (5.4)$$

Na qual,

C = Quantitativo consumido total de energia elétrica por dia (kWh/dia).

x = Renda *per capita* mensal média do extrato socioeconômico arbitrado (R\$/mês).

P = População existente para cada extrato socioeconômico arbitrado.

Sendo i = quantidade de faixas socioeconômicas arbitradas, variando de 1 a n .

Logo, pode-se calcular parcela do consumo referente a cada uma das classes socioeconômicas, atribuindo-se a cada delas o peso relativo decorrente do total de habitantes pertencentes a cada uma das referidas classes. Com objetivo de se avaliar a consistência do modelo desenvolvido nesta etapa, pretendeu-se comparar o consumo total medido pela CEMIG (Belo Horizonte) e pela C-EEE (Porto Alegre), incluindo todas as agências operacionais, com o consumo virtual calculado por meio da aplicação do modelo mostrado pela Equação 5.4. A validação do modelo foi testada portanto a partir da comparação entre o consumo total obtido matematicamente pelo modelo e o consumo físico total medido e informado pelas citadas concessionárias.

Desta forma, multiplicando-se os habitantes existentes em cada classe social pela renda média *per capita* obtida para as mesmas classes, afere-se a parcela de consumo referente a cada classe socioeconômica do município usado para validação do modelo. No que tange à distribuição atual das populações, segundo cada classe econômica, adotou-se a última tabela publicada pela ABEP (2010), a qual se encontra replicada pela Tabela 5.7. Na mesma publicação, encontram-se os valores das rendas relativas a cada segmento socioeconômico, conforme mostrado na Tabela 5.8. Ressalta-se que esses últimos indicadores foram divulgados em 2010, estando referenciados de forma compatível ao período comparativo dos demais dados.

Tabela 5.7 – Distribuição das populações, segundo classes socioeconômicas

Classe econômica	Distribuição da População (%)		
	BH	POA	Brasil
A1	0,6	0,2	0,6
A2	3,2	4,9	4,4
B1	7,7	11,3	9,1
B2	16,1	22,9	18,0
C1	24,2	27,0	24,5
C2	23,8	21,0	23,9
D	23,0	11,9	17,9
E	1,4	0,8	1,6

Fonte: ABEP, 2010

Em Belo Horizonte, a população recenseada durante o Censo demográfico de 2010 atingiu 2.375.151 habitantes, sendo que no tocante ao número médio de moradores por domicílio, obteve-se um valor médio de 3,1 , segundo o IBGE (2011). Para esse cenário, a Tabela 5.8 foi montada para mostrar os valores apurados relativos à população, sua distribuição socioeconômica e sua renda, em Belo Horizonte, para que fossem alimentados no modelo preditivo de consumo de energia elétrica.

Tabela 5.8 – Distribuição da população de Belo Horizonte entre classes socioeconômicas e suas respectivas rendas *per capita* em médias mensais

Classe econômica	Habitantes	Renda mensal média (R\$)	
		Familiar	<i>Per capita</i>
A1	14.251	14.366	4.634
A2	76.005	8.099	2.613
B1	182.887	4.558	1.470
B2	382.399	2.327	751
C1	574.787	1.391	449
C2	565.286	933	301
D	546.285	618	199
E	33.252	403	130

Fonte: IBGE, 2011, ABEP, 2010. Elaboração do autor

Analogamente, para a população de Porto Alegre recenseada em 2010 em 1.409.939 habitantes, montou-se a tabela 5.9, com os valores apurados relativos à população, sua distribuição socioeconômica e sua renda, para serem alimentados no mesmo modelo preditivo de consumo. No tocante ao número médio de moradores por domicílio, obteve-se um valor médio de 2,8, segundo o IBGE (2011).

Tabela 5.9 – Distribuição da população de Porto Alegre entre classes socioeconômicas e suas respectivas rendas *per capita* em médias mensais

Classe econômica	Habitantes	Renda mensal média (R\$)	
		Familiar	<i>Per capita</i>
A1	2.820	14.366	5.131
A2	69.087	8.099	2.893
B1	159.323	4.558	1.628
B2	322.876	2.327	831
C1	380.684	1.391	497
C2	296.087	933	333
D	167.783	618	221
E	11.280	403	144

Fonte: IBGE, 2011, ABEP, 2010. Elaboração do autor

Assim, pode-se calcular parcela do consumo referente à cada uma das classes socioeconômicas, atribuindo-se a cada uma o peso relativo decorrente do número de habitantes que existem em cada classe, como segue. Inicialmente procedeu-se aos cálculos relativos ao município de Belo Horizonte e imediatamente após, aqueles referentes à capital porto-alegrense.

Cálculo dos consumos por classes socioeconômicas em Belo Horizonte:

Classe A1 → $14.251 * [(-0,0000005 * (4.634)^2 + 0,0036 * (4.634) + 0,2755)] = 88.654,36$ kWh/dia

Classe A2 → $76.005 * [(-0,0000005 * (2.613)^2 + 0,0036 * (2.613) + 0,2755)] = 476.430,92$ kWh/dia

Classe B1 → $182.887 * [(-0,0000005 * (1.470)^2 + 0,0036 * (1.470) + 0,2755)] = 820.623,11$ kWh/dia

Classe B2 → $382.399 * [(-0,0000005 * (751)^2 + 0,0036 * (751) + 0,2755)] = 1.031.368,15$ kWh/dia

Classe C1 → $574.787 * [(-0,0000005 * (449)^2 + 0,0036 * (449) + 0,2755)] = 1.029.500,71$ kWh/dia

Classe C2 → $565.286 * [(-0,0000005 * (301)^2 + 0,0036 * (301) + 0,2755)] = 742.672,46$ kWh/dia

Classe D → $546.285 * [(-0,0000005 * (199)^2 + 0,0036 * (199) + 0,2755)] = 531.043,38$ kWh/dia

Classe E → $33.252 * [(-0,0000005 * (130)^2 + 0,0036 * (130) + 0,2755)] = 24.441,88$ kWh/dia

Logo, para se obter o consumo total projetado pelo modelo para a população de Belo Horizonte, vem:

$$C = 88.654,36 + 476.430,92 + 820.623,11 + 1.031.368,15 + 1.029.500,71 + 742.672,46 + 531.043,38 + 24.441,88$$

C = 4.744.734,97 kWh/dia, ou 142.342.049 kWh/mês. (Obs.: valor calculado pelo modelo)

A fim de avaliar o resultado do modelo, o qual representa o consumo obtido por meio do cálculo demonstrado acima, procedeu-se à comparação do mesmo com o histórico do consumo médio real total de Belo Horizonte. Conforme dados informados pela CEMIG, chega-se a um total de consumo médio residencial de energia elétrica na cidade de Belo Horizonte de 129.158.498 kWh/mês. Tendo em vista que não foram registradas tendências significativas de crescimento ou decréscimo dessa média de consumo durante o período observado, pode-se adotar a referida média com representativa para efeito comparativo.

Destarte, o volume apontado pelo modelo, após alimentação do mesmo com os dados de renda e população de Belo Horizonte, dista-se de 13.183.551 kWh a mais em relação à média efetivamente consumida mensalmente na cidade. Assim pode-se afirmar que o modelo apresentou resultado 10,2% maior que o valor real de consumo informado pela CEMIG. Apesar de levemente discrepante, o resultado pode ser considerado dentro dos limites operacionais esperados para a variação de consumo relacionado a valores estimados.

Cálculo dos consumos por classes socioeconômicas em Porto Alegre:

$$\text{Classe A1} \rightarrow 2.820 * [(-0,0000005 * (5.131)^2 + 0,0036 * (5.131) + 0,2755)] = 15.745,53 \text{ kWh/dia}$$

$$\text{Classe A2} \rightarrow 69.087 * [(-0,0000005 * (2.893)^2 + 0,0036 * (2.893) + 0,2755)] = 449.450,69 \text{ kWh/dia}$$

$$\text{Classe B1} \rightarrow 159.323 * [(-0,0000005 * (1.628)^2 + 0,0036 * (1.628) + 0,2755)] = 766.520,16 \text{ kWh/dia}$$

$$\text{Classe B2} \rightarrow 322.876 * [(-0,0000005 * (831)^2 + 0,0036 * (831) + 0,2755)] = 943.385,39 \text{ kWh/dia}$$

$$\text{Classe C1} \rightarrow 380.684 * [(-0,0000005 * (497)^2 + 0,0036 * (497) + 0,2755)] = 738.982,07 \text{ kWh/dia}$$

$$\text{Classe C2} \rightarrow 296.087 * [(-0,0000005 * (333)^2 + 0,0036 * (333) + 0,2755)] = 420.104,67 \text{ kWh/dia}$$

$$\text{Classe D} \rightarrow 167.783 * [(-0,0000005 * (221)^2 + 0,0036 * (221) + 0,2755)] = 175.615,03 \text{ kWh/dia}$$

$$\text{Classe E} \rightarrow 11.280 * [(-0,0000005 * (144)^2 + 0,0036 * (144) + 0,2755)] = 8.838,24 \text{ kWh/dia}$$

Logo, para se obter o consumo total projetado pelo modelo para a população de Porto Alegre, vem:

$$C = 15.745,53 + 449.450,69 + 766.520,16 + 943.385,39 + 738.982,07 + 420.104,67 + 175.615,03 + 8.838,24$$

C = 3.518.639,24 kWh/dia, ou 105.559.177 kWh/mês. (Obs.: valor calculado pelo modelo)

Analogamente, para nova validação do modelo, procedeu-se à comparação do resultado acima com o histórico do consumo médio real total de Porto Alegre, informado pela CEEE-D. A partir da análise dos dados informados pela CEEE-D, chega-se a uma média de consumo de energia elétrica na cidade de Porto Alegre de 97.537.049 kWh/mês. Tendo em vista que não foi registrada tendência de crescimento ou decréscimo significativo desta média durante o período observado, pode-se adotar a referida média com representativa para efeito comparativo.

Assim, o volume apontado pelo modelo, após alimentação do mesmo com os dados de renda e população de Porto Alegre, dista-se de 8.022.128 kWh a mais em relação a média efetivamente consumida mensalmente na cidade. Logo, pode-se afirmar que o modelo apresentou consumo projetado na ordem de 8,2% maior que o valor real informado pela CEEE-D. Apesar de levemente discrepante, o resultado pode ser considerado dentro dos limites operacionais esperados para a variação de consumo relacionado a valores estimados.

Considerando-se as estimativas obtidas para projeção de consumo de energia elétrica em Belo Horizonte e Porto Alegre, faz-se possível tecer algumas suposições. A primeira que emerge refere-se à ampla gama de equipamentos eletro-eletrônicos disponíveis no mercado com díspares eficiências energéticas, o que possivelmente pode levar a maiores ou menores consumos, conforme a tecnologia presente nos equipamentos adotados em cada família. Outra suposição é a de que equipamentos mais modernos, por apresentarem tecnologia de ponta, possuem maior eficiência energética, levando assim às famílias com maior poder aquisitivo a possibilidade de relativa redução em seus consumos domiciliares. Sob o ponto de vista de futuros cenários, nos quais supostas alterações na estrutura de distribuição socioeconômica das populações, assim como modificações no poder aquisitivo relativo dos consumidores ou até mesmo na estrutura tarifária, o modelo torna-se útil para subsidiar políticas ou orientar diretrizes voltadas ao planejamento energético em centros urbanos.

5.3.3 Comportamento em cenários projetados

Representando a realidade atual portoalegrense, a Figura 5.41 mostra a distribuição percentual da população entre as classes econômicas e a potência domiciliar total de energia elétrica consumida atualmente no município, que atinge 105.552.769 kWh/mês.

Um cenário normal de crescimento econômico desejável pode ser apreciado a partir de uma nova distribuição social, conforme demonstra a Figura 5.42. Nesse caso, as classes A2 e B1 com tamanhos relativos de 10% e 23% da população respectivamente, a classe C1 representando 24,4% e as classes C2 e D decrescendo para 7,8% e 3% respectivamente. Neste cenário, o consumo domiciliar total do município subiria para 142.314.235 kWh/mês, representando um impacto sobre a rede de distribuição de energia de 34,8% em relação ao consumo atual, caso essa nova redistribuição socioeconômica se efetivasse.

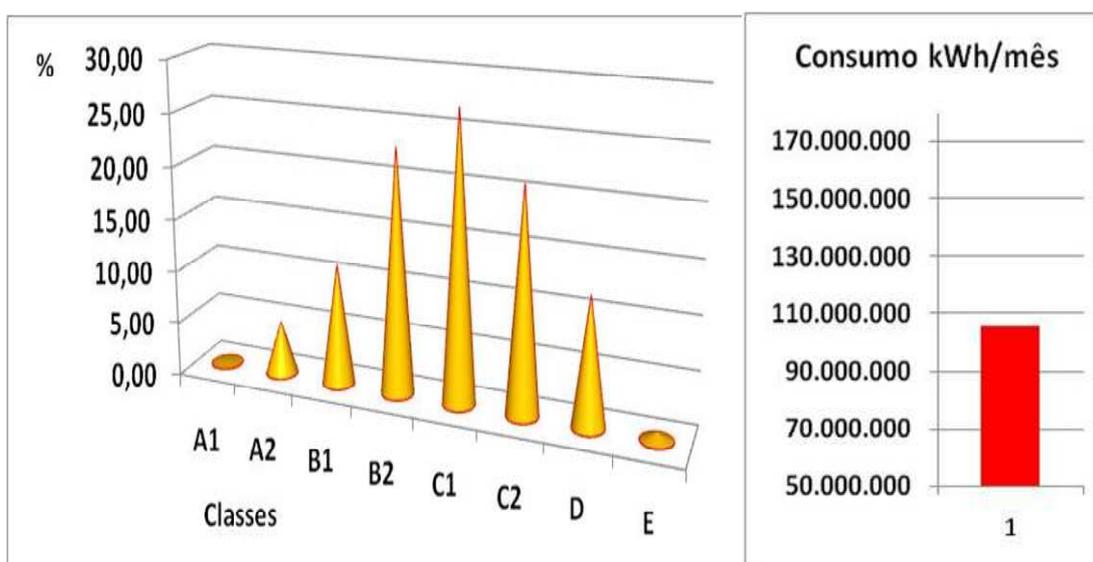


Figura 5.41 – Distribuição atual da população entre classes sociais e a respectiva potência total consumida de energia elétrica em domicílios de Porto Alegre (kWh/mês)

Já no cenário projetado de otimismo elevado, semelhante a países desenvolvidos, a distribuição social encontra-se representada pela Figura 5.43. Nesta nova realidade, o consumo médio domiciliar *per capita* de energia elétrica da capital gaúcha atingiria 4,1 kWh/hab.dia, semelhante a países como Estados Unidos, Canadá ou Suécia. Para este caso, a demanda de potência domiciliar total mensal chegaria a 173.517.940 kWh (Figura 5.40),

sendo que a rede de distribuição estaria sendo impactada em 64,4% de sua capacidade de atendimento, se comparado aos níveis atuais de consumo.

Em se tratando de um retrocesso econômico, no qual os rendimentos das populações decrescessem em relação ao poder de compra da água e outros bens, uma hipotética distribuição populacional entre as classes sociais poderia ser imaginada como mostra a Figura 5.44, onde uma indesejável classe pobre retomaria sua participação na população como um todo. Neste cenário pessimista, a demanda domiciliar total de energia elétrica em Porto Alegre ficaria em torno de 84.233.317 kWh/mês. Tal retração implicaria ociosidade de 20,2% da capacidade atual instalada.

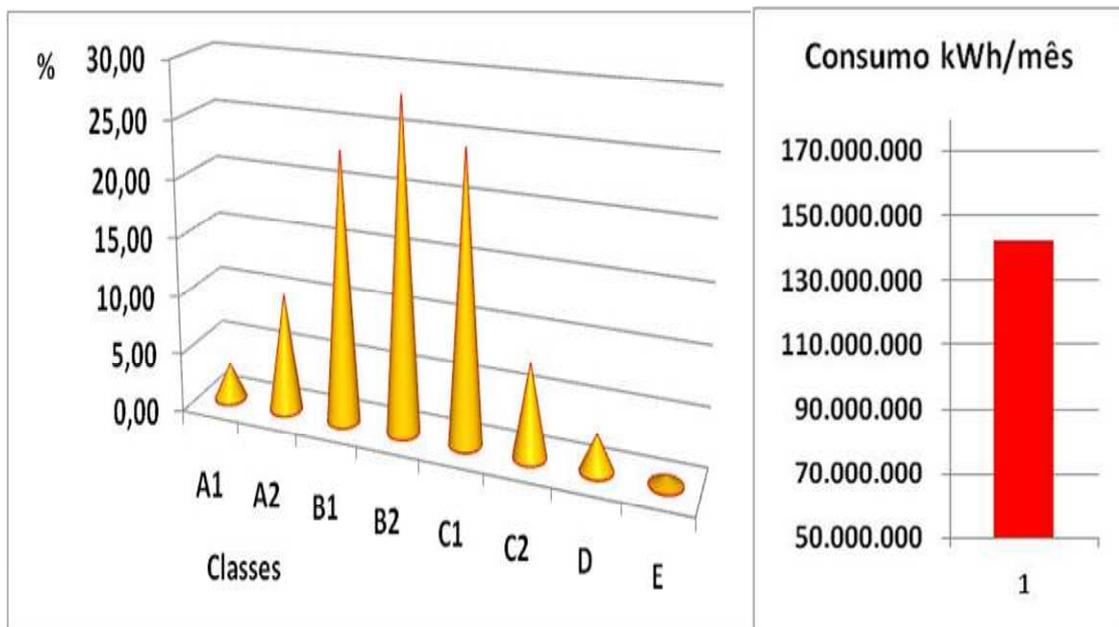


Figura 5.42 – Cenário de crescimento normal projetado para a distribuição da população entre classes sociais e a respectiva potência total a ser demandada de energia elétrica em domicílios de Porto Alegre (kWh/mês)

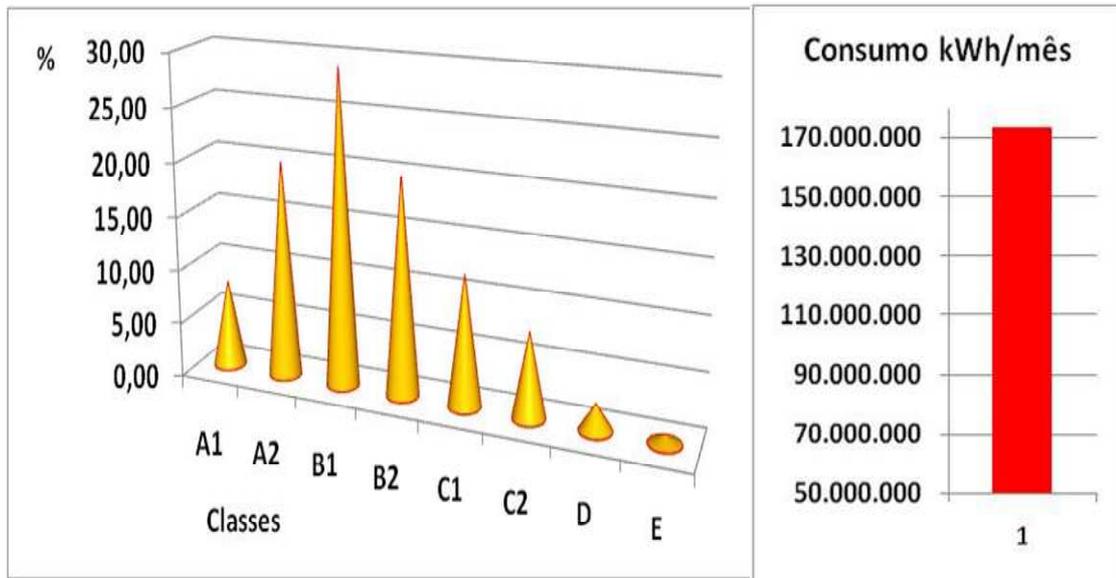


Figura 5.43 – Cenário de otimismo elevado projetado para a distribuição da população entre classes sociais e a respectiva potência total a ser demandada de energia elétrica em domicílios de Porto Alegre (kWh/mês)

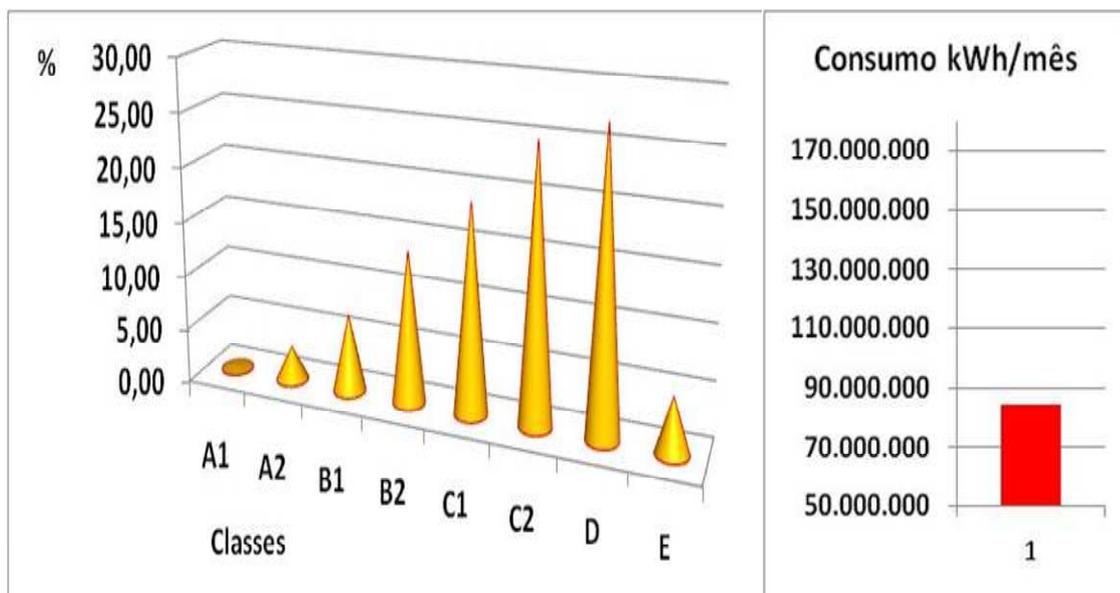


Figura 5.44 – Cenário pessimista de retração econômica projetado para a distribuição da população entre classes sociais e a respectiva potência total a ser demandada de energia elétrica em domicílios de Porto Alegre (kWh/mês)

5.4 Balanço avaliativo acerca da geração de resíduos sólidos

5.4.1 Análises em Belo Horizonte

A fim de se avaliar o comportamento histórico da geração domiciliar de resíduos sólidos, o gráfico da Figura 5.45 foi construído, utilizando-se dos dados obtidos de coleta de resíduos sólidos no municípios de Belo Horizonte, utilizando-se da fonte básica de dados informada pela SLU (2010). Em se tratando da evolução da produção de resíduos sólidos em Belo Horizonte, pode afirmar que a mesma apresenta tendência de crescimento, no que tange à massa total coletada. O acréscimo registrado no período analisado ficou em torno de significativos 23%, conforme mostrado na linha de tendência da Figura 5.45. A mesma figura evidencia, além do comportamento histórico dessa geração, que ao final do ano de 2010, a produção total alcançou pico de quase 55.000 toneladas de resíduos sólidos por mês.

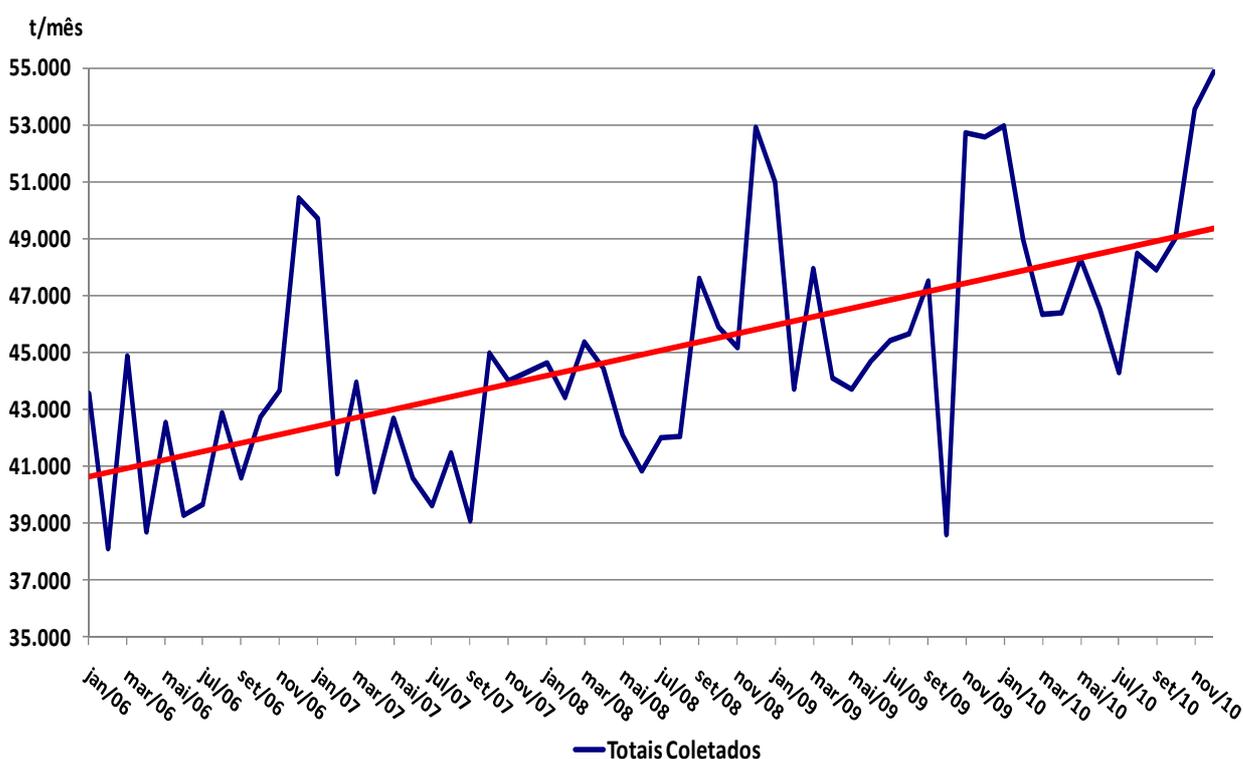


Figura 5.45 – Evolução histórica da coleta mensal total de resíduos sólidos domiciliares (t/mês) em Belo Horizonte

Quando se parte para uma análise adimensional, considera-se cada valor dividindo-se o consumo nominal pelo consumo médio observado. Assim, a amplitude dos picos de consumo, máximos e mínimos, também pode ser avaliada. O consumo médio passa a ser representado pelo valor adimensional 1 (hum) e os picos de máximos e mínimos mostram o percentual de variação em relação ao consumo médio. A observação da Figura 5.46 permite afirmar que os picos manifestam tendência de aumento de suas amplitudes, uma vez que os máximos são aproximadamente de 10 a 20% maiores em relação à média do período e os picos de mínimos encontram-se, aproximadamente, de 10 a 15% menores em relação ao valor médio do período.

Característica que também se torna evidente na Figura 5.46 é a influência sazonal na geração domiciliar de resíduos sólidos. Pode-se afirmar, portanto que, há influência aparente na oscilação da produção causada por questões meramente associadas aos meses do ano. Outros fatores, que não se encontram abordados nessa investigação, devem ser responsáveis pelos picos de máximo e mínimo. A partir da evolução populacional, possibilitou-se proceder ao cálculo da geração *per capita* domiciliar calculada, segundo cada regional administrativa de Prefeitura Municipal e seus bairros correspondentes.

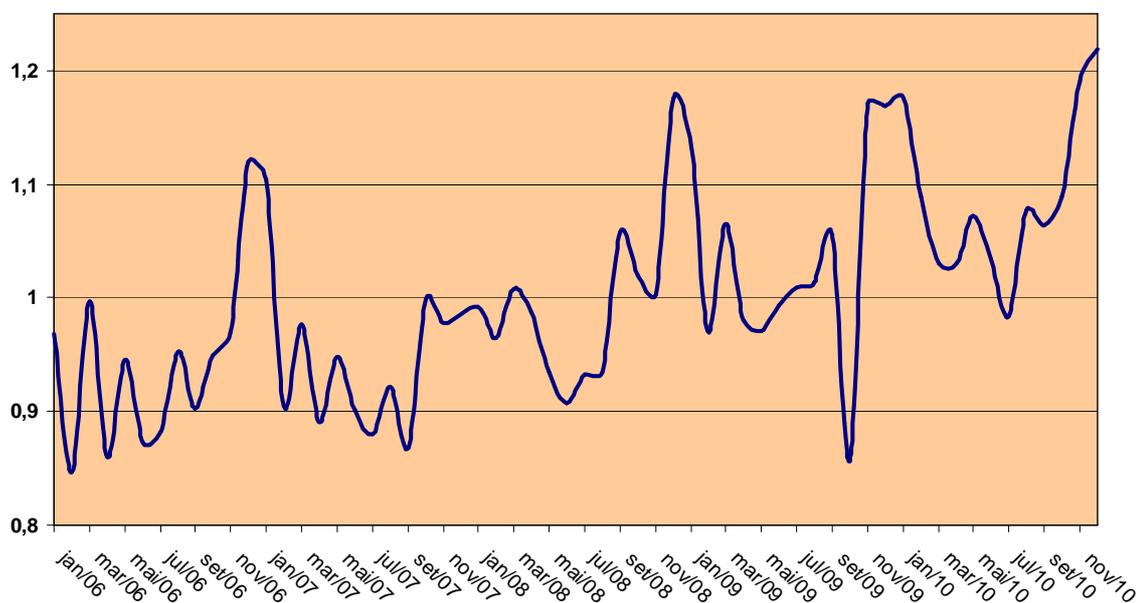


Figura 5.46 – Evolução histórica da geração domiciliar de resíduos sólidos em Belo Horizonte, em valores adimensionalizados

Quando a análise se volta ao histórico evolutivo de gerações de resíduos segregadas por cada regional administrativa de Belo Horizonte, percebe-se que as oscilações ocorrem de forma similar em todas as séries de dados. Esse comportamento sugere que os efeitos causadores das referidas oscilações são intervenientes, de mesma maneira, em todas as áreas de Belo Horizonte, não existindo portanto fatores sazonais com diferenciações entre as regiões da capital, como pode ser visto pela harmonização comportamental das curvas da Figura 5.47, também elaborada a partir de dados básicos da SLU.

Dando seqüência ao processo analítico do comportamento temporal das variáveis, passou-se a considerar o poder de compra por parte da população. Desta feita, os rendimentos *per capita* reais foram ajustados para que refletissem seu real valor em relação à evolução do índice oficial de inflação, ou seja, foram deflacionados de acordo com a inflação verificada no índice nacional de preços ao consumidor amplo (INPC-A) divulgado pelo IBGE (2011). A evolução da renda *per capita* deflacionada ficou demonstrada, conforme gráfico da Figura 5.48.

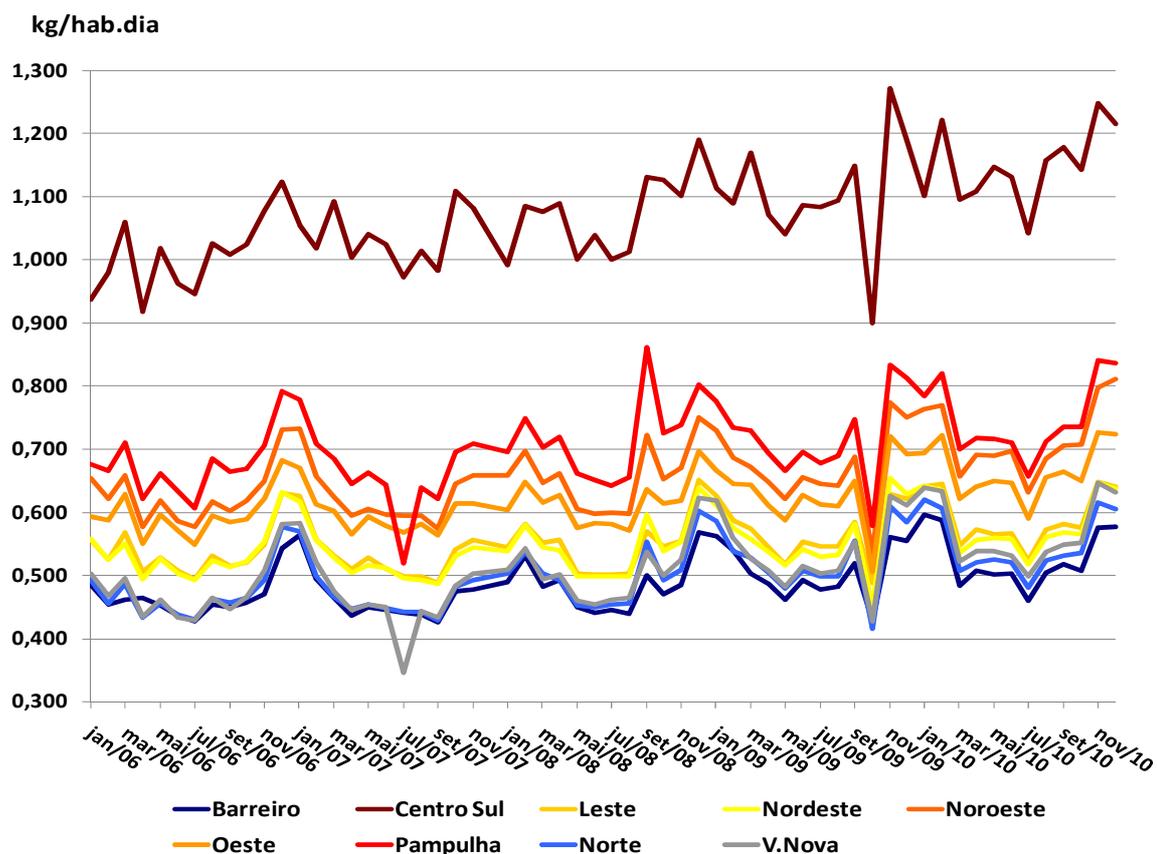


Figura 5.47 – Evolução da geração domiciliar *per capita* de resíduos sólidos, segundo cada regional administrativa de Belo Horizonte

Ao se aplicar os índices deflatores, percebeu-se que os rendimentos *per capita* relativos às regionais administrativas obtiveram de fato um ganho bem mais modesto, se comparados à evolução nominal da renda durante o período estudado. Nesse período analisado, nas camadas socioeconômicas inferiores, como as presentes nas regionais Barreiro, Venda Nova/Norte e Noroeste, registraram-se ganhos relativos nos rendimentos girando aproximadamente em torno de 30% a 40%, isso, se considerado-se a deflação aplicada. Na regional mais favorecida economicamente, os ganhos relativos de rendimento *per capita* se manifestaram somente depois do ano de 2008, ficando em torno de aproximadamente 33%. Já no caso de regionais intermediárias, como Leste e Nordeste os ganhos foram bem mais modestos, ou até mesmo inexpressivos, como no caso da regional Oeste (Figura 5.48). Outras conclusões poderiam ser obtidas caso se procedesse a uma análise demográfica combinada com indicadores socioeconômicos no decorrer do período. Porém tal propósito porém fugiria ao escopo do objetivo desta pesquisa.

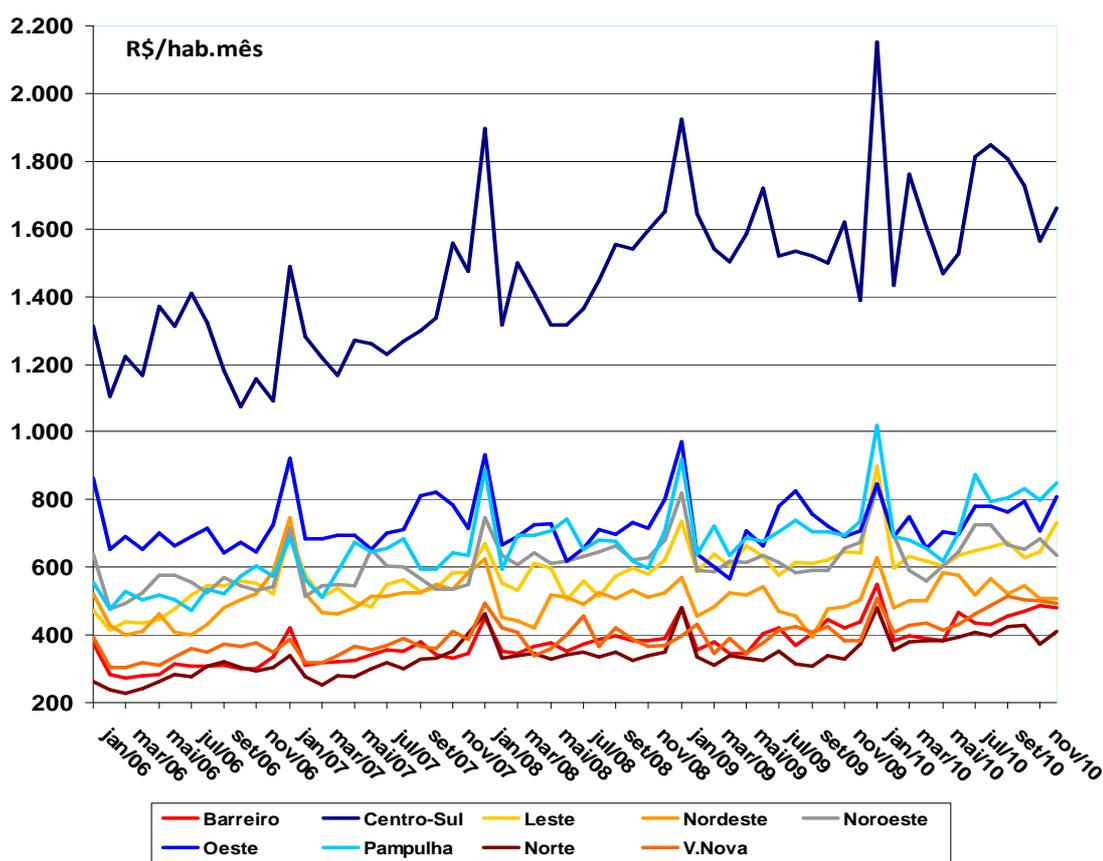


Figura 5.48 – Evolução dos rendimentos *per capita* deflacionados pela variação do IPCA, segundo cada regional administrativa de Belo Horizonte

5.4.2 Proposição e validação do modelo

Posteriormente às regressões realizadas, chegou-se à função que melhor aderência apresentou à dispersão dos dados resultantes, cujo coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,8525 (Figura 5.49). Depreende-se do gráfico mostrado na Figura 5.49 que em termos generalizados, a produção domiciliar de resíduos sólidos em regiões urbanas brasileiras pode ser melhor representada pela Equação 5.5.

Assim, quando se aplica a Equação 5.5 para cada estrato socioeconômico estipulado, espera-se calcular a geração total de resíduos sólidos em uma região urbana, a partir da seguinte Equação 5.6:

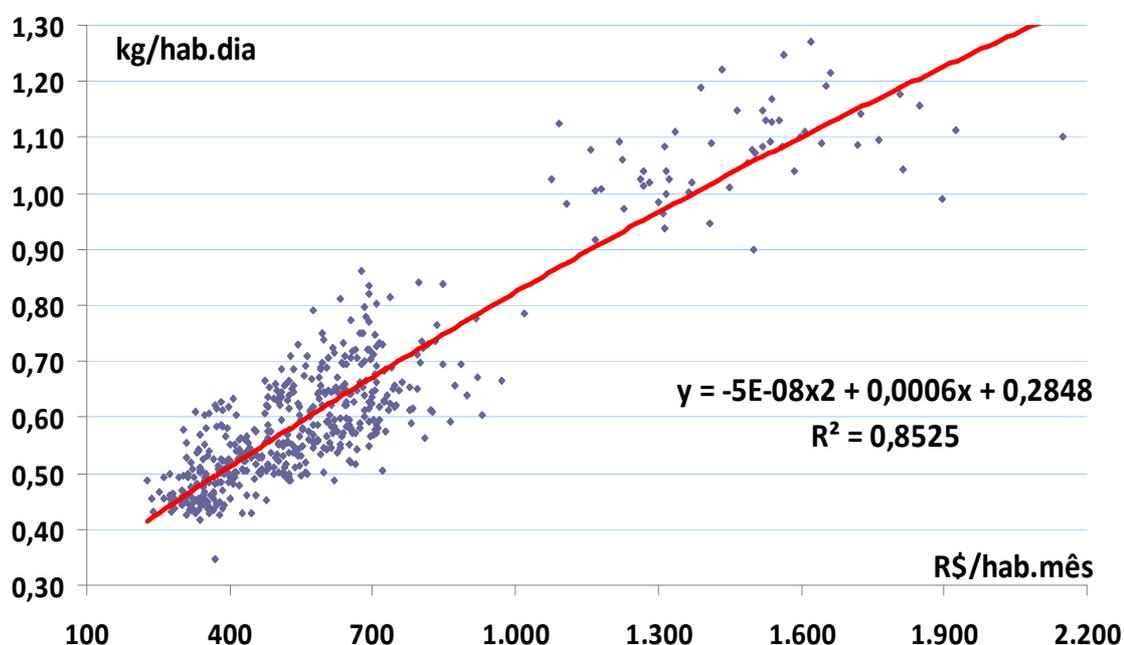


Figura 5.49 – Dispersão de pontos - renda *per capita* versus geração *per capita* de resíduos sólidos no município de Belo Horizonte

$$Y = -0,00000005 x^2 + 0,0006 x + 0,2848 \quad (5.5)$$

na qual,

Y = Produção diária de resíduo sólido *per capita* (kg/hab.dia).

x = Renda *per capita* mensal (R\$/mês).

$$C = \sum_i^n P * (- 0,00000005 x^2 + 0,0006 x + 0,2848) \quad (5.6)$$

na qual,

C = Quantitativo total produzido de resíduo sólido domiciliar por dia (kg/dia).

x = Renda *per capita* mensal média de cada extrato socioeconômico arbitrado (R\$/mês).

P = População existente em cada extrato socioeconômico arbitrado na região considerada.

Sendo i = quantidade de faixas socioeconômicas arbitradas, variando de 1 a n .

Portanto, pode-se calcular parcela do consumo referente a cada uma das classes socioeconômicas, atribuindo-se a cada delas o peso relativo decorrente do total de habitantes pertencentes a cada uma das referidas classes.

Com objetivo de se avaliar o modelo e a consistência da metodologia desenvolvida nesta pesquisa, procedeu-se a comparação entre os quantitativos de resíduos sólidos domiciliares informados SLU e pelo DMLU e os quantitativos calculados por meio do modelo mostrado pela Equação 5.6. A validação do modelo foi testada portanto a partir da comparação entre o consumo total obtido matematicamente pelo modelo e a massa física total de resíduos efetivamente coletada e informada pelas prestadoras do serviço.

Desta forma, multiplicando-se os habitantes existentes em cada classe social pela renda média *per capita* obtida para as mesmas classes, afere-se a parcela de produção de resíduos referente a cada classe socioeconômica do município usado para validação do modelo. No que tange à distribuição atual das populações, segundo cada classe econômica, adotou-se a última tabela publicada pela ABEP (2010).

Portanto, de forma análoga às validações realizadas para os modelo de consumo de água e consumo de energia elétrica, a exemplo dos procedimentos descritos no item 5.3.2, utilizaram-se dos resultados apresentados pelas Tabelas 5.6, 5.7 e 5.8, as quais mostram os valores referente à distribuição das populações entra as classes socioeconômicas e suas rendas mensais *per capita*, tanto para Belo Horizonte quanto para Porto Alegre. Assim, pôde-se calcular parcela da geração de resíduos sólidos referente à cada classe socioeconômica, atribuindo-se a cada uma o peso relativo decorrente do números de habitantes existentes na

mesma, como segue, obtendo-se a geração total de resíduos, projetada pelo modelo, segundo as características da população de Belo Horizonte.

Cálculo dos consumos por classes socioeconômicas em Belo Horizonte:

$$\text{Classe A1} \rightarrow 14.251 * [(-0,00000005 *(4.634)^2 + 0,0006 *(4.634) + 0,2848] = 28.380,90 \text{ kg/dia}$$

$$\text{Classe A2} \rightarrow 76.005 * [(-0,00000005 *(2.613)^2 + 0,0006 *(2.613) + 0,2848] = 114.859,63 \text{ kg/dia}$$

$$\text{Classe B1} \rightarrow 182.887 * [(-0,00000005 *(1.470)^2 + 0,0006 *(1.470) + 0,2848] = 193.632,53 \text{ kg/dia}$$

$$\text{Classe B2} \rightarrow 382.399 * [(-0,00000005 *(751)^2 + 0,0006 *(751) + 0,2848] = 270.432,55 \text{ kg/dia}$$

$$\text{Classe C1} \rightarrow 574.787 * [(-0,00000005 *(449)^2 + 0,0006 *(449) + 0,2848] = 312.778,85 \text{ kg/dia}$$

$$\text{Classe C2} \rightarrow 565.286 * [(-0,00000005 *(301)^2 + 0,0006 *(301) + 0,2848] = 260.523,33 \text{ kg/dia}$$

$$\text{Classe D} \rightarrow 546.285 * [(-0,00000005 *(199)^2 + 0,0006 *(199) + 0,2848] = 219.726,73 \text{ kg/dia}$$

$$\text{Classe E} \rightarrow 33.252 * [(-0,00000005 *(130)^2 + 0,0006 *(130) + 0,2848] = 12.035,73 \text{ kg/dia}$$

$$C = 28.380,90 + 114.859,63 + 193.632,53 + 270.432,55 + 312.778,85 + 260.523,33 + 219.726,73 + 12.035,73 = \mathbf{1.412.370,25 \text{ kg/dia, ou } 42.371,11 \text{ toneladas/mês.}} \text{ (Obs.: valor calculado pelo modelo)}$$

A fim de avaliar o resultado do modelo, o qual representa o consumo obtido por meio do cálculo demonstrado acima, procedeu-se à comparação do mesmo com o histórico de geração de resíduos coletados na cidade de Belo Horizonte. Conforme dados informados pela SLU, em Belo Horizonte atingiu-se, no período estudado, um total coletado de resíduos sólidos domiciliares médio na ordem de 44.705,26 toneladas mensais. Assim, o quantitativo apontado pelo modelo, após alimentação do mesmo com os dados de renda e população de Belo Horizonte, dista-se de 2.334,15 toneladas a menos em relação à média efetivamente produzida na cidade. Desta forma, pode-se afirmar que o modelo apresentou resultado **5,2% menor** que o valor real de geração de resíduos sólidos domiciliares informado pela SLU.

Analogamente, para a população de Porto Alegre recenseada em 2010 em 1.409.939 habitantes, apuraram-se valores relativos à população, sua distribuição socioeconômica e sua renda, para serem alimentados no mesmo modelo preditivo de produção de lixo. No tocante ao número médio de moradores por domicílio em Porto Alegre, obteve-se um valor médio de 2,8, segundo o IBGE (2011). Na seqüência, procederam-se aos cálculos relativos ao

município de Porto Alegre, obtendo-se a projeção da geração de resíduos, segundo parâmetros da população daquela capital.

Cálculo dos consumos por classes socioeconômicas em Porto Alegre:

$$\text{Classe A1} \rightarrow 2.820 * [(-0,00000005 * (5.131)^2 + 0,0006 * (5.131) + 0,2848)] = 5.772,66 \text{ kg/dia}$$

$$\text{Classe A2} \rightarrow 69.087 * [(-0,00000005 * (2.893)^2 + 0,0006 * (2.893) + 0,2848)] = 139.597,19 \text{ kg/dia}$$

$$\text{Classe B1} \rightarrow 159.323 * [(-0,00000005 * (1.628)^2 + 0,0006 * (1.628) + 0,2848)] = 179.888,54 \text{ kg/dia}$$

$$\text{Classe B2} \rightarrow 322.876 * [(-0,00000005 * (831)^2 + 0,0006 * (831) + 0,2848)] = 241.792,78 \text{ kg/dia}$$

$$\text{Classe C1} \rightarrow 380.684 * [(-0,00000005 * (497)^2 + 0,0006 * (497) + 0,2848)] = 217.237,15 \text{ kg/dia}$$

$$\text{Classe C2} \rightarrow 296.087 * [(-0,00000005 * (333)^2 + 0,0006 * (333) + 0,2848)] = 141.842,12 \text{ kg/dia}$$

$$\text{Classe D} \rightarrow 167.783 * [(-0,00000005 * (221)^2 + 0,0006 * (221) + 0,2848)] = 69.622,89 \text{ kg/dia}$$

$$\text{Classe E} \rightarrow 11.280 * [(-0,00000005 * (144)^2 + 0,0006 * (144) + 0,2848)] = 4.175,44 \text{ kg/dia}$$

$$C = 5.772,66 + 139.597,19 + 179.888,54 + 241.792,78 + 217.237,15 + 141.842,12 + 69.622,89 + 4.175,44 = \mathbf{999.928,77 \text{ kg/dia, ou } 29.129,38 \text{ toneladas/mês.}} \text{ (Obs.: valor calculado pelo modelo)}$$

Da mesma forma, para nova validação do modelo, procedeu-se à comparação do resultado acima com o histórico da geração domiciliar de resíduos em Porto Alegre, informado pelo DMLU. A partir da análise dos dados informados pelo DMLU, chega-se a uma média de coleta na cidade de Porto Alegre da ordem de 29.001,68 toneladas mensais. Mais uma vez, tomou-se o ano de 2010 como base de dados para efeito comparativo. Assim, o quantitativo apontado pelo modelo, após alimentação do mesmo com os dados de renda e população de Porto Alegre, dista-se de 127,70 toneladas a mais, em relação a média efetivamente consumida mensalmente na cidade. Logo, pode-se afirmar que o modelo apresentou geração projetada de **0,4% maior** que o valor real informado pelo DMLU.

Considerando-se as estimativas obtidas para projeção da produção de resíduos sólidos em Belo Horizonte e Porto Alegre, faz-se possível tecer algumas suposições. A primeira que emerge refere-se ao poder de compra dispare observado nas duas capitais estudadas, o que possivelmente pode levar a maiores ou menores produções de resíduos produzidos em cada família, conforme verificado em Belo Horizonte, onde a geração domiciliar média *per capita* é de 0,627 kg/hab.dia, e em Porto Alegre, onde a geração domiciliar média *per capita* é de

0,689, ou seja 9,9% maior, se comparado a Belo Horizonte. Essa consideração fundamenta a diferença de produção domiciliar de resíduos sólidos *per capita* encontrada nas duas cidades.

Outra suposição é a de que tecnologias mais modernas, por apresentarem alternativas de reaproveitamento de resíduos, podem levar as famílias a uma relativa redução em suas produções de lixo domiciliar. Portanto, sob o ponto de vista de futuros cenários, nos quais supostas alterações na estrutura de distribuição socioeconômica das populações, assim como modificações no poder aquisitivo relativo dos consumidores ou até mesmo na estrutura tarifária, o modelo torna-se útil para subsidiar políticas ou orientar diretrizes voltadas ao planejamento de serviços de coleta e tratamento de resíduos sólidos em áreas de concentração urbana.

5.4.3 Comportamento em cenários projetados

Considerando-se a realidade atual portoalegrense, a Figura 5.50 demonstra a distribuição percentual da população entre as classes econômicas e o quantitativo total de resíduos sólidos domiciliares coletados atualmente no município, que atinge 29.129,38 toneladas mensais.

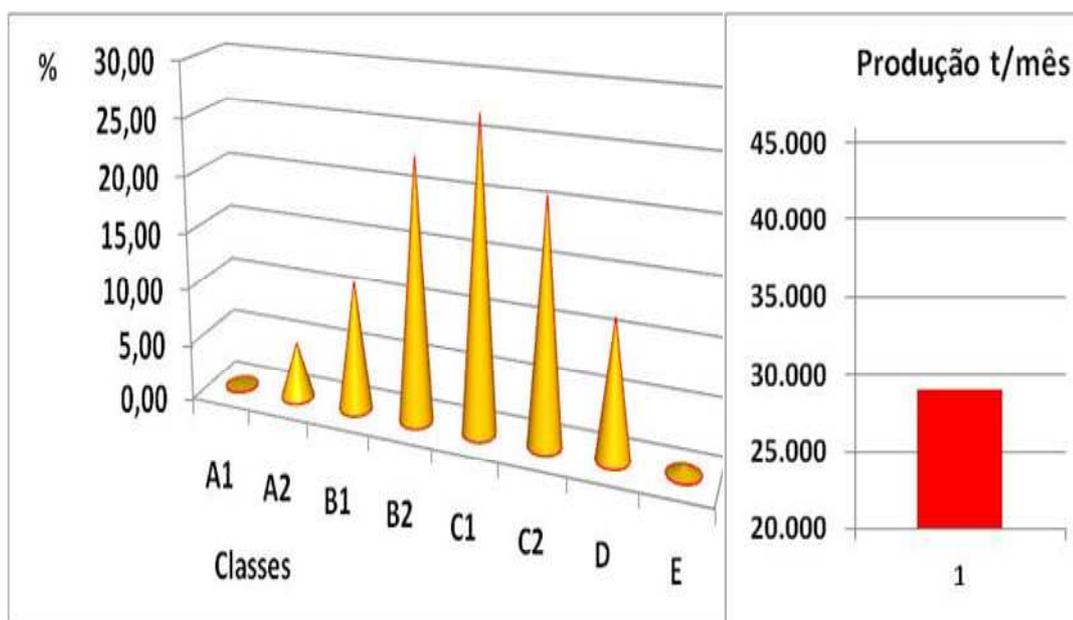


Figura 5.50 – Distribuição atual da população entre classes sociais e o respectivo quantitativo total de resíduos sólidos domiciliares produzidos em Porto Alegre (t/mês)

Diante de um cenário normal de crescimento econômico desejado, a Figura 5.51 mostra uma nova distribuição social, na qual as classes A1 e A2 perfazem 13% da população total. As classes B1 e B2 apresentam tamanhos relativos de 23% e 28% respectivamente. Já a classe C1 possuiria tamanho de 24,4% e as classes C2 e D decresceriam para 7,8% e 3% respectivamente. Neste cenário a produção domiciliar de resíduos sólidos subiria para 37.348 t/mês, representando um impacto sobre a infraestrutura de coleta e manejo de 28,2%, caso essa nova redistribuição socioeconômica se efetivasse.

Já em um cenário de otimismo, semelhante a países desenvolvidos, a distribuição social encontra-se representada pela Figura 5.52. Nessa situação, as classes C2, D e E reuniriam 11% da população, que também passaria a possuir 69% dos habitantes classificados no estrato representado pelas classes A2, B1 e B2. Nesta nova realidade, a produção média *per capita* de resíduos sólidos domiciliares na capita gaúcha atingiria 0,689 kg/hab.dia, sendo que a coleta total mensal deveria atender o quantitativo de 45.687 t (Figura 5.52). Para este caso, a infraestrutura de coleta estaria sendo impactada em 56,8% de sua capacidade de atendimento, se comparado aos níveis atuais de geração de resíduos.

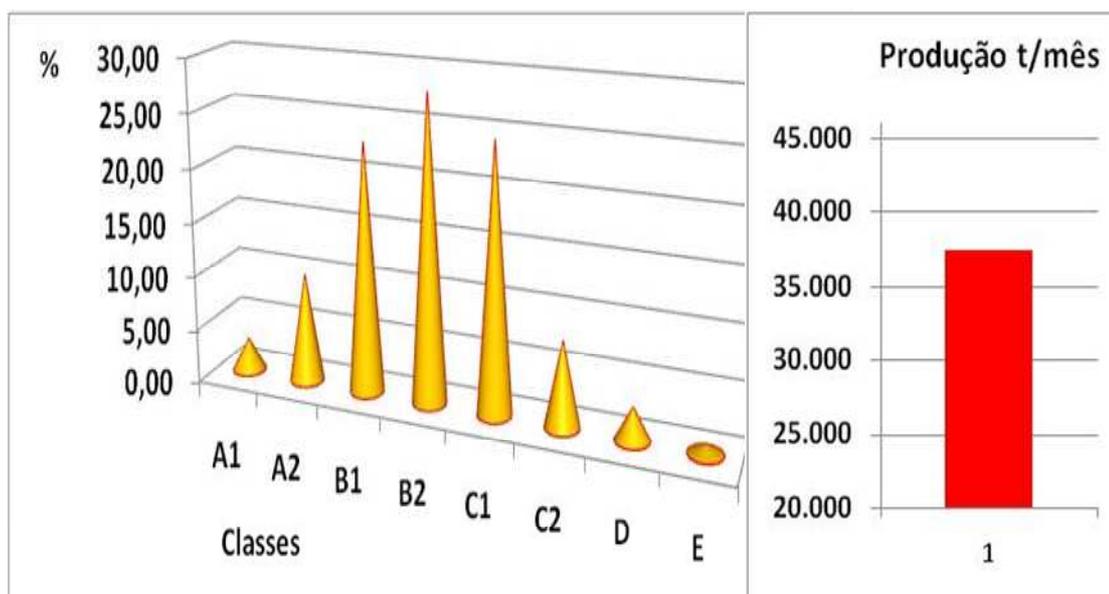


Figura 5.51 – Cenário de crescimento normal projetado para a distribuição da população entre classes sociais e o respectivo quantitativo total de resíduos sólidos domiciliares a ser produzido em Porto Alegre (t/mês)

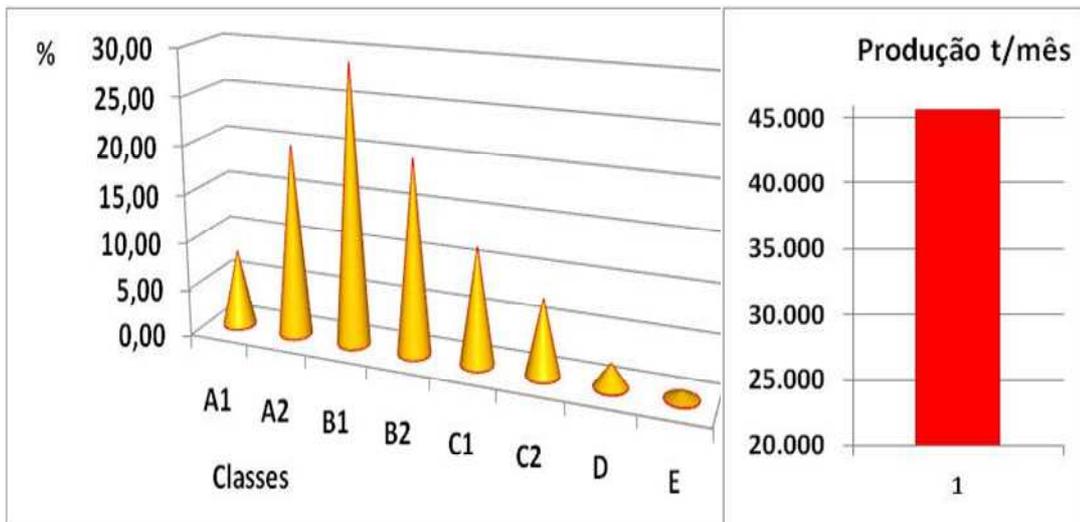


Figura 5.52 – Cenário de otimismo elevado projetado para a distribuição da população entre classes sociais e o respectivo quantitativo total de resíduos sólidos domiciliares a ser produzido em Porto Alegre (t/mês)

Em se tratando de um retrocesso econômico, no qual os rendimentos das populações decrescessem em relação ao seu poder de compra, uma hipotética distribuição populacional entre as classes sociais poderia ser imaginada como mostra a Figura 5.53, onde uma indesejável classe pobre retomaria sua participação na população como um todo.

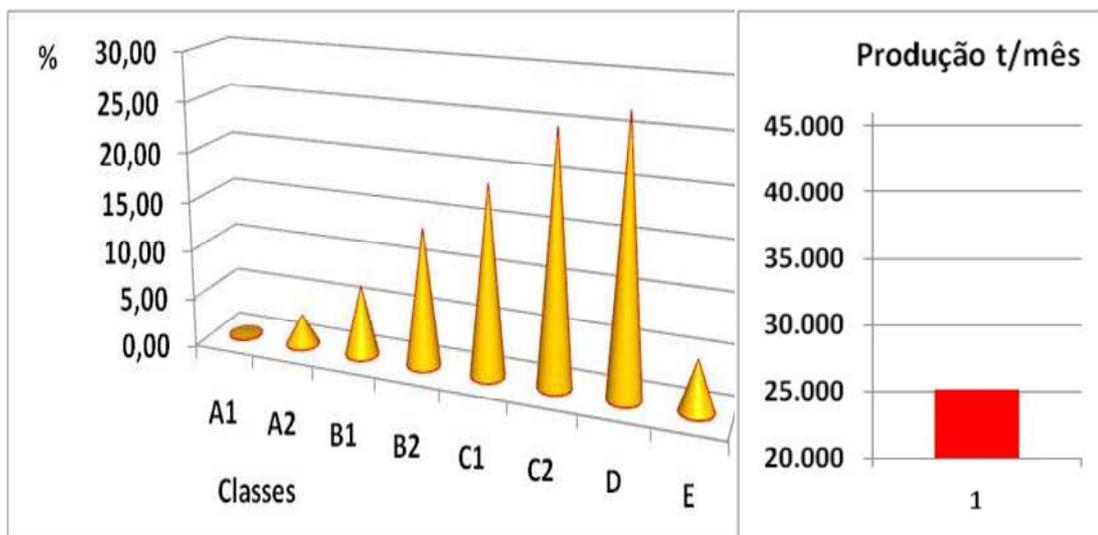


Figura 5.53 – Cenário pessimista de retração econômica projetado para a distribuição da população entre classes sociais e o respectivo quantitativo total de resíduos sólidos domiciliares a ser produzido em Porto Alegre (t/mês)

Diante desta perspectiva pessimista, a geração domiciliar de resíduos sólidos em Porto Alegre seria de 25.093 toneladas mensais, quantitativo 13,9% menor que o atualmente verificado naquela capital.

5.5 Síntese das validações e simulações realizadas

Tendo em vista a amplitude dos resultados obtidos e vasta disposição no decorrer do presente texto, torna-se conveniente consolidar os resultados de forma resumida e sintética. Esta seção apresenta de forma tabulada os erros relativos calculados em cada processo de validação dos modelos experimentados, assim como os impactos encontrados por meio das simulações realizadas. Impactos esses que se abateriam sobre as redes e infra-estruturas de abastecimento, distribuição e coleta, caso os cenários projetados se concretizassem.

Inicialmente, a Tabela 5.10 resume os resultados obtidos pelas etapas de validação desenvolvidas.

Tabela 5.10 – Comparativos entre consumos reais e os obtidos pelos modelos

Consumos	Água (m ³ /mês)		Energia elétrica (kWh/mês)		Coleta de resíduos (t/mês)	
	BH	POA	BH	POA	BH	POA
Real informado pela concessionária	9.951.055	6.498.370	129.158.498	97.537.049	44.705	29.002
Calculado pelo modelo proposto	9.686.136	6.471.818	142.342.049	105.559.177	42.371	29.129
Erro relativo (%)	- 2,6	- 0,4	+ 10,2	+ 8,2	- 5,2	+ 0,4

Em representação relativa, foram considerados cenários de projeção segundo Tabela 5.11.

Tabela 5.11– Distribuição populacional, segundo classes e cenários

Classes sociais	Cenários projetados de distribuição populacional (%)			
	Atual	Crescimento normal	Otimismo elevado	Retração econômica
A1	0,2	3,0	8,0	0,2
A2	4,9	10,0	20,0	3,0
B1	11,3	23,0	29,0	7,0
B2	22,9	28,0	20,0	13,8
C1	27,0	24,4	12,0	19,0
C2	21,0	7,8	7,8	25,0
D	11,9	3,0	2,4	27,0
E	0,8	0,8	0,8	5,0
Total	100%	100%	100%	100%

Ainda em se tratando de cenários projetados, as Figuras 5.54 e 5.55 mostram de forma gráfica as estratificações relativas das populações entre as diversas classes socioeconômica adotadas nesta pesquisa.

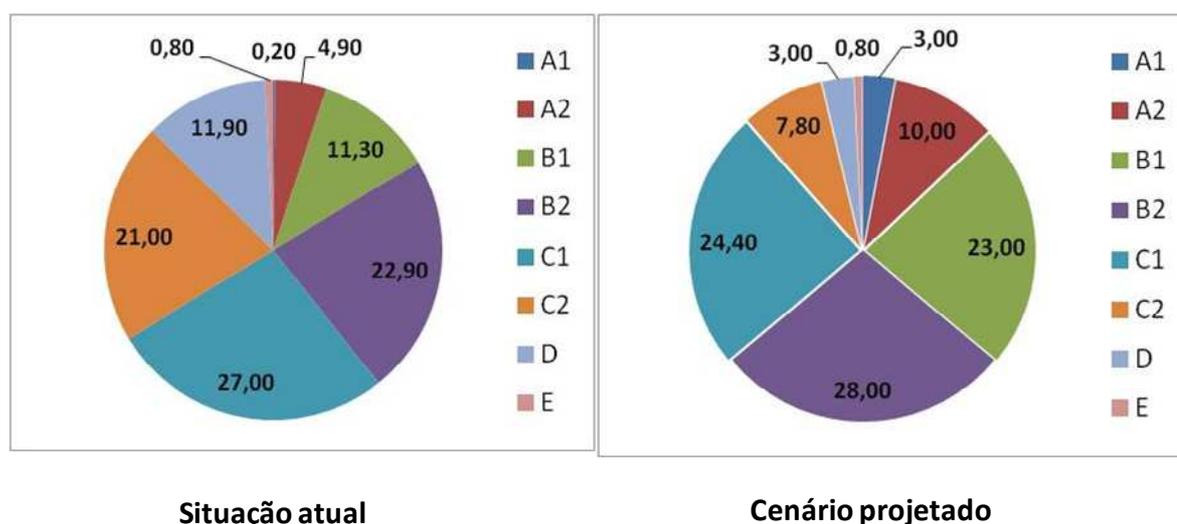
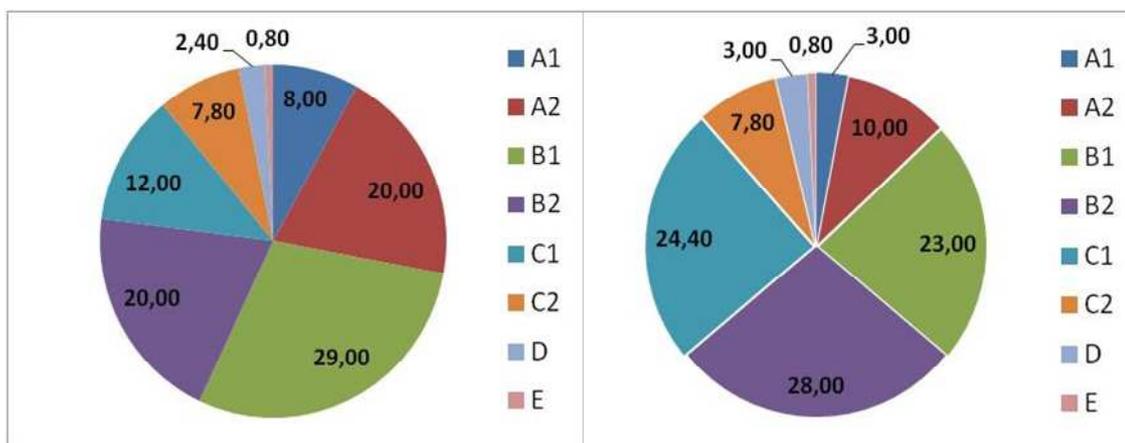


Figura 5.54 – Distribuição da população entre classes sociais, de acordo com o cenário socioeconômico atual e projetado



Cenário de otimismo elevado

Cenário pessimista de retração econômica

Figura 5.55 – Distribuição da população entre classes sociais, de acordo com o cenário socioeconômico projetado otimista e de retração

Finalmente, a Tabela 5.12 sintetiza os impactos que seriam exercidos sobre as infra-estruturas já existentes no caso de efetivação dos cenários projetados, conforme exercícios feitos para o município de Porto Alegre.

Tabela 5.12 – Impacto dos cenários, segundo estimativa dos serviços em Porto Alegre

Cenários	Água (m ³ /mês)		Energia elétrica (kWh/mês)		Coleta de resíduos (t/mês)	
	Estimativa	Impacto	Estimativa	Impacto	Estimativa	Impacto
Atual	6466778	-----	105552769	-----	29129	-----
Projetado	7353035	+ 13,7%	142314235	+ 34,8%	37348	+ 28,2%
Otimismo elevado	8005567	+ 23,8%	173517940	+ 64,4%	45687	+ 56,8%
Retração econômica	5826160	- 9,9%	84233317	- 20,2%	25093	- 13,9%

6. CONCLUSÕES

Diante da revisão da literatura e dos resultados desta pesquisa, infere-se que, no âmbito domiciliar, prováveis interferências no consumo de água, de energia elétrica e geração de resíduos sólidos são causadas por mudanças nos hábitos, comportamentos ou atitudes dos moradores decorrentes da alteração dos rendimentos familiares.

Como efeito ilustrativo, pode-se imaginar que uma família ao obter maior renda passe a demandar maiores quantidades de bens ou serviços, adotando hábitos que por sua vez levariam indiretamente a um maior consumo de água e de energia elétrica, podendo freqüentemente concorrer para maior geração de resíduos. Exemplificando ainda, uma maior demanda de alimentos e seu respectivo preparo na cozinha incorreria em maior consumo doméstico de água, assim como aquisição de um novo veículo ou uma nova bicicleta, que fosse, acarretaria acréscimo no consumo de água, considerando a lavagem periódica dos referidos bens. Ainda nesse sentido, um maior uso ou quantidade de roupas a serem lavadas provocaria o mesmo efeito.

Cabe ressaltar que este trabalho não pretendeu especificar exatamente qual seria o conjunto completo das causas intervenientes para um aumento de consumo de água, de energia e geração de resíduos por parte das populações urbanas. Este trabalho, sim, intencionou obter modelos que, de forma prática e fundamentado na quantificação ou alteração do rendimento das famílias, pudesse explicar o comportamento do consumos e geração de resíduos. A partir dessa avaliação poder-se-á indicar qual o investimento em infraestrutura necessário para que o desenvolvimento econômico e a evolução das populações entre as classes sociais se efetive de forma sustentável.

Em segundo cenário, a análise dos resultados obtidos pelos modelos evidenciou a renda como principal variável explicativa, sendo que os demais fatores intervenientes representam baixo impacto e menor reflexo nas demandas domiciliares dos insumos em questão, haja vista a magnitude da influência sazonal nos consumos, por exemplo.

Nesse entendimento, pôde-se afirmar que os modelos desenvolvidos para explicar o comportamento do consumo domiciliar urbano de água, de energia elétrica e geração de resíduos sólidos desenvolvidos em Belo Horizonte também representaram satisfatoriamente o comportamento das demandas do município de Porto Alegre, uma vez que os valores estimados pouco se diferenciaram dos verificados na prática pelas companhias prestadoras dos serviços em questão.

Regressões mostraram ainda moderadas tendências de crescimento e decréscimo de consumos, tanto de água como de energia elétrica, nas duas capitais nacionais abordadas pelo estudo, além de comportamentos enquadrados nos moldes previstos pelas correlações obtidas.

Tendo em vista os coeficientes de determinação encontrados nos modelos, o trabalho permite inferir que provavelmente os resultados poderão contribuir para estudos e projeções de demandas aplicadas em outras regiões metropolitanas brasileiras, uma vez que os consumos de água, de energia elétrica e geração de resíduos serviriam como parâmetros comparativos e análises cruzadas de demandas entre insumos ou regiões investigadas.

Portanto, pode-se considerar como desejável ainda a validação dos modelos em outras localidades, dependendo-se, porém da disponibilidade de dados socioeconômicos representativos de cada região.

Os resultados obtidos permitem especular ainda que uma evolução da população entre as classes sociais não se daria de forma sustentável, caso não se observe a magnitude dos investimentos em infraestrutura necessária para atendimento das demandas estimadas sob os cenários socioeconômicos futuros projetados.

Adicionalmente, considerando a qualidade dos resultados, permite-se supor que esta pesquisa sirva também de fundamento às demais abordagens concernentes às questões voltadas à eficiência no abastecimento e uso racional, além de auxiliar programas direcionados à prevenção de perdas.

Por fim, os esforços para distribuição de renda e enriquecimento das populações poderiam tornar-se inócuos, caso registrem-se estrangulamentos ou limitações nas infra-estruturas de distribuição de água e de energia elétrica ou nos serviços de coleta de resíduos sólidos.

7. RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se a continuidade da obtenção dos dados históricos de consumo de água, de energia elétrica e geração de resíduos sólidos para se aumentar o horizonte amostral, como também recomenda-se a aplicação da metodologia em outras regiões para que no futuro resultados mais precisos e conclusivos possam ser obtidos para diversas regiões e cenários econômicos brasileiros.

Os resultados obtidos pelo trabalho endossam a recomendação no sentido de que a mesma metodologia seja aplicada para não somente às demais áreas metropolitanas brasileiras, mas também sobre outros insumos, permitindo assim comparações e validações entre distintas áreas geográficas do Brasil. Da mesma forma, torna-se desejável uma análise para as demais categorias de consumo de água e energia elétrica, como a comercial, industrial e pública.

Fica evidente a necessidade de se continuar a pesquisar os fatores socioeconômicos intervenientes para que se possa conceber um modelos diagnósticos ou de predição do consumo sempre atualizados, que possam subsidiar o planejamento do abastecimento de água para a população urbana, segundo futuros cenários econômicos.

Finalmente, considerando a desejável a validação dos modelos em outras localidades, ressalta-se que tal procedimento torna-se dependente da disponibilidade de dados socioeconômicos representativos de cada região. Atualmente, a base de dados desta pesquisa permite avaliar ainda a distribuição socioeconômica das populações das seguintes capitais: Recife, Salvador, Rio de Janeiro e São Paulo, restando para tal a obtenção dos dados de consumo perante as concessionárias distribuidoras de água e energia elétrica, e de coleta de resíduos sólidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEP – Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. “*Critério de Classificação Econômica Brasil*”. Disponível em: <<http://www.abep.org/default.aspx?usaritem=arquivos&iditem=23>> Acesso em 24/08/2007.

ABEP – Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. “*Critério de Classificação Econômica Brasil*”. São Paulo, SP. Disponível em <<http://www.abep.org/default.aspx?usaritem=arquivos&iditem=23>> Acesso em: 23 de julho de 2009.

ABEP – Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. “*Critério de Classificação Econômica Brasil*”. São Paulo, SP. Disponível em <<http://www.abep.org/default.aspx?usaritem=arquivos&iditem=23>> Acesso em: 25 de novembro de 2010.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. “*NBR 12211 – Estudos de concepção de sistema públicos de abastecimento de água*”. Disponível em: <<https://www.abntnet.com.br/default.aspx>> Acesso em: 10/09/2007.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. “*Panorama do resíduos sólidos no Brasil – 2009*”. ABRELPE/ISWA. São Paulo, SP, 2010. 210p.

ACHÃO, C. C. L.; “*Análise de decomposição das variações no consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro*”. Tese de Doutorado em Planejamento Energético. COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2009.

AGÊNCIA CASCAIS DE ENERGIA. “*Matriz Energética*”. Disponível em: <<http://www.cascaisenergia.org/Matriz-Energética.aspx?ID=109>> Acesso em: 19/05/2009.

- ALLIANCE – Alliance to Save Energy. “*Água e Energia – Aproveitando as oportunidades de efficientização de água e energia não exploradas nos sistemas de águas municipais*”. Associação Brasileira de Água e Energia, 2002. Disponível em: <<http://www.abae.org/>> Acesso em: 26/11/2010.
- ALMEIDA, F. S.; DIAS, D. M.; FRANÇA, J. E.; LIBÂNIO, M. “*Avaliação do impacto da redução do volume mínimo tarifado mensal no sistema de abastecimento residencial de água de Belo Horizonte*”. 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. Anais, Belo Horizonte, MG, 2007.
- ALTIOK, T.; MELAMED, B. “*Simulation Modeling and Analysis with Arena*”. Editora Elsevier, New Jersey, USA, 2007. 440p.
- ANDRADE, T.; LOBÃO, W. “*Elasticidade-renda e preço da demanda residencial de energia elétrica no Brasil*”. Texto n. 489. IPEA, Rio de Janeiro, RJ, 1997.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. “*Resolução ANEEL n. 456, de 29 de novembro de 2000 (Diário Oficial, de 30 nov. 2000, seção 1, p. 35)*”. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/biblioteca/glossario.cfm?att=D>> Acesso em: 15/06/2010.
- ARAÚJO, A. C. M.; “*Perdas e inadimplência na atividade de distribuição de energia elétrica no Brasil*”. Tese de Doutorado em Planejamento Energético. COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2007.
- AWWA - American Water Works Association. “*Water Demand Survey*”. Disponível em: <<http://apps.awwa.org/ebusmain/OnlineStore/ProductDetail/tabid/55/Default.aspx?ProductID=6657>> Acesso em: 24/10/2009.
- BACH, H.; MILD, A.; NATTER, M.; WEBER, A. “*Combining socio-demographic and logistic factors to explain the generation and collection of waste paper*”. Resources, Conservation and Recycling. 41th edition. Elsevier, 2004.

- BAITELO, R. L.; “*Modelagem completa e análise dos recursos energéticos do lado da demanda para a PIR*”. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia de Energia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, SP, 2006.
- BANCO MUNDIAL – “*World Development Indicators*”. Disponível em <<http://www.worldbank.org>> Acesso em: 28 de julho de 2009.
- BELL, D. R.; GRIFFIN, R. C. “*Community Water Demand in Texas as a Century is Turned*”. Natural Resource and Environmental Economics Working Group. College Station: Department of Agricultural Economics, Texas A&M University, 2006.
- BERMANN, C. “*As Novas Energias do Brasil: Dilemas da Inclusão Social e Programas de Governo*”. Editora Fase, Rio de Janeiro, RJ, 2007. 176p.
- BERMANN, C. “*Energia no Brasil: para quê? para quem? Crise e Alternativas para um país sustentável*”. 2ª. ed. Editora Livraria da Física/Fase. São Paulo, SP, 2002. 145p.
- BERNARDES, P. “*Notas pessoais de avaliação para defesa da tese*”. Belo Horizonte, MG, 2012. (Ver Anexo IX).
- BILLINGS, R. B; JONES, C. V. “*Forecasting Urban Water Demand*”. American Works Water Association, Denver, CO, 2008. 350p.
- BORGES, V. M. N. A.; “*Acoplamento de um modelo de previsão de demanda de água a um modelador em tempo real – Estudo de Caso: Sistema Adutor metropolitano de São Paulo*”. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, SP, 2004.
- BRAGA, C. F. C.; RIBEIRO, M. M. R. “*A sociedade civil e suas preferências no gerenciamento da demanda de água*”. In: XI Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais... SILUBESA, Natal, 2004.
- BRASIL. “*Decreto 7.217/10 de 21 de junho de 2010*”. Presidência da República Federativa do Brasil. Texto publicado no Diário Oficial da União, 22/06/2010, Distrito Federal, 2010.

- BRASIL – “*Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010*”. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Presidência da República. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm> Acesso em: 02 de setembro de 2011.
- BRASIL. *Lei 11.445/07 de 05 de janeiro de 2007*. Presidência da República Federativa do Brasil. Texto publicado no Diário Oficial da União, 08/01/2007. Distrito Federal, 2007.
- BROCKMAN, J. B. “*Introdução à Engenharia – Modelagem e Solução de Problemas*”. Tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. LTC, Rio de Janeiro, 2010. 294p.
- CAIO, L. S. “*Análise das metodologias de previsão de mercado de energia elétrica: Relações macroeconômicas e o novo perfil de planejamento no ambiente pós-privatização*”. Dissertação de mestrado. Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia. Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, SP, 1998.
- CALDEIRA, M. M. “*Estudo dos determinantes da coleta domiciliar e da disposição final dos resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais*”. Dissertação de Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2008.
- CAMARGO, I. M. T.; “*Panorama da oferta e do consumo de energia no Brasil para os próximos anos*”. Revista Brasileira de Energia. SBPE, 2007.
- CANADÁ. Region of Waterloo. “*Long term water strategy*”. Disponível em: <<http://www.region.waterloo.on.ca/web/region.nsf/DocID/E77309912793793C85256C13006A214E?OpenDocument>> Acesso em 25 de abril de 2007.
- CANAVARRO, O. B.; “*Uma metodologia para a análise da consistência de dados de consumo regional de energia, aplicada ao planejamento energético da mesorregião 01 de Mato Grosso*”. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia Mecânica. UNICAMP, Campinas, SP, 1998.

- CARVALHO, C. B.; “*Avaliação crítica do planejamento energético de longo prazo no Brasil, com ênfase no tratamento das incertezas e descentralização do processo*”. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia Mecânica. UNICAMP, Campinas, SP, 2005.
- CARVALHO, R. S. “*Água, um bem que precisa ser cuidado*”. CNRH. Brasília: 2004. Disponível em: <<http://www.cnrh-srh.gov.br/>> Acesso em: 06/11/2006.
- CASTRO, J. B. B.; MONTINI, A. A.; “*Previsão do consumo residencial de energia elétrica no Brasil: Aplicação do modelo ARX*”. XIII SemeAD – Seminários em Administração. Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, SP, 2010.
- CEEE-D – Companhia Estadual de Energia Elétrica – Rio Grande do Sul. Dados fornecidos pelo DFA/DGCOM. Porto Alegre, RS. E-mail recebido em: 22 de julho de 2009.
- CEMIG – Centrais Elétricas de Minas Gerais S.A. “*Relatório dos indicadores básicos gerenciais e informações básicas operacionais*”. Dados fornecidos pelo RC/FA. Belo Horizonte, MG. E-mail recebido em: 20 de maio de 2009.
- CEMIG – Centrais Elétricas de Minas Gerais S.A. “*Relatório Anual 2009*”. Belo Horizonte, MG, 2010. Disponível em: <<http://www.cemig.com.br/ACemig/Paginas/Relatorios.aspx>> Acesso em: 12/07/2010.
- COPASA- Companhia de Saneamento de Minas Gerais. Ofício sem nº. Dados de consumo dos distritos operacionais de Belo Horizonte. Divisão de Gerenciamento da Informação – DVIE. Belo Horizonte, MG, 2009.
- COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais. “*Relatório dos indicadores básicos gerenciais e informações básicas operacionais*”. Belo Horizonte, MG, 2009.
- CURSINO, E. A.; “*Análise do consumo de energia e perspectivas da demanda residencial de eletricidade em Rondônia*”. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Mecânica. UNICAMP, Campinas, SP, 1998.

DELGADO, M. A. P.; “*A expansão da oferta de energia elétrica pela racionalidade do mercado competitivo e a promessa de modicidade tarifária*”. Tese de Doutorado em Planejamento Energético. COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2003.

DIAS, D. M. “*Avaliação do impacto da renda sobre o consumo hidrometrado de água em domicílios residenciais urbanos: Um estudo de caso para regiões de Belo Horizonte*”. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2008. 130p.

DIAS, D. M. “*Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água*”. RESA - Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, volume 15, número 2. ABES: Rio de Janeiro, RJ, 2010.

DIAS, D. M.; MARTINEZ, C. B.; LIBÂNIO, M.; “*Análise do impacto da alteração das faixas de consumo tarifadas no abastecimento de água dos distritos regionais de Belo Horizonte*”. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH. Anais, São Paulo, SP, 2007.

DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgotos. “*História do Abastecimento e Saneamento em Porto Alegre*”. Porto Alegre, RS, 2010. Disponível em: <<http://www.portoalegre.rs.gov.br/dmaE/>> Acesso em: 03/11/2010.

DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgotos. “*Plano Diretor de Água – Versão Resumida*”. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Atualização 2008/2009, 4ª Edição, Porto Alegre, RS, 2010. 129p.

DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgotos. “*Relatório Mensal TIES 0304 – DVC-AST/C-SCLE*”. Porto Alegre, RS, 2009.

DMLU – Departamento Municipal de Limpeza Urbana. “*Quantitativo de resíduos destinados às unidades gerenciadas pela divisão de destino final*”. Prefeitura Municipal de Porto Alegre, RS. Disponível em:

<http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dmlu/usu_doc/dadosdmlu042011.pdf>

Acesso em: 23 de novembro de 2011.

ELETROBRAS – Eletrobras Holding S. A. “*Procel Sanear*”. Disponível em:

<<http://www.eletrabras.com/elb/procel/main.asp>> Acesso em: 04 de julho de 2011.

ENCE – Escola Nacional de Ciências Estatísticas. “*O que é a estatística*”. Disponível em:

<<http://www.ence.ibge.gov.br>> Acesso em: 03 de fevereiro de 2011.

FALKENMARK, M. “*Macro-Scale Water Supply / Demand Comparison on the Global Scene*”. Stockholm, 1986. In: Rebouças, A. C. “*Água Doce no Mundo e no Brasil*”. 3ª Edição. Escrituras Editora, São Paulo, SP, 2006.

FERNANDES NETO, M.L. “*Avaliação de parâmetros intervenientes no consumo per capita de água: Estudo para 96 municípios do estado de Minas Gerais*”. 133 .f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2003.

FERNANDES NETO, M.L.; NAGUETTINI, M.C; LIBÂNIO, M. “*Avaliação de fatores intervenientes no consumo per capita para municípios de pequeno e médio porte de Minas Gerais*”. In: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais... ABES, Joinville, SC, 2003.

FÉRES, J.; REYNAUD, A.; THOMAS, A.; MOTTA, R. S. “*Competitiveness and effectiveness concerns in water charge implementation: a case study of the Paraíba do Sul river basin, Brazil*”. Water Policy, World Water Council, IWA Publishing, 2008.

FERREIRA, P.; MARTINS, J. “*Crescimento econômico e consumo de água – Uma abordagem para planejamento de sistemas*”. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais... ABES, Campo Grande MS, 2005.

FGV – Fundação Getúlio Vargas. “*De volta ao País do Futuro*”. Disponível em:

<http://www.cps.fgv.br/cps/bd/ncm2014/NCM2014_TextoCompleto_Fim_anexo.pdf>

Acesso em 07 de março de 2012.

- FJP – Fundação João Pinheiro. “*Atlas de Desenvolvimento Humano*”. Belo Horizonte, MG, 2006, Disponível em <<http://www.fjp.gov.br>> Acesso em outubro de 2006.
- FMI – Fundo Monetário Internacional. “*Data and Statistics*”. Disponível em: <<http://www.imf.org/external/data.htm#data>> Acesso em: 11 de julho de 2011.
- FRANCISO, C. N.; CARVALHO, C. N. “*Avaliação da Sustentabilidade Hídrica de Municípios Abastecidos por Pequenas Bacias Hidrográficas: O Caso de Angra dos Reis, RJ*”. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, volume 13, número 2. ABRH: Porto Alegre, RS, 2008.
- FREIRE, G. “*Análise de Municípios Mineiros quanto às Situações de seus lixões*”. Dissertação de Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais, Departamento de Cartografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/MPBB-7TXLZL>> Acesso em 31 de setembro de 2011.
- GOLDBARG, M. LUNA, H. “*Otimização Combinatória e Programação Linear Modelos e Algoritmos*”. Editora Campus: Rio de Janeiro, RJ, 2000. 649p.
- GOMES, Heber Pimentel. “*Eficiência Hidráulica e Energética em Saneamento: Análise Econômica de Projetos*”. Editora Universitária. Universidade Federal da Paraíba – UFPB: João Pessoa, PB, 2009. 2ª edição. 145p.
- GOMES, L. S. F.; “*A demanda por energia elétrica residencial no Brasil: 1999-2006 Uma estimativa das elasticidades-preço e renda por meio de painel*”. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Economia de Ribeirão Preto. USP, Ribeirão Preto, SP, 2010.
- GUANAES, N. “*O IBGE acendeu a luz*”. Opinião Econômica. Versão impressa Jornal Folha de São Paulo de 17/05/2011. São Paulo, SP, 2011.
- HERINGER, R. M. “*Análise e projeção do mercado de energia elétrica no Brasil*”. Monografia em Engenharia Elétrica. Escola de Engenharia de São Carlos, SP, 2010.

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal. “*Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos*”. Rio de Janeiro, RJ, 2001.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “*Censo Demográfico 2010 – Resultados divulgados no Diário Oficial da União do dia 04/11/2010*” Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default_uf.shtm> Acesso em 06/01/2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “*Cidades*”. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acesso em: 02 de maio de 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “*Contagem da População 2007*” Contagem da População 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/default.shtm>> Acesso em 07/01/2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “*Estimativas de População*”. Estimativas populacionais para os municípios brasileiros em 01/07/2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/POP_2009_TCU.pdf> Acesso em 02/02/2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “*Ética, Responsabilidade Social Tomada de Decisão*”. Escola Virtual IBGE. Disponível em: <<http://escolavirtual.ibge.gov.br/>> Acesso em: 15/05/2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “*Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo*”. Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor. Diretoria de Pesquisas. Rio de Janeiro, RJ, 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/defaultinpc.shtm> Acesso em: 17 de outubro de 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “*Pesquisa Mensal do Emprego*”. Coordenação de Trabalho e Rendimento. Diretoria de Pesquisas. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/trabalhoerendimento/pme_nova/imputrendimento.shtm> Acesso em 03/08/2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “*Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008*”. Coordenação de População e Indicadores Sociais. IBGE: Rio de Janeiro, RJ, 2010. 222p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “*Pesquisa de Orçamentos Familiares*”. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009/default.shtm> Acesso em: 02/06/2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “*Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios*”. Diretoria de Pesquisas. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2009/default.shtm>> Acesso em: 01 de agosto de 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “*População*”. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 27 de julho de 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “*Sinopse do Censo Demográfico 2010*”. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/>> Acesso em 28/04/2011.

INE – Instituto Nacional de Estatística. “*Portugal em Números – 2007*”. Ano de Edição 2009. Disponível em: <<http://www.ine.pt>> Acesso em: 23/06/2009.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. “*Relatório de Pesquisa. Pesquisa sobre Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para Gestão de Resíduos Sólidos*”. Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais. Brasília, DF. Disponível em: <http://agencia.ipea.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1170:bra>

sil-perde-8-bilhoes-de-reais-anualmente-por-nao-reciclar-&catid=1:dirur&Itemid=7>
Acesso em: 14 outubro de 2011.

IWA – International Water Association. “*Stockholm Water Week highlights food water issues and sanitation*”. Water21 Magazine, August, 2008. Disponível em: <<http://www.iwapublishing.com/template.cfm?name=news170>> Acesso em 10/09/2008.

IWA – International Water Association. “*The Water21 Global News Digest*”. IWA Publishing, London, UK. Disponível em: <<http://www.iwapublishing.com/template.cfm?name=w21gnd>> Acesso em 12/09/2008.

IWMI – International Water Management Institute. “*Publications – IWMI Research reports*”. Disponível em: <http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/IWMI_Research_Reports/index.aspx>. Acesso em: 08 set 2007.

JANUZZI, P. M. Coordenador do Grupo de Trabalho “*População e Trabalho*”. Associação Brasileira de Estudos Populacionais, ABEP. E-mail de 20/09/2007.

LACHTERMACHER, G.; “*Pesquisa Operacional na Tomada de Decisões*”. 4ª edição, Ed. Pearson Prentice Hall: São Paulo, SP, 2009. 223p.

LEITE, A. A.; “*Prospecção de mercados regionais de energia, associada a planos energéticos nacionais e projeções estaduais, como contribuição a um planejamento integrado de recursos em bacias hidrográficas*”. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia Mecânica. UNICAMP, Campinas, SP, 2006.

LEITE, A. A. F.; BAJAY, S. V.; “*Impactos de possíveis novos programas de eficiência energética nas projeções da demanda energética nacional*”. Revista Brasileira de Energia. Associação Brasileira de Planejamento Energético, Itajubá, MG, 2007.

LIBÂNIO, M. “*Fundamentos de qualidade e tratamento de água*”. 1ª. edição. Campinas, SP: Editora Átomo, 2005. 444p.

- LIMA, Otacílio Negrão. “*Relatório Geral dos Serviços do Novo Abastecimento d’Água de Belo Horizonte*”. Imprensa Oficial, 1930. In: Vianna, Newton dos Santos. “*Belo Horizonte: Seu Sistema de Água e Sistema de Esgotos – 1890 – 1973*”. Belo Horizonte, 1997.
- LOUREIRO, P. G. C.; “*Custo marginal do déficit de energia elétrica: Histórico, avaliação e proposta de uma nova metodologia*”. Dissertação de Mestrado em Planejamento Energético. COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2009.
- MARINS, K. R. C. C.; “*Proposta metodológica para planejamento energético no desenvolvimento de áreas urbanas*”. Tese de Doutorado em Tecnologia da Arquitetura. Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, SP, 2010.
- MARRECO, J. M.; “*Planejamento de longo prazo da expansão da oferta de energia elétrica no Brasil sob uma perspectiva da teoria da opções reais*”. Tese de Doutorado em Planejamento Energético. COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2007
- MARTINE, G. “*The sustainable use of space: Advancing the population/environment agenda*”. UNFPA County Support Team, 2001. Disponível em: <http://www.ciesin.columbia.edu/repository/pern/papers/Martine_paper.pdf> Acesso em 08 de setembro de 2011.
- MARTINEZ, C. B. “*Hidráulica Ambiental*”. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Anais... ABRH, João Pessoa, PB, 2005.
- MELO, L. B.; PINHEIRO, R. B.; “*Consumo final de energia para o setor residencial no estado de Minas Gerais, no longo prazo – 2005-2025*”. Revista Brasileira de Energia, SBPE, 2007.
- MICHAELIS. “*Moderno Dicionário da Língua Portuguesa*”. Cia. Melhoramentos de São Paulo, SP, 2006.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. “*Gasto público em saneamento básico*”. Brasília, DF, 2009. Disponível em:

<http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/Gasto_Publico_Saneamento_2009.pdf> Acesso em: 03 de outubro de 2011.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. “*Balanço Energético Nacional 2007: Ano base 2006*”. Empresa de Pesquisa Energética, EPE: Rio de Janeiro, RJ, 2007. 192p.

MONTORO FILHO, A. F. “*Manual de Economia*”. 3^a.ed. São Paulo: Saraiva, 1998. cap. 5, p. 109-141.

MORALES, C.; “*Indicadores de consumo de energia elétrica como ferramenta de apoio à gestão: Classificação por prioridades de atuação na Universidade de São Paulo*”. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia de Energia, Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, SP, 2007.

NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY. “*Atlas National Geographic*”. Ed. Abril. São Paulo, SP, 2008.

OHIRA, T.H.; PASSOS, L.G.N.; TUROLLA, F.A. “*Aspectos econômicos do saneamento básico*”. In: I Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste. Anais... ABRH, Curitiba, PR, 2006.

OLIVEIRA, M. M.; FAVARETO, A. S.; GUERRA, S. M. G.; “*Tarifação energética residencial urbana e rural e privatização do setor elétrico*”. Revista Brasileira de Energia, Vol. 14. Sociedade Brasileira de Planejamento Energético, SBPE. Itajubá, MG, 2008.

ORNELAS, A. R. “*Aplicação de métodos de análise espacial na gestão dos resíduos sólidos urbanos*”. Dissertação de Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais. Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2011.

Disponível em:

<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/MPBB-8LVPN8/1/dissertacao_ad_liao_r_ornelas.pdf> Acesso em: 28 de novembro de 2011.

- PADILLA, R. “*Aplicação de um modelo computacional tridimensional para estimativa de balanço hídrico em aterros sanitários*”. Dissertação de Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUDB-8AUMQG>> Acesso em 28 de outubro de 2011.
- PANAGIOTIDIOY, N.; GEKAS, V.; STAVRAKAKIS, G. “*Modeling and evaluation of electrical energy recovery from urban solid waste: the case of Chania-Crete-Greece*”. Proceeding of the 11th Internacional Conferece on Environmental Science and Technology. Technical University of Crete, Greece, 2009.
- PARO, A.; COSTA, F. C.; COELHO, S. T. “*Estudo comparativo para o tratamento de resíduos sólidos urbanos: Aterros sanitários X Incineração*”. Revista Brasileira de Energia, vol. 14, SBPE, 2008.
- PHILIPPI, S. L. “*Saneamento descentralizado: Instrumento para o desenvolvimento sustentável*”. In: IX Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais... SILUBESA, Porto Seguro, BA, 2000.
- PMBH – Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. “*Regionais e Bairros Populares*”. Prodabel – Belo Horizonte, MG, 2007.
- POMPERMAYER, M. L.; “*Conservação de energia elétrica através da racionalização do uso urbano de água: Uma análise das possibilidades, baseando-se na cidade de Campinas, SP*”. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Mecânica. UNICAMP, Campinas, SP, 1996.
- PRODABEL – Empresa de Processamento de Dados de Belo Horizonte. “*Projeções UTM (SAD 69) – Fuso23*”. Acervo GCMS, Belo Horizonte, MG, 2007.
- QUERIDO, J. G. “*Caracterização da cota per capita de consumo de água de abastecimento público em função da classe social consumidora*”. In: IX Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais... SILUBESA, Porto Seguro, BA, 2000.

- RATHI S. “*Optimization model for integrated municipal solid waste management in Mumbai, India*”. Environment and Development Economics. Cambridge University Press, UK, 2007.
- REBOUÇAS, A. C. “*Água doce no mundo e no Brasil*”. Editora Escrituras: São Paulo, SP, 2006.
- REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G.; Organizadores. “*Águas Doces no Brasil, Capital Ecológico, Uso e Conservação*”. 3ª Edição. Escrituras Editora, São Paulo, SP, 2006. 748p.
- REIS, Aarão. “*Revista Geral dos Trabalhos da Comissão Construtora da Nova Capital*”. In: Vianna, Newton dos Santos. “*Belo Horizonte: Seu Sistema de Água e Sistema de Esgotos – 1890 – 1973*”. Belo Horizonte, MG, 1997.
- RIOS, A. W.S.; AKAMATSU, J. I.; SENA, G. J.; “*Planejamento Energético e Desenvolvimento Sustentado: O Brasil na contramão*”. In: 8º Latin American Congress: Electricity Generation and Transmission. Anais... CLAGTEE, Ubatuba, SP, 2009.
- RUTKOWSKI, E.; LESSA, S.N.; OLIVEIRA, E.G. “*Sanitarismo, poder de pressão sobre a sociedade e consumo de água no Brasil urbano-industrial*”. In: IX Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais... SILUBESA, Porto Seguro, BA, 2000.
- SAVOIA, R. “*O gerenciamento do planejamento de mercado nas distribuidoras de energia elétrica: do racionamento ao ambiente regulado e livre de contratação de energia*”. Dissertação. Programa Interunidades de Pós-Graduação de Energia da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, SP, 2009.
- SILVA, H. “*Aspectos demográficos associados à geração de resíduos domiciliares no município de Belo Horizonte, 2002*”. Dissertação de mestrado. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, CEDEPLAR, Belo Horizonte. 2008.

- SLU – Superintendência de Limpeza Urbana. “*Relatório Anual de Atividade de Limpeza Urbana*”. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, MG - PMBH, 2007 a 2010.
- SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. “*Série histórica 9*”. Ministério das Cidades. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=29>> Acesso em: 30/11/2011.
- SNSA – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. “*Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos*”. Ministério das Cidades, Brasília, DF, 2002 a 2009. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=16>> Acesso em: 04 setembro de 2011.
- SOLANO, E. “*Integrated Solid Waste Management Alternatives in Consideration of Economic and Environmental Factors: A Mathematical Model Development and Evaluation*”. Tese de Ph.D.. Department of Civil Engineering. North Carolina State University, Raleigh, NC, USA, 1999.
- SOKOLOWSKI, J.; BANKS, C. “*Principles of Modeling and Simulation. A Multidisciplinary Approach*”. Editora John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2009. 260p.
- TAKAHASHI, T. “*Sociedade da Informação no Brasil: livro verde*”. MCT, Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, DF, 2000. 195p.
- TOLMASQUIM, M. T.; SZKLO, A. S. “*Relevância dos fatores que influenciam o consumo nos setor residencial*”. Centro de Estudos de Energia, ENERGE, COPPE, UFRJ, 2000.
- TCU – Tribunal de Contas da União. “*Acórdão n. 2642/2009 – Plenário*”. Ata n. 48/2009, Processo n. TC-004.694/2009-1, Brasília, DF, 2009.
- UN – United Nations. “*Conference on Environment & Development, 1992, Rio de Janeiro, Agenda 21*”. Rio de Janeiro: United Nations, 1992. 351p. Disponível em: <<http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/english/Agenda21.pdf>> Acesso em: 07 setembro de 2011.

UDAETA, M. E. M. “*Planejamento integrado de recursos energéticos – PIR para o setor elétrico (pensando o desenvolvimento sustentável)*”. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, 1997.

UN – United Nations. “*Trends in Sustainable Development -Chemicals, mining, transport and waste management*”. Department of Economic and Social Affairs, New York, 2010. Disponível em: <http://www.un.org/esa/dsd/resources/res_publtrends_2010_topics.shtml> Acesso em: 31 de outubro de 2011.

UN – United Nations. “*Official Statistics: Principles and Practices, Organization and Management*”. United Nations Statistics Division. Disponível em: <<http://unstats.un.org/unsd/methods/statorg/default.htm>> Acesso em: 27/10/2009.

VIANNA, Newton dos Santos. “*Belo Horizonte: Seu Abastecimento de Água e Sistemas de Esgotos – 1890 – 1973*”. Belo Horizonte, 1997. 115 p.

VIMIEIRO, G. V.; PÁDUA, V. L. “*Emprego de equipamentos especiais na economia de água em residências de famílias de baixa renda*”. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais... ABES, Campo Grande, MS, 2005.

VON SPERLING, M.; SANTOS, A. S. P.; MELO, M. C.; LIBÂNIO, M. “*Investigação de fatores de influência no consumo per capita de água em estados brasileiros e em cidades de Minas Gerais*”. In: VI Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais... SIBESA, Vitória, ES, 2002.

WATER FOOTPRINT NETWORK. “*Statistics*”. Appendix XX. WFN, University of Twente, Netherlands, 2009. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org/?page=files/home>> Acesso em: 18/11/2009.

WORD BANK. “*Water and Sanitation Program*”. Disponível em: <<http://www.wsp.org/>> Acesso em 12/01/2010.

WORLD BANK. “*World Development Indicators*”. Disponível em:
<<http://www.worldbank.org>> Acesso em: 28/07/2009.

WRI – World Resources Institute. “*The next four billion: Market size and business strategy at the base of the pyramid*”. Publications. Disponível em:
<http://pdf.wri.org/n4b_chapter4.pdf>. Acesso em: 02 mai 2007.

ANEXO I



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
Centro de Pesquisas Hidráulicas e de Recursos Hídricos - CPH
031 3409-4821 – Belo Horizonte – MG



Ofício UFMG-CPH nº 0423/09

Belo Horizonte, 23 de Abril de 2009

À COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

Att.: Lídia Cerqueira Moura → 3250-1003/1175/1283
DVIE - Divisão de Gerenciamento da Informação
Rua Mar de Espanha, 525, Nesta

Prezados Senhores,

Por meio desta, nos dirigimos a essa Instituição a fim de solicitar dados que subsidiarão pesquisa acadêmica que ora se encontra em andamento no Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG.

Trata-se da Tese de Doutorado desenvolvida pelo engenheiro David Montero Dias, que objetiva avaliar os impactos da renda sobre o consumo de água domicílios residenciais de Belo Horizonte.

Os dados necessários são:

- 1) Consumos hidrometrados, somente da categoria residencial, agregados mensalmente por cada distrito operacional de BH, desde janeiro de 2006.
- 2) Relatórios IBO (Informações Básicas Operacionais) e IBG (Indicadores Básicos Gerenciais), ambos advindos do SIOP (Sistema de Informações Operacionais), referentes a cada distrito operacional, mensalmente, desde janeiro de 2006.

Desde já, o pesquisador e seu orientador assumem expressamente o compromisso de que as informações serão utilizadas exclusivamente para o fim acadêmico aqui especificado, não sendo repassados a terceiros e tampouco aplicados a outros objetivos.

Colocamo-nos à disposição para dirimir quaisquer dúvidas que se apresentarem através dos endereços eletrônicos: david.dias@ibge.gov.br ou pelo telefone 3409-4821 e fax 3409-4823.

Certos de vossa contribuição em prol do desenvolvimento científico e social, somos,
Cordialmente,

Prof. Dr. Carlos Barreira Martinez

Coordenador do Centro Pesquisas Hidráulicas e Recursos Hídricos

Av. Antônio Carlos 6627, CPH - Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG – CEP: 31270-901

COPASA-FOTOCOLO-M33-0099146 29/ABR/2009 13:02

"Eduardo Raso" <eduardo.raso@copasa.com.br>
<david.dias@ibge.gov.br>

Assunto: Quinta-feira, 16 de abril de 2009 21:28
ENC: ENC: Atualização de dados

Prof. David, conforme prometido ao Sr. , estou tentando ajudá-lo na busca das informações que necessita. Segundo a gerente Dra. Lídia , gerente da DVIE - Divisão de Gerenciamento da Informação, para que possamos atender a esta demanda é necessário a formalização da mesma pela instituição solicitante, uma vez que o DPPE não atende com informações estratégicas a pessoas físicas e sim a instituições e desde que as solicitações tenham sido encaminhadas formalmente. Os dados da referida área encontram-se na mensagem abaixo.

Atenciosamente,

Eduardo Otávio Moraes Raso

COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais

DPPE/DVRI - Divisão de Relações com Investidores

Tel. 31 3250 1214 Fax. 31 3250 1312

-----Mensagem original-----

De: DVIE [mailto:dvie@copasa.com.br]
Enviada em: quinta-feira, 16 de abril de 2009 09:07
Para: Eduardo Raso
Assunto: Re: ENC: Atualização de dados

Eduardo,

Para que possamos atender a esta demanda é necessário a formalização da mesma pela instituição solicitante, uma vez que o DPPE não atende com informações estratégicas a pessoas físicas e sim a instituições e desde que as solicitações tenham sido encaminhadas formalmente.

Atenciosamente,

Lídia Cerqueira Moura - VANESSA
DVIE - Divisão de Gerenciamento da Informação
COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais
Rua Mar de Espanha, 525 - Santo Antônio
Belo Horizonte - MG
(31) 3250 1003 - 3250 1175 - 3250 1283
Fax: (31) 3250 1847

Quoting Eduardo Raso <eduardo.raso@copasa.com.br>:

> Lídia, conforme entendimentos mantidos com o nosso analista Osvaldo, estamos
> te repassando o email do Prof. David que está aguardando estas informações
> atualizadas:
>
>
>
> 1. O que se refere ao consumo micromedido (veja o arquivo em formato de
> planilha excel) mostra o consumo hidrometrado somente da categoria
> residencial, agregado mensalmente por cada distrito operacional.
>
>
>
> 2. Quanto ao IBG/IBO, as colunas referentes às perdas podem ser
> suprimidas, pois além de não serem de nosso interesse, tais informações

CONTATOS TELEFÔNICOS
FEITOS EM 17/04/09.
3250-1422
3250-2037
① MARCELO SAIO (9795-7581)
② EDUARDO RASO 3250-1214
SOLICITAÇÃO SENDO VERIF.
AGUARDAREMOS CONTATO.

http://intranet-se01/intranet/operacional/ibo_ibg/arquivos/ibg_ibo1.pdf - Microsoft Internet Explorer

Adobe Reader 7.0

COPASA SIOP - Sistema de Informações Operacionais Localidade: BELO HORIZONTE
 Informações Básicas Operacionais - IBO Distrito: DMT/DPMT/SPBH

MES/ ANO	Num. Local	POPULAÇÃO URBANA			NUM. ECONOMIAS		NUM LIGAÇÕES		EXTENSÃO REDE		CAPTAÇÃO		ADUÇÃO		TRATAMENTO		RESERV. Cap. Nom. m³
		Total	Atend.	Água Atend	Esgoto	Água	Esgoto	Água	Esgoto	Água	Esgoto	Cap. Nom. L/s	Tipo	Cap. Nom. L/s	Tipo	Cap. Nom. L/s	
03/2007		2.448.925	2.443.510	2.275.659	858.059	804.643	511.689	474.052	6.474.585	3.893.109	/	S /	/	R/G	14.999,1	/AG	326.508
04/2007		2.490.426	2.451.859	2.280.187	861.044	806.181	513.971	475.002	6.481.130	3.893.795	/	S /	/	R/G	14.999,1	/AG	326.508
05/2007		2.492.976	2.461.593	2.286.248	864.224	807.999	516.046	476.202	6.482.803	3.895.309	/	S /	/	R/G	14.999,1	/AG	326.508
06/2007		2.495.527	2.469.232	2.292.292	866.770	810.043	517.461	477.358	6.495.332	3.907.221	/	S /	/	R/G	14.999,1	AGL	326.508
07/2007		2.498.078	2.476.990	2.296.220	869.463	811.373	519.296	478.411	6.498.448	3.909.765	/	S/P	/	R/G	14.999,1	AGL	326.508
08/2007		2.500.628	2.474.871	2.300.957	868.677	813.039	518.491	479.471	6.506.193	3.912.006	/	S/P	/	R/G	14.999,1	AGL	326.508
09/2007		2.503.179	2.478.656	2.304.031	869.919	814.123	519.474	480.180	6.509.251	3.912.357	/	S/P	/	R/G	15.103,5	AGL	326.508
10/2007		2.505.730	2.482.611	2.307.382	871.271	815.288	520.395	480.927	6.514.754	3.913.324	/	S/P	/	R/G	15.103,5	AGL	326.508
11/2007		2.508.280	2.485.336	2.309.247	872.106	815.734	521.357	481.604	6.524.413	3.914.373	/	S/P	/	R/G	15.103,5	AGL	326.508
12/2007		2.510.831	2.489.492	2.312.002	873.484	816.787	522.176	482.470	6.526.468	3.915.333	/	S/P	/	R/G	15.103,5	AGL	326.508
01/2008		2.513.096	2.493.890	2.316.139	874.860	818.135	523.197	483.420	6.528.934	3.924.201	/	S/P	/	R/G	15.103,5	AGL	326.508
02/2008		2.515.360	2.497.274	2.319.679	875.865	819.397	523.590	483.998	6.529.506	3.925.219	/	S/P	/	R/G	15.414,6	AGL	326.508

MES/ ANO	FUNC. TRAT. h/dia	MÉDIO EMPREG.	NUM. CONSUMO ENERGIA ELÉTRICA Kwh	VOLUME ADUZIDO m³	VOLUME DISTRIBUÍDO - m³			VOLUME FATURADO m³		VOLUME CONSUMIDO - m³			VAZÃO MÉDIA DISTRIBUÍDA L/s
					Macromed	Estimado	Total	Micromed	Básico	Total			
03/2007	23: 52	453			21.111.620		21.111.620	12.888.115	12.477.403	354	12.477.757	7.882,18	
04/2007	23: 56	454			19.491.294		19.491.294	13.286.140	12.975.283	174	12.975.457	7.519,79	
05/2007	23: 59	448			20.106.971		20.106.971	12.872.437	12.429.379	78	12.429.457	7.507,08	
06/2007	23: 56	448			19.142.248		19.142.248	12.893.167	12.451.063	78	12.451.141	7.385,13	
07/2007	23: 51	447			19.427.861		19.427.861	13.180.868	12.757.907	1.002	12.758.909	7.253,53	
08/2007	23: 50	442			19.996.821		19.996.821	13.059.116	12.765.145	912	12.766.057	7.465,96	
09/2007	23: 54	443			19.671.066		19.671.066	13.019.993	12.611.253	180	12.611.433	7.589,15	
10/2007	23: 53	444			20.471.831		20.471.831	13.703.898	13.528.308	144	13.528.452	7.643,31	
11/2007	23: 49	503			19.326.762		19.326.762	13.728.532	13.350.907	42	13.350.949	7.456,31	
12/2007	23: 57	501			19.742.453		19.742.453	13.143.303	12.724.399	180	12.724.579	7.370,99	
01/2008	23: 58	529			18.941.647		18.941.647	13.225.961	12.786.144	372	12.786.516	7.072,00	
02/2008	23: 43	553			17.926.809		17.926.809	12.245.083	11.742.715	96	11.742.811	7.154,70	

COPASA SIOP - Sistema de Informações Operacionais Distrito: DTNE
 Informações Básicas Operacionais - IBO

MES/ ANO	Num. Local	POPULAÇÃO URBANA			NUM. ECONOMIAS		NUM LIGAÇÕES		EXTENSÃO REDE		CAPTAÇÃO		ADUÇÃO		TRATAMENTO		RESERV. Cap. Nom. m³
		Total	Atend.	Água Atend	Esgoto	Água	Esgoto	Água	Esgoto	Água	Esgoto	Cap. Nom. L/s	Tipo	Cap. Nom. L/s	Tipo	Cap. Nom. L/s	
10/2005	1		476.289	427.751	158.117	142.729	119.805	109.007	1.354.969	800.900						4.500,0	326.508
11/2005	1		476.035	427.575	158.034	142.631	119.765	109.100	1.356.841	815.724						4.500,0	326.508
12/2005	1		476.801	427.402	158.264	142.532	120.090	109.153	1.358.930	820.391						4.500,0	326.508
01/2006	1		479.175	428.880	159.020	142.970	120.570	109.315	1.359.328	820.722						4.500,0	326.508
02/2006	1		479.243	428.970	159.006	142.977	120.633	109.431	1.363.434	822.446						4.500,0	326.508
03/2006	1		480.137	429.596	159.351	143.184	120.866	109.365	1.362.865	822.522						4.500,0	326.508
04/2006	1		480.358	429.355	159.390	143.058	121.039	109.432	1.363.008	826.125						4.500,0	326.508
05/2006	1		481.717	431.663	159.755	143.743	121.156	109.664	1.367.297	827.100						4.500,0	326.508
06/2006	1		481.615	431.966	159.751	143.867	121.222	109.778	1.368.291	827.126						4.500,0	326.508
07/2006	1		483.364	433.234	160.320	144.276	121.662	110.136	1.368.792	827.126						4.500,0	326.508
08/2006	1		483.475	433.616	160.340	144.387	121.880	110.366	1.369.318	833.288						4.500,0	326.508
09/2006	1		484.051	434.141	160.536	144.571	121.997	110.643	1.370.269	833.288						4.500,0	326.508

MES/ ANO	FUNC. TRAT. h/dia	MÉDIO EMPREG.	NUM. CONSUMO ENERGIA ELÉTRICA Kwh	VOLUME ADUZIDO m³	VOLUME DISTRIBUÍDO - m³			VOLUME FATURADO m³		VOLUME CONSUMIDO - m³			VAZÃO MÉDIA DISTRIBUÍDA L/s
					Macromed	Estimado	Total	Micromed	Básico	Total			
10/2005	23: 58	136			3.629.309		3.629.309	2.213.327	1.965.317	395	1.965.712	1.355,03	
11/2005	23: 59	134			3.149.406		3.149.406	2.223.242	1.973.501	450	1.973.951	1.215,05	
12/2005	24: 00	132			3.506.817		3.506.817	2.191.283	1.910.041	580	1.910.621	1.309,30	
01/2006	23: 59	132			3.621.311		3.621.311	2.224.671	1.988.389	295	1.988.684	1.352,04	
02/2006	23: 59	132			3.337.338		3.337.338	2.256.797	2.009.276	370	2.009.646	1.379,52	
03/2006	24: 00	132			3.990.320		3.990.320	2.040.463	1.978.253	440	1.978.693	1.489,81	
04/2006	23: 59	132			3.876.776		3.876.776	1.915.141	1.867.265	490	1.867.755	1.495,67	
05/2006	23: 58	132			3.896.445		3.896.445	1.982.133	1.915.593	240	1.915.833	1.454,77	
06/2006	23: 39	128			3.728.512		3.728.512	1.912.445	1.825.389	170	1.825.559	1.438,47	
07/2006	24: 00	128			3.668.639		3.668.639	1.967.436	1.893.955	132	1.894.087	1.369,71	
08/2006	24: 00	128			3.739.924		3.739.924	1.968.772	1.892.814	180	1.892.994	1.396,33	
09/2006	23: 59	129			3.725.942		3.725.942	1.959.424	1.893.305	108	1.893.413	1.437,48	

ANEXO II

Tabela de correspondência entre controles, bairros, regiões e distritos operacionais amostrados de Belo Horizonte nesta pesquisa.

Controle	Setor	Bairro	Região	Distrito operacional	
31000017	9	BH	Serra	Centro Sul	DTSL
31000029	65	BH	Serra	Centro Sul	DTSL
31000037	122	BH	Cafezal	Centro Sul	DTSL
31000045	181	BH	Centro	Centro Sul	DTSL
31000053	20	BH	Santo Antônio	Centro Sul	DTSL
31000061	295	BH	Morro Papagaio	Centro Sul	DTSL
31000070	350	BH	Santo Agostinho	Centro Sul	DTSL
31000088	32	BH	Pompéia	Leste	DTSL
31000096	78	BH	Inst. Agrônômico	Leste	DTLE
31000106	124	BH	São Geraldo	Leste	DTLE
31000118	172	BH	Taquaril	Leste	DTSL
31000126	223	BH	Sagrada Família	Leste	DTLE
31000134	172	BH	Ipiranga	Nordeste	DTLE
31000142	54	BH	Cachoeirinha	Nordeste	DTLE
31000150	103	BH	Concórdia	Nordeste	DTLE
31000169	159	BH	Lagoinha	Noroeste	DTNO
31000177	50	BH	São José	Pampulha	DTNO
31000185	111	BH	Alvaro Camargo	Noroeste	DTNO
31000193	164	BH	Pe. Eustáquio	Noroeste	DTNO
31000207	221	BH	Pindorama	Noroeste	DTNO
31000215	272	BH	Serrano	Noroeste	DTNO
31000223	327	BH	Ermelinda	Noroeste	DTNO
31000231	386	BH	Carlos Prates	Noroeste	DTNO
31000240	22	BH	Marajó	Oeste	DTOE
31000258	69	BH	Vista Alegre	Oeste	DTOE
31000266	128	BH	Cabana	Oeste	DTOE
31000274	180	BH	Buritis	Oeste	DTOE
31000282	232	BH	Nova Suíça	Oeste	DTOE
31000290	289	BH	Grajaú	Oeste	DTOE
31000304	30	BH	Ouro Preto	Pampulha	DTNO
31000320	2	BH	Cardoso	Barreiro	DTSO
31000339	46	BH	Castanheira/Olaria	Barreiro	DTSO
31000347	94	BH	Tirol/Novo Tirol	Barreiro	DTSO
31000355	145	BH	Barreiro	Barreiro	DTSO
31000363	199	BH	Milionários	Barreiro	DTSO
31000371	251	BH	BH	Bonsucesso	DTSO
31000380	26	BH	Jardim Vitória	Nordeste	DTLE
31000394	77	BH	Jardim Vitória	Nordeste	DTLE
31000401	139	BH	Cap. Eduardo	Nordeste	DTLE
31000410	11	BH	Felicidade	Norte	DTNE

31000428	14	BH	Aarão Reis	Norte	DTNE
31000436	66	BH	São Bernardo	Norte	DTNE
31000444	185	BH	Jaqueline	Norte	DTNE
31000452	16	BH	Candelária	Venda Nova	DTNE
31000460	57	BH	Jardim Europa	Venda Nova	DTNE
31000479	108	BH	Maria Helena	Venda Nova	DTNE
31000483	19	BH	Copacabana	Venda Nova	DTNE
31000491	212	BH	Nova York	Venda Nova	DTNE
31000916	21	BH	São Lucas	Leste	DTSL
31000924	78	BH	Carmo Sion	Centro Sul	DTSL
31000932	137	BH	Cafezal	Centro Sul	DTSL
31000947	196	BH	Carmo Sion	Centro Sul	DTSL
31000955	252	BH	Centro	Centro Sul	DTSL
31000963	309	BH	Santo Antônio	Centro Sul	DTSL
31000971	367	BH	Luxemburgo	Centro Sul	DTSL
31000980	43	BH	Horto	Leste	DTLE
31000998	88	BH	Alto Vera Cruz	Leste	DTSL
31001005	135	BH	Paraíso	Leste	DTSL
31001017	163	BH	São Geraldo	Leste	DTLE
31001025	235	BH	Novo São Lucas	Leste	DTSL
31001033	14	BH	Ipiranga	Nordeste	DTLE
31001041	67	BH	Ipiranga	Nordeste	DTLE
31001050	118	BH	Palmares	Nordeste	DTLE
31001068	7	BH	Minas Brasil	Noroeste	DTNO
31001076	65	BH	Santo André	Noroeste	DTNO
31001084	125	BH	Glória	Noroeste	DTNO
31001092	180	BH	Vila Oeste	Noroeste	DTNO
31001106	237	BH	Coqueiros	Noroeste	DTNO
31001114	284	BH	Alípio de Melo	Noroeste	DTNO
31001122	340	BH	Aparecida	Noroeste	DTNO
31001130	400	BH	Pe. Eustáquio	Noroeste	DTNO
31001149	33	BH	Vista Alegre	Oeste	DTOE
31001157	81	BH	Salgado Filho	Oeste	DTOE
31001165	139	BH	Cabana	Oeste	DTOE
31001173	192	BH	Cabana	Oeste	DTOE
31001181	247	BH	Calafate	Oeste	DTOE
31001190	304	BH	Gutierrez	Oeste	DTOE
31001203	54	BH	Indaiá	Pampulha	DTNO
31001211	97	BH	Nova Pampulha	Pampulha	DTNE
31001220	12	BH	Vila Pinho	Oeste	DTOE
31001238	58	BH	Flávio M. Lisboa	Barreiro	DTSO
31001246	106	BH	Stª Helena-Barreiro	Barreiro	DTSO
31001254	158	BH	Piratininga	Venda Nova	DTNE
31001262	211	BH	Regina	Barreiro	DTSO
31001270	263	BH	Lindéia	Barreiro	DTSO
31001289	39	BH	Paulo VI	Nordeste	DTLE
31001293	87	BH	São Gabriel	Nordeste	DTLE
31001300	3	BH	Floramar	Norte	DTNE

31001319	49	BH	Guarani	Norte	DTNE
31001327	95	BH	Minaslândia	Norte	DTNE
31001335	143	BH	Planalto	Norte	DTNE
31001343	5	BH	Santa Amélia	Pampulha	DTNE
31001351	22	BH	Rio Branco	Venda Nova	DTNE
31001360	70	BH	Santa Mônica	Venda Nova	DTNE
31001378	121	BH	Jardim Europa	Venda Nova	DTNE
31001382	173	BH	Céu Azul	Venda Nova	DTNE
31001390	223	BH	Serra Verde	Venda Nova	DTNE
31001815	34	BH	Cruzeiro	Centro Sul	DTSL
31001823	93	BH	Floresta	Leste	DTLE
31001831	152	BH	Anchieta	Centro Sul	DTSL
31001846	209	BH	Centro	Centro Sul	DTSL
31001854	266	BH	Santo Antônio	Centro Sul	DTSL
31001862	321	BH	Santo Agostinho	Centro Sul	DTSL
31001870	4	BH	Esplanada	Leste	DTSL
31001889	53	BH	São Geraldo	Leste	DTLE
31001897	99	BH	Stª Efigênia/Paraíso	Leste	DTSL
31001904	147	BH	Sagrada Família	Leste	DTLE
31001912	198	BH	Sagrada Família	Leste	DTLE
31001920	248	BH	Colégio Batista	Leste	DTLE
31001935	28	BH	Santa Cruz	Nordeste	DTLE
31001943	79	BH	Concórdia	Nordeste	DTLE
31001951	165	BH	Vl. Virginia/Palmares	Nordeste	DTLE
31001960	20	BH	Pe. Eustáquio	Noroeste	DTNO
31001978	80	BH	Pe. Eustáquio	Noroeste	DTNO
31001986	137	BH	Caiçara	Noroeste	DTNO
31001994	194	BH	Camargos	Oeste	DTOE
31002005	246	BH	Coqueiros	Noroeste	DTNO
31002013	298	BH	Jd. Montanhês	Noroeste	DTNO
31002021	354	BH	Pedreira Prado Lopes	Noroeste	DTNO
31002030	413	BH	Pe. Eustáquio	Noroeste	DTNO
31002048	165	BH	Vl.Barão H.de Melo	Oeste	DTOE
31002056	94	BH	Estoril	Oeste	DTOE
31002064	153	BH	Gameleira	Oeste	DTOE
31002072	205	BH	Nova Suíça	Oeste	DTOE
31002080	259	BH	Grajaú	Oeste	DTOE
31002099	316	BH	Gutierrez	Oeste	DTOE
31002102	58	BH	Universitário	Pampulha	DTNO
31002110	111	BH	Dona Clara	Pampulha	DTNO
31002129	25	BH	Santa Cruz-Barreiro	Barreiro	DTSO
31002137	71	BH	Independência	Barreiro	DTSO
31002145	118	BH	Olhos D'água	Barreiro	DTSO
31002153	170	BH	Conj João Paulo II	Barreiro	DTSO
31002161	223	BH	B.das Indústrias	Barreiro	DTSO
31002170	4	BH	Nazaré	Nordeste	DTLE
31002188	52	BH	Ribeiro de Abreu	Nordeste	DTLE
31002192	99	BH	Pirajá	Nordeste	DTLE

31002200	15	BH	Felicidade	Norte	DTNE
31002218	62	BH	Celestino	Norte	DTNE
31002226	105	BH	Providência	Norte	DTNE
31002234	156	BH	Vila Clóris	Norte	DTNE
31002242	15	BH	Copacabana	Venda Nova	DTNE
31002250	34	BH	Rio Branco	Venda Nova	DTNE
31002269	82	BH	Pq. Leblon	Venda Nova	DTNE
31002277	133	BH	Candelária	Venda Nova	DTNE
31002281	187	BH	Céu Azul	Venda Nova	DTNE
31002290	234	BH	Minascaixa	Venda Nova	DTNE
31002714	48	BH	Funcionários	Centro Sul	DTSL
31002722	108	BH	Cafezal	Centro Sul	DTSL
31002730	164	BH	Santo Antônio	Centro Sul	DTSL
31002745	226	BH	Sion	Centro Sul	DTSL
31002753	278	BH	Ed. JK	Centro Sul	DTSL
31002761	337	BH	São Bento	Centro Sul	DTSL
31002770	17	BH	Vera Cruz	Leste	DTSL
31002788	67	BH	Horto	Leste	DTLE
31002796	113	BH	Sagrada Família	Leste	DTLE
31002803	158	BH	Boa Vista	Leste	DTLE
31002811	210	BH	Stª Efigênia	Leste	DTSL
31002820	260	BH	Taquaril	Leste	DTSL
31002834	41	BH	Ipiranga/Stª Cruz	Nordeste	DTLE
31002842	91	BH	União	Nordeste	DTLE
31002850	143	BH	Vila São Paulo	Nordeste	DTLE
31002869	36	BH	Dom Bosco	Noroeste	DTNO
31002877	96	BH	Alto Pinheiros	Noroeste	DTNO
31002885	150	BH	Santo André	Noroeste	DTNO
31002893	207	BH	Conj. Califórnia	Noroeste	DTNO
31002900	258	BH	Alípio de Melo	Noroeste	DTNO
31002919	318	BH	Aparecida 7ª seção	Noroeste	DTNO
31002923	370	BH	Bonfim	Noroeste	DTNO
31002931	12	BH	Salgado Filho	Oeste	DTOE
31002940	60	BH	Estrela Dalva	Oeste	DTOE
31002958	108	BH	Palmeiras	Oeste	DTOE
31002966	164	BH	Jardim América	Oeste	DTOE
31002974	218	BH	Md. Gertrudes	Oeste	DTOE
31002982	275	BH	Gutierrez	Oeste	DTOE
31002990	16	BH	Paquetá	Pampulha	DTNO
31003001	73	BH	Conj. Sarandi	Pampulha	DTNO
31003010	124	BH	Stª Rosa/Universitário	Pampulha	DTNO
31003028	37	BH	Vila Pinho	Oeste	DTOE
31003036	82	BH	Vale do Jatobá	Barreiro	DTSO
31003044	132	BH	Independência	Barreiro	DTSO
31003052	186	BH	B.das Indústrias	Barreiro	DTSO
31003060	236	BH	Lindéia/Regina	Barreiro	DTSO
31003079	15	BH	Belmonte	Nordeste	DTLE
31003087	64	BH	São Gabriel	Nordeste	DTLE

31003091	113	BH	Goiânia	Nordeste	DTLE
31003109	26	BH	Floramar	Norte	DTNE
31003117	74	BH	Tupi	Norte	DTNE
31003125	116	BH	Minaslândia	Norte	DTNE
31003133	172	BH	Canaã	Norte	DTNE
31003141	28	BH	Itapoã	Pampulha	DTNE
31003150	45	BH	Lagoinha(V. Nova)	Venda Nova	DTNE
31003168	96	BH	Lagoa	Venda Nova	DTNE
31003176	146	BH	São João Batista	Venda Nova	DTNE
31003180	200	BH	Mantiqueira	Venda Nova	DTNE
31003199	248	BH	São João Batista	Venda Nova	DTNE
31600010	156	BH	Anchieta	Centro Sul	DTSL
31600026	240	BH	Lourdes	Centro Sul	DTSL
31600034	351	BH	Santo Agostinho	Centro Sul	DTSL
31600042	360	BH	Belvedere	Centro Sul	DTSL
31600050	20	BH	Silveira	Nordeste	DTLE
31600069	41	BH	Ipiranga	Nordeste	DTLE
31600077	4	BH	Pe. Eustáquio	Noroeste	DTNO
31600085	217	BH	Califórnia 2	Noroeste	DTNO
31600093	5	BH	Betânia	Oeste	DTOE
31600109	99	BH	Buritis	Oeste	DTOE
31600115	4	BH	Engenho Nogueira	Pampulha	DTNO
31600123	15	BH	Paquetá	Pampulha	DTNO
31600131	41	BH	Bandeirantes	Pampulha	DTNO
31600140	52	BH	Liberdade	Pampulha	DTNO
31600158	68	BH	Manacás	Pampulha	DTNO
31600166	33	BH	Planalto	Norte	DTNE
31600174	14	BH	Letícia	Venda Nova	DTNE
31600182	146	BH	São João Batista	Venda Nova	DTNE
31600433	45	BH	Savassi	Centro Sul	DTSL
31600441	361	BH	Belvedere	Centro Sul	DTSL
31600450	201	BH	Santa Inês	Leste	DTLE
31600468	202	BH	Santa Maria	Oeste	DTOE
31600476	96	BH	Buritis	Oeste	DTOE
31600486	174	BH	Estoril	Oeste	DTOE
31600494	267	BH	Calafate	Oeste	DTOE
31600506	13	BH	Castelo	Pampulha	DTNO
31600514	67	BH	Manacás	Pampulha	DTNO
31600522	90	BH	Urca	Pampulha	DTNO
31600530	38	BH	Vila Pinho	Oeste	DTOE
31600549	38	BH	Vila Pinho	Oeste	DTOE
31600557	110	BH	Milionários	Barreiro	DTSO
31600565	60	BH	Cenáculo/Jd. Europa	Venda Nova	DTNE
31600575	274	BH	Lourdes	Centro Sul	DTSL
31600583	361	BH	Belvedere	Centro Sul	DTSL
31600591	361	BH	Belvedere	Centro Sul	DTSL
31600603	198	BH	Sagrada Família	Leste	DTLE

ANEXO III



ENCAMINHADO AOS CUIDADOS
DE THIAGO HEURICOF DE OLIVEIRA SECUNDINO
TEL.: 3506-3748 - AV. BARBACENA, 1200 - 21º ANDAR
CEL.: 0434-7786 → 3506-3442
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

ESCOLA DE ENGENHARIA

Centro de Pesquisas Hidráulicas e de Recursos Hídricos / CPH

031 3409-4821 – Belo Horizonte – MG



Ofício UFMG-CPH nº 0324-2008

Belo Horizonte, 24 de Março de 2008

À CEMIG – Centrais Elétricas de Minas Gerais S.A.
Att.: Gerência RC – FA

Prezados Senhores,

Por meio desta, nos dirigimos a essa instituição a fim de solicitar informações que subsidiarão pesquisa acadêmica que ora se encontra em andamento no Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG.

Trata-se da Tese de Doutorado desenvolvida pelo aluno David Montero Dias, que objetiva avaliar os impactos da renda sobre o consumo de energia elétrica em domicílios residenciais de Belo Horizonte.

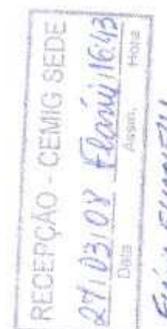
Para tal, os dados necessários são os consumos de energia elétrica, categoria residencial, segundo cada bairro do município de Belo Horizonte, informados mensalmente desde o ano de 2002.

Desde já, o pesquisador e seu orientador assumem expressamente o compromisso de que as informações serão utilizadas exclusivamente para o fim acadêmico aqui especificado, não sendo repassados a terceiros e tampouco aplicados a outros objetivos.

Certos de vossa contribuição para o desenvolvimento científico social, somos,
Atenciosamente,


David Montero Dias
Doutorando


Prof. Carlos Barrreira Martinez
Orientador



CPH – Av. Antônio Carlos 6627, Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG – CEP 31270-901

Consumos residenciais mensais, segundo cada agência operacional da CEMIG, em kWh

	88011	88012	88013	88014	88015	88016	88017	88018	88019	88020	88021
jul/02	14.768.188	8.485.202	11.729.988	8.877.493	12.241.086	2.158.955	9.395.104	14.325.439	8.392.699	11.149.126	5.617.214
ago/02	16.493.341	9.619.945	12.729.614	9.999.428	14.158.758	2.444.813	10.543.304	15.686.102	9.456.547	12.606.857	6.631.789
set/02	15.160.637	8.971.194	12.137.606	9.193.527	12.909.383	2.233.076	9.778.994	14.736.054	8.709.671	11.724.875	5.623.886
out/02	15.671.155	9.192.142	12.849.751	9.359.347	13.267.409	2.334.016	10.076.192	14.862.001	8.959.023	11.993.604	5.879.305
nov/02	16.386.466	9.606.517	12.932.241	9.764.867	13.743.208	2.429.957	10.350.985	15.387.711	9.231.542	12.358.774	6.217.381
dez/02	14.620.390	8.760.502	12.046.034	8.913.927	12.426.608	2.206.424	9.588.676	14.353.547	8.592.691	11.441.849	5.513.529
jan/03	17.250.245	10.042.524	13.360.639	10.313.055	14.887.160	2.417.744	10.929.071	15.874.508	9.906.853	13.441.177	6.752.008
fev/03	16.702.106	9.705.374	12.630.102	9.987.377	14.323.478	2.520.942	10.702.196	15.753.983	9.625.353	13.038.368	6.721.444
mar/03	16.061.873	9.276.845	12.367.524	9.506.947	13.623.987	2.362.706	10.234.509	15.024.732	9.163.844	12.553.822	6.278.200
abr/03	15.086.222	8.826.708	11.915.569	9.341.615	12.812.582	2.351.726	9.912.570	14.778.312	8.802.196	11.826.504	6.182.442
mai/03	17.245.297	9.969.932	13.719.165	10.387.247	14.770.796	2.549.827	10.891.516	16.930.374	9.920.372	13.708.862	6.772.117
jun/03	15.774.368	9.031.595	12.719.040	9.697.344	13.446.789	2.479.285	10.106.364	15.862.207	9.146.428	12.388.350	6.431.233
jul/03	15.546.301	8.964.190	12.752.392	9.416.410	13.339.618	2.376.729	10.022.975	15.624.398	8.952.513	12.380.436	6.097.241
ago/03	16.141.428	9.343.741	12.843.759	9.928.713	13.693.360	2.471.465	10.230.663	16.278.911	9.253.580	12.420.992	6.513.010
set/03	14.922.920	8.626.931	11.961.133	9.063.243	12.786.842	2.277.882	9.564.442	14.905.891	8.597.254	11.898.338	5.854.546
out/03	15.986.797	9.252.069	12.928.420	9.848.525	14.102.539	2.507.010	10.228.038	16.033.439	9.273.742	12.780.258	6.178.862
nov/03	17.838.235	9.864.469	14.237.555	10.882.705	15.333.626	2.630.755	10.626.254	20.174.253	12.085.995	13.958.701	6.390.294
dez/03	14.865.846	8.341.850	13.925.252	11.281.937	14.115.463	2.246.016	9.178.812	16.362.054	9.194.202	13.333.005	7.062.965
jan/04	18.658.242	10.979.956	14.154.222	12.436.622	17.785.467	2.899.309	11.951.954	15.796.503	9.522.809	13.146.964	7.763.947
fev/04	19.302.872	9.401.568	14.082.299	9.842.552	12.623.911	2.623.216	9.910.525	18.682.471	11.888.440	14.253.208	7.027.025
mar/04	15.029.697	8.819.263	12.517.524	9.453.683	13.364.592	2.332.833	9.690.018	15.335.736	8.827.222	12.256.575	5.980.593
abr/04	15.058.294	8.794.917	12.649.793	9.275.368	13.029.003	2.445.888	9.658.546	15.770.501	9.066.788	12.437.629	5.863.816
mai/04	14.561.293	8.350.666	12.487.203	9.390.356	12.549.080	2.359.942	9.472.811	15.048.662	8.605.250	11.785.861	5.826.563
jun/04	14.650.820	8.430.047	12.970.435	9.525.067	12.926.102	2.374.333	9.519.826	16.366.629	8.917.601	12.192.590	5.888.891
jul/04	14.324.138	8.318.206	12.309.577	8.976.876	11.652.257	2.149.619	9.404.464	15.250.580	8.359.880	11.556.190	5.504.165
ago/04	14.092.476	8.121.033	12.255.823	9.159.271	11.882.381	2.230.064	9.126.285	15.361.675	8.313.135	11.444.647	5.627.559
set/04	15.131.880	8.806.396	13.093.143	9.754.511	12.912.261	2.459.701	9.895.903	16.251.825	8.880.652	12.191.220	5.884.730
out/04	15.074.243	8.506.042	12.450.451	9.507.109	13.394.989	2.520.132	9.504.512	15.524.958	8.788.832	12.013.844	5.888.692
nov/04	14.328.160	8.078.489	11.832.843	9.120.326	11.983.724	2.288.367	9.012.173	14.660.948	8.248.178	11.512.938	5.613.689
dez/04	14.941.578	8.495.315	12.848.029	9.488.583	12.625.007	2.391.212	9.621.726	16.123.715	8.767.614	12.281.578	5.752.497
jan/05	15.262.560	8.621.611	12.505.336	9.676.576	12.658.252	2.262.658	9.564.441	15.187.962	8.820.244	12.358.434	6.015.747
fev/05	15.302.919	7.981.233	11.183.740	8.626.739	11.577.448	2.192.259	8.637.586	14.129.719	8.035.346	11.261.498	5.235.377
mar/05	13.659.905	7.973.174	11.887.114	8.950.053	11.631.030	2.305.894	8.794.471	14.176.118	7.641.748	10.728.699	5.599.593
abr/05	14.743.149	8.825.508	12.556.734	9.392.006	12.862.338	2.479.157	9.719.696	15.910.061	8.876.279	12.404.251	5.675.676
mai/05	14.084.307	8.162.188	12.585.702	9.312.350	12.016.906	2.319.789	9.170.290	16.250.561	8.914.575	12.104.472	5.779.220
jun/05	15.030.655	8.604.183	13.402.901	9.749.003	12.618.951	2.486.654	9.614.608	16.190.346	8.558.511	12.022.231	5.994.814
jul/05	13.888.765	8.373.620	12.795.557	9.287.713	12.148.599	2.450.828	9.324.924	15.957.285	8.481.053	11.786.597	5.584.379
ago/05	13.613.717	7.923.100	12.170.731	8.972.373	11.529.736	2.273.011	8.714.425	15.020.544	8.101.679	11.175.711	5.606.726
set/05	14.919.430	8.467.684	13.128.241	9.310.414	12.529.738	2.462.375	9.510.495	16.547.583	8.637.935	12.008.913	5.466.000
out/05	14.414.121	8.319.728	12.308.055	9.481.249	12.197.044	2.436.697	9.195.808	15.322.356	8.423.970	11.577.465	5.727.229
nov/05	14.476.513	8.286.484	12.867.910	9.449.078	12.068.324	2.409.947	9.017.568	15.817.481	8.540.566	11.725.840	5.744.411
dez/05	15.413.375	8.043.870	12.472.143	9.160.708	12.044.006	2.349.621	9.097.715	15.915.957	8.589.717	12.105.510	5.563.531
jan/06	14.004.151	8.546.370	12.814.270	9.549.413	12.572.902	2.300.032	9.387.716	15.590.320	8.440.012	11.793.688	5.956.371
fev/06	13.225.522	7.215.315	10.646.340	8.100.141	10.602.296	2.084.722	8.201.862	12.963.630	7.946.094	11.395.402	4.977.928
mar/06	15.053.680	8.526.509	12.937.698	9.640.144	12.647.053	2.481.889	9.392.519	16.262.182	8.689.018	11.935.911	5.814.281
abr/06	14.075.160	8.048.156	11.865.114	8.956.194	11.718.407	2.346.209	8.727.718	15.306.518	8.050.522	11.484.546	5.417.975
mai/06	14.624.399	8.438.228	12.760.499	9.466.560	12.318.387	2.375.366	9.254.685	16.182.176	8.514.883	12.099.316	5.792.506
jun/06	14.821.247	8.454.251	12.810.602	9.472.871	12.244.081	2.462.103	9.313.340	16.439.117	8.729.784	12.020.732	5.728.513
jul/06	14.402.100	8.058.924	12.848.499	9.328.627	11.811.934	2.326.216	8.888.340	15.617.134	8.843.016	11.800.169	5.650.015
ago/06	13.688.051	7.921.791	11.655.934	8.635.880	11.616.596	2.272.580	8.747.854	14.172.266	8.229.902	10.708.448	5.294.344
set/06	15.763.572	8.344.771	13.608.260	9.933.530	12.418.835	2.451.557	9.286.828	16.365.622	9.744.895	12.564.066	6.119.307
out/06	14.293.163	7.972.057	12.326.097	9.164.317	11.750.919	2.318.094	8.835.874	14.688.021	8.711.889	11.181.871	5.452.118
nov/06	14.883.623	8.221.205	12.720.277	9.427.120	12.302.180	2.408.806	9.099.885	15.435.474	9.069.158	11.965.012	5.635.866
dez/06	15.024.766	8.109.541	12.774.283	9.333.126	12.078.661	2.426.162	9.037.921	15.624.275	9.285.417	11.894.762	5.720.762
jan/07	15.682.904	8.739.679	13.074.291	9.702.620	12.818.882	2.334.535	9.525.457	15.752.174	9.389.453	12.283.016	6.027.942

**Consumos residenciais mensais, segundo cada regional administrativa de Belo Horizonte, em
kWh**

	V.N.Norte	Nordeste	Pampulha	Leste	Noroeste	CentroSul	Oeste	Barreiro	Totais
jul/02	17071210	9216962	7982256	11445955	17007023	27316360	11093488	6970142	108103396
ago/02	19175673	10506421	9059692	12947704	19564801	29962131	12260587	7880628	121357637
set/02	17605479	9711535	8247348	11932395	17641281	28009869	11510292	7338515	111996714
out/02	18161423	9948722	8455426	12250114	18192740	28662419	12024498	7530524	115225866
nov/02	18961191	10300615	8828008	12658234	18929517	29486072	12241537	7834107	119239282
dez/02	16980762	9435492	7988693	11687388	17189729	27458238	11356414	7174036	109270752
jan/03	20049611	11106766	9383069	13560746	20394897	30853322	12748600	8211329	126308339
fev/03	19394698	10737292	9104464	13202808	19906497	30166898	12326036	7963664	122802356
mar/03	18606525	10282895	8663790	12592207	18912699	29031781	11903178	7613009	117606083
abr/03	17541358	9699089	8388054	12066072	18122240	28275839	11519437	7278539	112890628
mai/03	20033014	11170230	9411050	13675572	20441045	32264844	12928906	8160262	128084924
jun/03	18340891	10123356	8735473	12585332	18841757	30105567	12025854	7440230	118198458
jul/03	18072056	10079917	8511383	12373684	18483256	29692511	11964231	7383109	116560147
ago/03	18755264	10260485	8924787	12720157	19102496	30631364	12147996	7652377	120194926
set/03	17347483	9681432	8180780	11884335	17732674	28277587	11326318	7089047	111519655
out/03	18685904	10488152	8860025	12862632	19068435	30460461	12195313	7596849	120217771
nov/03	20753542	11389781	9717083	15300567	20313522	36728089	13040566	8043932	135287081
dez/03	17894645	10530438	9598544	13087124	19573557	31572423	11988515	6840872	121086118
jan/04	22215005	11901144	11027276	13990400	22609686	31719772	13812767	8978364	136254414
fev/04	21373750	10737575	9168008	14816527	19737908	34835798	12574788	7623046	130867399
mar/04	17617698	10007631	8463359	12256200	18237270	29248911	11662246	7229561	114722875
abr/04	17549570	9991286	8325986	12430782	18071185	29850449	11738569	7208659	115266282
mai/04	17023533	9521748	8280200	11911322	17508144	28883336	11537270	6904962	111570514
jun/04	17199718	9794571	8403559	12278258	17863065	30637009	11784900	6961993	114923075
jul/04	16568707	9199181	7911702	11479612	16816254	28682843	11356651	6871816	108886767
ago/04	16433595	9172661	8021255	11495847	16853663	28828003	11203596	6697877	108706497
set/04	17664321	9865832	8564379	12312542	18023494	30649249	12072571	7263018	116415407
out/04	17671883	9855493	8483782	12237807	17975816	29486002	11586224	7004528	114301534
nov/04	16660138	9216804	8033405	11486482	16864208	27892917	10961985	6649528	107765466
dez/04	17395709	9767946	8363825	11272495	17711422	30273083	11790926	7021534	114496940
jan/05	17719441	9832259	8532731	12218876	17984658	29115526	11566641	7085855	114055986
fev/05	17382128	8995208	7786713	11147783	16199345	26710625	10441033	6516257	105179090
mar/05	15962628	8793872	7844059	10846672	16378812	27109689	10877911	6542799	104356441
abr/05	17250103	9942387	8307903	12309426	17862656	29944566	11740110	7239244	114596395
mai/05	16476110	9478453	8133179	12115072	17279829	30301838	11403162	6731371	111919014
jun/05	17513730	9684467	8538684	12038832	17844494	30595353	12065336	7085431	115366327
jul/05	16322765	9426513	8085250	11802599	17129996	29932645	11621957	6889157	111210881
ago/05	15904148	8937338	7841541	11240752	16475850	28291301	10951666	6496745	106139341
set/05	17329997	9629537	8220024	12005134	17305788	30807428	11877193	6982709	114157810
out/05	16834305	9344193	8260825	11742848	17152120	29014677	11327328	6830998	110507295
nov/05	16859888	9364714	8240684	11830006	17122396	29867996	11473206	6775404	111534294
dez/05	17654945	9461980	8160622	11893087	17064535	29646779	11321094	6645865	111848905
jan/06	16550728	9569975	8325867	11814142	17647425	29502862	11619675	7005365	112036039
fev/06	15238450	8651798	7179542	10914479	15423962	24991100	9927294	5969561	98296185
mar/06	17523744	9641429	8462287	12087133	17599608	30460600	11732416	6994409	114501627
abr/06	16354755	9133051	7870150	11323108	16517873	28441652	10843409	6574437	107058435
mai/06	17045621	9606969	8296435	11923935	17471143	30174963	11544911	6913874	112977850
jun/06	17208859	9560151	8302240	12063507	17381088	30503992	11625739	6935219	113580795
jul/06	16723571	9284836	8133219	11976355	16900619	29675779	11368276	6613022	110675677
ago/06	15937947	8771886	7642556	11165364	16085280	27060619	10738264	6502645	103904562
set/06	18161011	9799289	8702902	12942581	17936088	31370633	11966943	6864228	117743675
out/06	16588678	9004890	8004384	11703363	16464157	28349151	11101903	6550409	107766934
nov/06	17269765	9505791	8277520	12253134	17203216	29538717	11451703	6752700	112252545
dez/06	17337991	9399478	8235020	12344895	17134734	29884037	11447133	6673309	112456596
jan/07	18133783	9865863	8605680	12611540	18038715	30270437	11822793	7148899	116497709
fev/07	15775673	8452440	7583966	10957470	15469249	26203645	10164651	6068439	100675533
mar/07	17042782	9397886	8199037	12112340	17076570	29230498	11458126	6760015	111277254
abr/07	16793897	9128069	8105623	11823089	16794116	28579711	11206679	6535267	108966450
mai/07	18144114	10047679	8717577	13014027	18057908	31545215	12231470	7182203	118940193
jun/07	17035286	9189837	8249803	11883156	16965516	29297662	11721167	6916029	111258456
jul/07	17152376	9465630	8272090	12370803	17088023	30001657	11517467	6581534	112449579
ago/07	17602271	9488357	8456063	12286363	17373267	29913245	11802220	6940269	113862054
set/07	16872376	9255490	8146379	11968655	16800571	28804554	11234938	6600070	109683032
out/07	17385828	9559073	8435325	12369549	17405052	30430624	11592562	6889171	114067185
nov/07	17546350	9525491	8509884	12356994	17514646	29974215	11828438	6700834	113956852
dez/07	15569020	8592822	7421680	11165280	15503353	26560489	10566479	6132949	101512071
jan/08	19307642	10576283	9260786	13580179	19331132	32097575	12696505	7677890	124527990
fev/08	16649421	8870047	7997201	11396857	16160690	27085780	10727811	6347138	105234944
mar/08	15145653	8313875	7367993	10807066	15590939	26441403	10584705	6114328	100365962
abr/08	15768897	8725485	7443839	11091920	15484287	25812011	9979820	5872112	100178370
mai/08	21227249	11510587	9988012	14935837	20758052	34848408	13741500	8376515	135386160
jun/08	19000109	10378366	9362937	13583073	19074048	32005931	12799400	7661785	123865648
jul/08	19064459	10432581	9172510	13438527	19026452	32140436	12828293	7488610	123591869
ago/08	18715024	10261535	9036038	13226533	18526356	30961937	12298961	7493130	120519514
set/08	17427530	9716691	8436872	12463182	17613456	29797605	11620869	6937353	114013558
out/08	18209879	9788924	8587193	12476123	17701472	28823947	11694734	6851200	114133472
nov/08	19708855	10693409	9418359	13765487	19326417	32453607	12889038	7726324	125981496
dez/08	16914015	8896642	7962312	11410658	16308419	27351286	10887033	6482801	106213166
jan/09	20416719	11431984	9848969	14621501	20551063	33086692	13271932	8070926	131299785
fev/09	18015773	9514903	8487173	11687509	19275059	27239000	11007953	6779034	110006405
mar/09	20509196	10636465	9465951	13532582	17237151	30570195	12443218	7671159	120465916
abr/09	19070383	10233364	9016392	13090543	18637460	30827357	12443089	7328028	120646615

ANEXO IV



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
Centro de Pesquisas Hidráulicas e de Recursos Hídricos / CPH
031 3409-4821 – Belo Horizonte – MG



Ofício UFMG-CPH nº 0924/08

Belo Horizonte, 24 de Setembro de 2008

Ao DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgotos - Porto Alegre

Att.: Diretoria Geral - Sr. Flávio Presser

Prezados Senhores,

Por meio desta, nos dirigimos a essa Instituição a fim de solicitar informações que subsidiarão pesquisa acadêmica que ora se encontra em andamento no Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais.

Trata-se da Tese de Doutorado desenvolvida pelo aluno David Montero Dias, que objetiva avaliar os impactos da renda sobre o consumo de água em domicílios residenciais do município de Porto Alegre.

Para tal, os dados necessários são os consumos médios hidrometrados de água, categoria residencial, segundo cada bairro ou região operacional do município de Porto Alegre, informados mensalmente desde o ano de 2002. Caso não seja possível informar os consumos médios por bairro e sim por regiões operacionais, far-se-ia necessário informar quais são os bairros que compõem cada região operacional.

Desde já, o pesquisador e seu orientador assumem expressamente o compromisso de que as informações serão utilizadas exclusivamente para o fim acadêmico aqui especificado, não sendo repassados a terceiros e tampouco aplicados a outros objetivos.

Ficamos a disposição para dirimir quaisquer dúvidas que se apresentem através dos endereços eletrônicos: david.dias@ibge.gov.br ou martinez@ccc.ufmg.br, além do telefone 31-3409-4821 e fax 31-3409-4823.

Certos de vossa contribuição para o desenvolvimento científico e social, somos,
Atenciosamente,


David Montero Dias

Doutorando


Prof. Carlos Barreira Martinez

Orientador

CPH – Av. Antônio Carlos 6627, Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG – CEP: 31270-901

Tabela contendo os dados de consumo de água micromedido da capital Porto Alegre.

Fonte: DMAE, 2009.



PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE
DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS



CONSUMO MEDIDO CATEGORIA RESIDENCIAL								
MÊS	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
JANEIRO	6.795.680	6.778.109	6.500.475	6.688.817	6.573.353	6.749.380	6.924.427	6.710.920
FEVEREIRO	6.312.412	6.338.258	6.253.533	6.416.598	6.557.284	6.574.328	6.626.529	6.333.592
MARÇO	6.981.362	6.659.371	6.457.193	6.541.355	6.662.438	6.669.982	6.772.607	6.328.443
ABRIL	7.033.871	6.924.607	6.830.689	6.521.600	6.718.483	6.857.898	6.924.607	6.896.556
MAIO	6.347.726	6.382.177	6.270.811	6.355.859	6.462.891	6.700.440	6.601.053	
JUNHO	6.200.567	6.331.455	6.173.740	6.288.372	6.349.455	6.268.362	6.173.164	
JULHO	6.297.004	6.088.985	6.085.978	6.184.372	6.194.519	6.132.710	6.290.448	
AGOSTO	6.158.055	6.095.169	5.973.723	6.290.484	6.161.428	6.036.045	5.935.827	
SETEMBRO	6.358.819	6.293.097	6.282.171	6.078.256	6.110.755	6.222.065	6.090.258	
OUTUBRO	6.691.017	6.322.740	6.418.050	6.279.167	6.333.269	6.300.555	6.509.239	
NOVEMBRO	6.877.107	6.571.083	6.594.313	6.594.230	6.766.654	6.567.849	6.688.721	
DEZEMBRO	7.063.135	6.693.978	7.001.539	7.234.492	7.026.069	7.028.955	6.952.091	

FONTE: Relatório Mensal TIES 0304
AST/C - SCLE

DVC -

ANEXO V



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG
ESCOLA DE ENGENHARIA
Centro de Pesquisas Hidráulicas e Recursos Hídricos / CPH
Tel.: (31) 3409-4821 – Fax: (31) 3409-4823



Ofício UFMG-CPH nº 1128-1/2008

Belo Horizonte, 28 de Novembro de 2008

À **CEEE-D – Companhia Estadual e Distribuição de Energia Elétrica.**

Att.: **Gerência da Divisão de Gestão**
Sr. Eduardo André da Silva Neto

Prezados Senhores,

Por meio desta, nos dirigimos a essa Instituição a fim de solicitar dados que subsidiarão pesquisa acadêmica que ora se encontra em andamento no Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG.

Trata-se da Tese de Doutorado desenvolvida pelo aluno David Montero Dias, que objetiva avaliar os impactos da renda sobre o consumo de energia elétrica em domicílios residenciais de Porto Alegre.

Os dados necessários são os consumos médios de energia elétrica, categoria residencial, segundo cada bairro do município de Porto Alegre, informados mensalmente desde o ano de 2002.

Caso a desagregação em nível de bairros não se faça viável, informação agregada por setores operacionais também atenderiam, desde que acompanhadas da lista de bairros que compõem cada setor.

Desde já, o pesquisador e seu orientador assumem expressamente o compromisso de que as informações serão utilizadas exclusivamente para o fim acadêmico aqui especificado, não sendo repassados a terceiros e tampouco aplicados a outros objetivos.

Certos de vossa contribuição para o desenvolvimento científico social, somos,

Atenciosamente,

David Montero Dias
Doutorando

Prof. Carlos Barreira Martinez
Orientador

CPH – Av. Antônio Carlos 6627, Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG – CEP: 31270-901

**Consumos residenciais mensais de energia elétrica, segundo cada sucursal de Porto Alegre
em kWh**

Sucursal	Quantidade de Instalações	Consumo Total do Período (kWh)	Média de consumo por instalação (kWh)	Período de Copetência (Mês/Ano)
1801	42335	7.686.119,94	181,55	12/2008
1802	29949	5.830.176,41	194,67	12/2008
1803	36883	6.922.849,14	187,70	12/2008
1804	17657	4.060.043,30	229,94	12/2008
1805	22705	5.105.731,01	224,87	12/2008
1801	142480	26.826.307,62	188,28	11/2008
1802	93914	16.604.953,07	176,81	11/2008
1803	105340	18.479.668,95	175,43	11/2008
1804	60020	14.364.720,24	239,33	11/2008
1805	72432	16.007.634,36	221,00	11/2008
1801	142554	27.567.093,62	193,38	10/2008
1802	94185	16.645.108,20	176,73	10/2008
1803	105303	18.731.566,18	177,88	10/2008
1804	60125	14.587.042,85	242,61	10/2008
1805	72447	16.523.670,36	228,08	10/2008
1801	142316	28.375.991,60	199,39	09/2008
1802	94004	16.873.741,36	179,50	09/2008
1803	105288	19.112.679,26	181,53	09/2008
1804	60077	15.370.604,91	255,85	09/2008
1805	72401	17.204.056,37	237,62	09/2008
1801	142141	28.779.993,36	202,47	08/2008
1802	94009	17.116.913,46	182,08	08/2008
1803	105128	19.348.346,41	184,05	08/2008
1804	59939	15.320.223,90	255,60	08/2008
1805	72215	17.364.218,54	240,45	08/2008
1801	142270	30.322.577,01	213,13	07/2008
1802	94127	17.491.011,90	185,82	07/2008
1803	105588	19.847.531,07	187,97	07/2008
1804	59991	16.888.196,95	281,51	07/2008
1805	72329	18.721.364,55	258,84	07/2008
1801	142008	29.093.386,66	204,87	06/2008
1802	94018	16.946.448,22	180,25	06/2008
1803	105225	19.384.520,01	184,22	06/2008
1804	59719	15.693.597,75	262,79	06/2008
1805	72171	17.607.426,55	243,97	06/2008
1801	141751	27.587.054,88	194,62	05/2008
1802	93821	16.920.834,25	180,35	05/2008
1803	105269	18.876.329,36	179,32	05/2008
1804	59558	14.550.786,22	244,31	05/2008
1805	72067	16.498.440,56	228,93	05/2008
1801	143245	28.505.134,22	199,00	04/2008
1802	94886	17.675.504,63	186,28	04/2008

1803	105805	19.429.889,03	183,64	04/2008
1804	59644	15.235.165,55	255,44	04/2008
1805	72322	17.132.317,21	236,89	04/2008
1801	141281	28.413.402,36	201,11	03/2008
1802	93375	17.436.067,98	186,73	03/2008
1803	104952	19.538.376,94	186,16	03/2008
1804	59353	15.348.090,51	258,59	03/2008
1805	71796	16.722.816,21	232,92	03/2008
1801	140501	26.709.267,66	190,10	02/2008
1802	93406	16.449.732,75	176,11	02/2008
1803	104836	18.624.959,34	177,66	02/2008
1804	59362	14.104.405,22	237,60	02/2008
1805	71662	15.561.776,21	217,16	02/2008
1801	140907	31.879.975,59	226,25	01/2008
1802	93602	19.594.509,20	209,34	01/2008
1803	105320	21.420.029,94	203,38	01/2008
1804	59578	17.098.727,16	287,00	01/2008
1805	71691	19.169.208,20	267,39	01/2008
1801	140907	26.499.866,70	188,07	12/2007
1802	93458	16.180.122,28	173,13	12/2007
1803	105111	18.460.918,99	175,63	12/2007
1804	59421	13.974.975,32	235,19	12/2007
1805	71685	15.631.654,90	218,06	12/2007
1801	140623	26.785.037,43	190,47	11/2007
1802	93223	16.546.733,74	177,50	11/2007
1803	104994	18.756.086,00	178,64	11/2007
1804	59408	14.074.781,65	236,92	11/2007
1805	71540	15.975.699,81	223,31	11/2007
1801	140679	27.169.925,15	193,13	10/2007
1802	93039	16.364.466,92	175,89	10/2007
1803	104996	18.742.128,66	178,50	10/2007
1804	59114	14.127.944,11	238,99	10/2007
1805	71634	16.047.010,42	224,01	10/2007
1801	140328	28.376.925,12	202,22	09/2007
1802	92906	16.844.749,59	181,31	09/2007
1803	104742	19.232.296,36	183,62	09/2007
1804	59278	15.635.612,99	263,77	09/2007
1805	71479	17.449.583,76	244,12	09/2007
1801	140262	31.617.080,12	225,41	08/2007
1802	92996	18.076.689,93	194,38	08/2007
1803	104918	20.449.282,69	194,91	08/2007
1804	58902	17.768.196,48	301,66	08/2007
1805	71418	19.494.262,35	272,96	08/2007
1801	140097	30.338.453,78	216,55	07/2007
1802	92925	16.914.567,58	182,02	07/2007
1803	105084	19.691.642,34	187,39	07/2007
1804	58829	16.382.391,14	278,47	07/2007
1805	71384	18.606.319,01	260,65	07/2007

1801	140005	29.533.060,46	210,94	06/2007
1802	92906	17.002.859,47	183,01	06/2007
1803	105043	19.658.941,35	187,15	06/2007
1804	58613	16.686.461,28	284,69	06/2007
1805	71396	18.184.819,20	254,70	06/2007
1801	140117	29.110.134,48	207,76	05/2007
1802	92894	17.555.669,38	188,99	05/2007
1803	104929	20.035.571,33	190,94	05/2007
1804	58609	15.355.104,32	261,99	05/2007
1805	71246	17.403.040,25	244,27	05/2007
1801	139586	30.619.306,60	219,36	04/2007
1802	92931	18.982.694,36	204,27	04/2007
1803	104920	20.720.803,14	197,49	04/2007
1804	58463	17.047.457,33	291,59	04/2007
1805	71062	18.572.288,21	261,35	04/2007
1801	139633	28.946.436,81	207,30	03/2007
1802	92802	17.108.856,97	184,36	03/2007
1803	104964	19.412.756,50	184,95	03/2007
1804	58440	15.321.600,67	262,18	03/2007
1805	70963	17.113.100,00	241,16	03/2007
1801	138751	27.402.272,14	197,49	02/2007
1802	92546	17.009.185,30	183,79	02/2007
1803	104459	18.819.129,18	180,16	02/2007
1804	58058	14.610.683,99	251,66	02/2007
1805	70693	16.175.031,85	228,81	02/2007
1801	139101	31.328.317,83	225,22	01/2007
1802	92643	18.796.610,71	202,89	01/2007
1803	104780	21.209.474,28	202,42	01/2007
1804	58215	17.231.174,00	295,99	01/2007
1805	70819	19.058.368,92	269,11	01/2007
1801	139056	28.215.034,50	202,90	12/2006
1802	92479	16.795.484,36	181,61	12/2006
1803	104646	18.884.119,14	180,46	12/2006
1804	58018	14.755.808,34	254,33	12/2006
1805	70814	16.352.603,76	230,92	12/2006
1801	139323	27.139.333,05	194,79	11/2006
1802	92855	16.353.557,36	176,12	11/2006
1803	105126	18.756.951,57	178,42	11/2006
1804	58062	13.847.144,60	238,49	11/2006
1805	70868	15.425.099,43	217,66	11/2006
1801	139058	26.189.820,59	188,34	10/2006
1802	92452	15.786.713,69	170,76	10/2006
1803	104604	18.019.530,81	172,26	10/2006
1804	57941	13.647.531,29	235,54	10/2006
1805	70608	15.641.128,03	221,52	10/2006
1801	138765	27.707.889,58	199,67	09/2006
1802	92452	16.479.072,76	178,24	09/2006
1803	104450	18.608.398,04	178,16	09/2006

1804	57858	15.253.837,94	263,64	09/2006
1805	70622	16.921.853,44	239,61	09/2006
1801	138967	27.024.263,98	194,47	08/2006
1802	92573	15.928.059,70	172,06	08/2006
1803	104878	18.225.025,80	173,77	08/2006
1804	57933	14.178.131,03	244,73	08/2006
1805	70740	16.001.043,18	226,20	08/2006
1801	139367	27.693.291,67	198,71	07/2006
1802	92590	16.543.292,36	178,67	07/2006
1803	104768	18.766.013,05	179,12	07/2006
1804	57851	14.848.765,35	256,67	07/2006
1805	70576	16.447.866,52	233,05	07/2006
1801	139445	27.636.291,94	198,19	06/2006
1802	92352	16.155.062,77	174,93	06/2006
1803	104723	18.586.160,95	177,48	06/2006
1804	57758	14.454.137,38	250,25	06/2006
1805	70481	16.276.651,85	230,94	06/2006
1801	139262	25.516.543,84	183,23	05/2006
1802	92402	15.700.686,37	169,92	05/2006
1803	104488	17.756.114,23	169,93	05/2006
1804	57676	13.353.879,70	231,53	05/2006
1805	70644	15.233.984,75	215,64	05/2006
1801	140163	28.384.581,52	202,51	04/2006
1802	92128	17.075.164,70	185,34	04/2006
1803	104371	19.389.644,01	185,78	04/2006
1804	57534	14.967.359,02	260,15	04/2006
1805	70265	16.627.700,46	236,64	04/2006
1801	140358	27.465.069,93	195,68	03/2006
1802	92170	16.608.805,04	180,20	03/2006
1803	104678	18.653.154,88	178,20	03/2006
1804	57609	13.884.141,24	241,01	03/2006
1805	70320	15.569.454,28	221,41	03/2006
1801	139960	27.845.861,40	198,96	02/2006
1802	91882	17.071.952,02	185,80	02/2006
1803	103926	19.204.504,93	184,79	02/2006
1804	57394	14.851.448,57	258,76	02/2006
1805	70067	16.457.345,62	234,88	02/2006
1801	140001	29.273.440,23	209,09	01/2006
1802	91996	17.498.256,69	190,21	01/2006
1803	104419	19.733.535,94	188,98	01/2006
1804	57441	15.292.840,59	266,24	01/2006
1805	70148	16.840.942,71	240,08	01/2006
1801	140211	27.892.496,23	198,93	12/2005
1802	92077	16.657.245,25	180,91	12/2005
1803	104568	19.007.682,89	181,77	12/2005
1804	57477	14.555.292,70	253,24	12/2005
1805	70181	16.394.304,68	233,60	12/2005
1801	139997	26.288.775,64	187,78	11/2005

1802	91949	15.889.367,41	172,81	11/2005
1803	104286	18.033.530,86	172,92	11/2005
1804	57349	13.412.760,31	233,88	11/2005
1805	69979	15.183.770,01	216,98	11/2005
1801	139643	26.920.577,11	192,78	10/2005
1802	91679	16.120.268,38	175,83	10/2005
1803	104108	18.430.393,94	177,03	10/2005
1804	57272	14.266.875,45	249,11	10/2005
1805	69886	15.930.360,35	227,95	10/2005
1801	140046	27.855.641,41	198,90	09/2005
1802	91831	16.282.316,21	177,31	09/2005
1803	104443	18.715.430,66	179,19	09/2005
1804	57284	14.755.807,77	257,59	09/2005
1805	69844	16.339.544,02	233,94	09/2005
1801	140125	28.389.877,97	202,60	08/2005
1802	91724	16.566.645,34	180,61	08/2005
1803	104762	19.245.076,96	183,70	08/2005
1804	57312	15.084.130,80	263,19	08/2005
1805	69942	16.667.572,40	238,31	08/2005
1801	139805	27.759.623,35	198,56	07/2005
1802	91599	16.565.282,52	180,85	07/2005
1803	104502	19.085.474,41	182,63	07/2005
1804	57240	14.675.071,15	256,38	07/2005
1805	69936	16.487.095,74	235,75	07/2005
1801	140559	27.908.504,41	198,55	06/2005
1802	92106	16.430.797,56	178,39	06/2005
1803	104967	19.125.988,67	182,21	06/2005
1804	57353	14.321.275,14	249,70	06/2005
1805	70076	16.147.817,70	230,43	06/2005
1801	139077	25.831.867,27	185,74	05/2005
1802	91173	15.659.736,22	171,76	05/2005
1803	104179	17.830.441,31	171,15	05/2005
1804	56988	13.061.358,49	229,19	05/2005
1805	69595	14.787.803,38	212,48	05/2005
1801	139270	27.244.001,30	195,62	04/2005
1802	91257	16.499.569,54	180,80	04/2005
1803	104338	19.172.046,53	183,75	04/2005
1804	56975	14.342.355,70	251,73	04/2005
1805	69529	16.119.796,06	231,84	04/2005
1801	139024	28.906.704,43	207,93	03/2005
1802	91376	17.402.165,51	190,45	03/2005
1803	104925	19.682.968,84	187,59	03/2005
1804	56954	14.751.911,31	259,01	03/2005
1805	69528	16.421.442,72	236,18	03/2005
1801	138426	26.223.682,34	189,44	02/2005
1802	90788	15.929.190,35	175,45	02/2005
1803	104015	17.751.759,21	170,67	02/2005
1804	56655	13.342.765,46	235,51	02/2005

1805	69264	15.153.926,49	218,79	02/2005
1801	138768	28.692.280,03	206,76	01/2005
1802	91062	17.475.044,23	191,90	01/2005
1803	104422	20.135.033,21	192,82	01/2005
1804	56744	14.959.360,37	263,63	01/2005
1805	69350	16.612.357,82	239,54	01/2005
1801	139049	27.521.923,23	197,93	12/2004
1802	91064	16.245.934,18	178,40	12/2004
1803	104568	18.725.482,07	179,07	12/2004
1804	56654	13.904.750,98	245,43	12/2004
1805	69405	15.499.844,71	223,32	12/2004
1801	138985	25.598.899,94	184,18	11/2004
1802	91062	15.588.071,40	171,18	11/2004
1803	104552	18.112.766,09	173,24	11/2004
1804	56556	13.013.367,48	230,10	11/2004
1805	69313	14.964.381,69	215,90	11/2004
1801	138275	25.831.934,21	186,82	10/2004
1802	90744	15.448.684,94	170,24	10/2004
1803	104233	17.935.610,19	172,07	10/2004
1804	56498	13.260.213,70	234,70	10/2004
1805	69331	14.857.277,69	214,29	10/2004
1801	138202	27.854.886,48	201,55	09/2004
1802	90673	16.469.367,00	181,63	09/2004
1803	104359	19.157.148,68	183,57	09/2004
1804	56496	14.322.917,00	253,52	09/2004
1805	69296	16.305.296,54	235,30	09/2004
1801	138243	27.718.164,34	200,50	08/2004
1802	90706	16.099.195,49	177,49	08/2004
1803	104445	19.013.661,47	182,04	08/2004
1804	56301	14.981.705,67	266,10	08/2004
1805	69241	16.551.674,08	239,04	08/2004
1801	138288	27.451.618,63	198,51	07/2004
1802	90631	16.041.588,39	177,00	07/2004
1803	104599	18.871.242,78	180,42	07/2004
1804	56323	14.369.517,67	255,13	07/2004
1805	69318	16.130.797,76	232,71	07/2004
1801	138332	26.841.555,71	194,04	06/2004
1802	90749	15.562.587,01	171,49	06/2004
1803	104412	18.041.561,65	172,79	06/2004
1804	56203	14.216.642,39	252,95	06/2004
1805	69445	15.954.642,69	229,75	06/2004
1801	138568	27.680.037,79	199,76	05/2004
1802	90564	16.788.488,35	185,38	05/2004
1803	104712	19.541.618,71	186,62	05/2004
1804	56154	14.224.457,05	253,31	05/2004
1805	69317	16.164.798,69	233,20	05/2004
1801	138196	28.577.143,59	206,79	04/2004
1802	90606	16.903.259,01	186,56	04/2004

1803	104958	19.569.466,72	186,45	04/2004
1804	56270	14.512.158,68	257,90	04/2004
1805	69188	16.256.521,33	234,96	04/2004
1801	138121	25.850.447,46	187,16	03/2004
1802	91096	15.906.400,33	174,61	03/2004
1803	105148	18.140.069,73	172,52	03/2004
1804	56120	12.789.059,33	227,89	03/2004
1805	69407	14.705.574,78	211,87	03/2004
1801	136771	26.607.920,84	194,54	02/2004
1802	90145	15.665.193,10	173,78	02/2004
1803	103815	18.311.807,67	176,39	02/2004
1804	55684	13.659.869,65	245,31	02/2004
1805	68892	15.052.318,43	218,49	02/2004
1801	137381	26.771.355,31	194,87	01/2004
1802	90602	16.248.032,74	179,33	01/2004
1803	104565	19.366.115,92	185,21	01/2004
1804	55852	13.384.931,18	239,65	01/2004
1805	69228	15.344.348,78	221,65	01/2004
1801	137100	26.063.359,57	190,10	12/2003
1802	90490	15.673.021,76	173,20	12/2003
1803	104336	18.260.456,24	175,02	12/2003
1804	55583	13.307.982,08	239,43	12/2003
1805	69031	15.217.703,79	220,45	12/2003
1801	136615	26.663.321,36	195,17	11/2003
1802	90093	16.378.585,92	181,80	11/2003
1803	103925	18.741.891,89	180,34	11/2003
1804	55453	13.597.030,77	245,20	11/2003
1805	68699	15.833.954,81	230,48	11/2003
1801	136664	26.362.335,92	192,90	10/2003
1802	90060	15.478.992,00	171,87	10/2003
1803	104710	18.403.662,30	175,76	10/2003
1804	55367	13.424.756,31	242,47	10/2003
1805	68876	15.436.457,33	224,12	10/2003
1801	136778	26.133.127,10	191,06	09/2003
1802	90007	15.216.104,31	169,05	09/2003
1803	104445	17.902.755,65	171,41	09/2003
1804	55235	13.732.285,65	248,62	09/2003
1805	68835	15.510.515,36	225,33	09/2003
1801	136531	27.100.438,79	198,49	08/2003
1802	89918	15.686.843,97	174,46	08/2003
1803	103880	18.806.156,26	181,04	08/2003
1804	55265	14.397.077,71	260,51	08/2003
1805	68505	16.111.240,02	235,18	08/2003
1801	136839	27.834.043,64	203,41	07/2003
1802	89650	15.990.706,65	178,37	07/2003
1803	104010	19.094.592,99	183,58	07/2003
1804	55180	14.009.536,06	253,89	07/2003
1805	68641	16.229.255,61	236,44	07/2003

1801	136590	25.658.671,15	187,85	06/2003
1802	89961	14.922.672,59	165,88	06/2003
1803	103969	18.275.081,28	175,77	06/2003
1804	55168	13.389.347,39	242,70	06/2003
1805	68706	14.933.964,63	217,36	06/2003
1801	136932	26.474.362,42	193,34	05/2003
1802	90353	15.727.261,66	174,06	05/2003
1803	104423	18.697.094,59	179,05	05/2003
1804	55171	13.319.746,53	241,43	05/2003
1805	68878	15.152.476,50	219,99	05/2003
1801	137332	25.320.120,22	184,37	04/2003
1802	90164	14.956.985,32	165,89	04/2003
1803	104770	17.884.074,80	170,70	04/2003
1804	55041	12.796.458,87	232,49	04/2003
1805	68932	14.612.467,57	211,98	04/2003
1801	136699	28.784.002,03	210,56	03/2003
1802	89960	17.301.853,36	192,33	03/2003
1803	104408	20.289.459,09	194,33	03/2003
1804	54871	14.726.217,39	268,38	03/2003
1805	68812	16.693.880,64	242,60	03/2003
1801	137135	29.817.820,29	217,43	02/2003
1802	90291	17.467.143,68	193,45	02/2003
1803	104861	20.543.058,39	195,91	02/2003
1804	54948	15.361.075,53	279,56	02/2003
1805	68989	16.834.116,96	244,01	02/2003
1801	136959	30.157.923,48	220,20	01/2003
1802	90672	18.251.969,31	201,30	01/2003
1803	104897	21.605.142,39	205,97	01/2003
1804	55085	15.391.007,85	279,40	01/2003
1805	69120	17.382.403,97	251,48	01/2003
1801	136053	26.993.327,58	198,40	12/2002
1802	90217	16.158.083,54	179,10	12/2002
1803	104307	19.068.673,94	182,81	12/2002
1804	54894	13.676.852,99	249,15	12/2002
1805	68823	15.668.354,66	227,66	12/2002
1801	136222	26.577.744,32	195,11	11/2002
1802	90077	16.021.813,95	177,87	11/2002
1803	104210	18.960.506,95	181,95	11/2002
1804	55010	13.418.643,66	243,93	11/2002
1805	68825	15.134.621,24	219,90	11/2002
1801	136047	26.583.270,57	195,40	10/2002
1802	89920	16.245.735,47	180,67	10/2002
1803	103716	18.866.327,60	181,90	10/2002
1804	54935	13.334.343,88	242,73	10/2002
1805	68850	15.666.741,42	227,55	10/2002
1801	135670	26.772.180,21	197,33	09/2002
1802	89829	16.090.566,08	179,12	09/2002
1803	103489	18.913.315,28	182,76	09/2002

1804	54854	14.485.981,33	264,08	09/2002
1805	68424	16.044.118,08	234,48	09/2002
1801	136614	29.441.057,93	215,51	08/2002
1802	90325	16.851.341,66	186,56	08/2002
1803	104288	19.938.730,76	191,19	08/2002
1804	54942	15.169.814,69	276,11	08/2002
1805	68851	17.424.342,15	253,07	08/2002
1801	134601	26.767.957,19	198,87	07/2002
1802	89193	14.989.761,08	168,06	07/2002
1803	102757	18.302.884,40	178,12	07/2002
1804	54371	14.487.064,35	266,45	07/2002
1805	68160	15.797.944,13	231,78	07/2002
1801	134288	26.847.976,22	199,93	06/2002
1802	89038	16.371.526,76	183,87	06/2002
1803	103232	19.031.769,41	184,36	06/2002
1804	54287	13.866.955,48	255,44	06/2002
1805	68059	15.788.109,47	231,98	06/2002
1801	134006	28.106.814,55	209,74	05/2002
1802	88945	16.964.067,00	190,73	05/2002
1803	103126	19.840.264,89	192,39	05/2002
1804	54211	13.698.991,32	252,70	05/2002
1805	67716	16.147.921,47	238,47	05/2002
1801	133775	29.300.656,79	219,03	04/2002
1802	89085	18.238.884,99	204,74	04/2002
1803	103225	21.055.917,77	203,98	04/2002
1804	54183	16.101.874,74	297,18	04/2002
1805	67872	17.930.930,51	264,19	04/2002
1801	133403	27.867.924,43	208,90	03/2002
1802	89040	16.527.145,32	185,61	03/2002
1803	103126	19.950.677,27	193,46	03/2002
1804	53966	14.281.406,72	264,64	03/2002
1805	67437	16.214.064,93	240,43	03/2002
1801	132712	26.395.761,18	198,90	02/2002
1802	88358	15.757.474,65	178,34	02/2002
1803	102572	18.956.941,60	184,82	02/2002
1804	53718	13.057.090,08	243,07	02/2002
1805	67379	14.996.895,24	222,58	02/2002
1801	133229	27.596.146,56	207,13	01/2002
1802	88517	16.602.985,31	187,57	01/2002
1803	103356	19.881.143,88	192,36	01/2002
1804	53660	13.823.772,07	257,62	01/2002
1805	67465	15.920.050,00	235,97	01/2002

ANEXO VI

SLU

4. SERVIÇOS DE COLETA DE RESÍDUOS

4.1 COLETA DE RESÍDUOS DOMICILIARES COM CAMINHÃO COMPACTADOR – MASSA (toneladas)

	2010												Total geral
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
BARREIRO	5.219,59	4.641,21	4.242,75	4.303,32	4.401,75	4.272,20	4.043,85	4.428,33	4.402,26	4.465,88	4.911,67	5.081,17	54.413,98
CONTRATADA	4.429,70	3.937,17	3.600,36	3.657,48	3.734,40	3.639,53	3.486,54	3.775,78	3.742,94	3.801,84	4.188,49	4.302,25	46.296,48
SLU	789,89	704,04	642,39	645,84	667,35	632,67	557,31	652,55	659,32	664,04	723,18	778,92	8.117,50
CENTRO SUL	9.274,56	9.289,46	9.233,53	9.049,42	9.677,84	9.230,84	8.799,77	9.769,79	9.630,68	9.657,43	10.209,01	10.279,69	114.101,02
CONTRATADA	8.646,98	8.684,49	8.630,43	8.440,74	9.092,53	9.230,84	8.647,58	9.611,75	9.482,63	9.504,86	10.024,82	10.091,88	110.089,53
SLU	627,58	604,97	603,10	608,68	585,31	597,00	152,19	158,04	148,05	152,57	183,19	187,81	4.011,49
LESTE	4.949,29	4.497,92	4.225,10	4.278,51	4.365,55	4.230,44	4.044,70	4.416,88	4.340,85	4.435,73	4.833,05	4.937,66	53.555,68
CONTRATADA	3.961,22	3.562,26	3.326,83	3.371,27	3.444,58	3.340,40	3.170,82	3.480,13	3.403,41	3.509,55	3.809,72	3.901,69	42.281,88
SLU	988,07	935,66	898,27	907,24	920,97	890,04	873,88	936,75	937,44	926,18	1.023,33	1.035,97	11.273,80
NORDESTE	5.775,23	5.161,97	4.815,85	4.844,60	5.045,41	4.871,29	4.673,07	5.062,87	4.966,25	5.111,75	5.656,47	5.765,95	61.748,71
CONTRATADA	4.687,74	4.195,86	3.892,99	3.917,26	4.082,35	3.953,87	3.782,40	4.095,27	4.024,06	4.127,95	4.611,39	4.628,64	49.999,78
SLU	1.087,49	966,11	922,86	927,34	963,06	917,42	890,67	967,60	942,19	983,80	1.045,08	1.135,31	11.748,93
NOROESTE	7.857,89	7.146,37	6.749,01	6.867,41	7.076,54	6.921,64	6.482,24	7.034,84	7.015,61	7.251,54	7.924,72	8.320,25	86.643,06
CONTRATADA	6.938,85	5.741,73	5.428,94	5.438,11	5.615,37	5.452,92	5.144,72	5.694,26	5.586,87	5.778,44	6.292,77	6.670,56	69.243,54
SLU	1.454,04	1.404,64	1.320,07	1.429,30	1.461,17	1.468,72	1.337,52	1.340,58	1.428,74	1.473,10	1.631,95	1.649,69	17.399,52
NORTE	4.074,35	3.605,23	3.338,56	3.323,01	3.460,57	3.321,57	3.178,06	3.464,37	3.400,29	3.539,38	3.939,99	4.009,95	42.655,33
CONTRATADA	4.074,35	3.605,23	3.338,56	3.323,01	3.460,57	3.321,57	3.178,06	3.464,37	3.400,29	3.539,38	3.939,99	4.009,95	42.655,33
SLU	6.113,29	5.751,29	5.481,60	5.475,77	5.732,37	5.525,09	5.218,43	5.793,00	5.685,64	5.751,70	6.226,03	6.410,08	69.164,29
CONTRATADA	4.502,97	4.257,74	4.030,56	4.012,08	4.143,97	3.987,32	3.813,91	4.141,06	4.146,69	4.296,74	4.761,90	4.910,36	51.005,30
SLU	5.181,77	4.630,09	4.237,44	4.228,80	4.372,39	4.177,93	4.047,32	4.363,67	4.322,04	4.487,99	5.097,10	5.153,84	54.305,38
CONTRATADA	5.181,77	4.630,09	4.237,44	4.228,80	4.372,39	4.177,93	4.047,32	4.363,67	4.322,04	4.487,99	5.097,10	5.153,84	54.305,38
Total geral	52.943,94	48.986,28	46.354,40	46.382,92	48.276,39	46.538,32	44.301,35	48.474,81	47.910,31	48.998,14	53.558,94	54.866,95	587.592,75

MASSA COLETADA POR OPERADOR

	2010												Total geral
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
CONTRATADA	47.996,87	44.370,86	41.967,71	41.864,52	43.678,53	42.629,47	40.489,78	44.419,29	43.794,57	44.798,45	48.952,21	50.079,25	535.041,51
SLU	4.947,07	4.615,42	4.386,69	4.518,40	4.597,86	3.908,85	3.811,57	4.055,52	4.115,74	4.199,69	4.606,73	4.787,70	52.551,24
Total geral	52.943,94	48.986,28	46.354,40	46.382,92	48.276,39	46.538,32	44.301,35	48.474,81	47.910,31	48.998,14	53.558,94	54.866,95	587.592,75

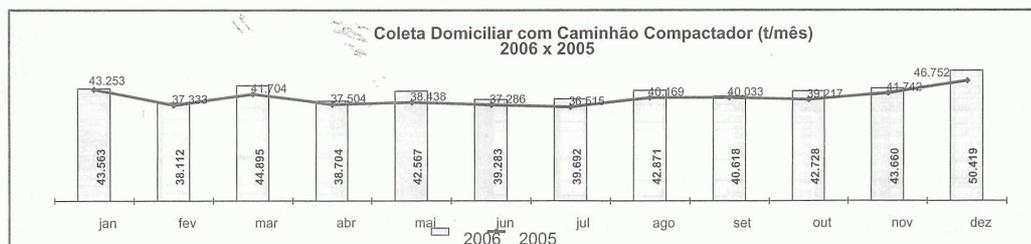
Fonte: DV-COC e Seções de Operações regionais / SLU

Nota:

A Seção de Operação Centro Sul não encaminhou os dados de coleta com equipe própria do mês de junho.

2.1. RESÍDUOS DA COLETA DOMICILIAR CONVENCIONAL (COM CAMINHÃO COMPACTADOR) EXECUÇÃO DIRETA E INDIRETA

REGIÃO ADMINISTRATIVA	MASSA (t)												ACUMULADO 2006
	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	
BARREIRO	4.119,59	3.487,77	3.922,28	3.820,19	3.655,65	3.589,52	3.638,67	3.872,33	3.713,61	3.802,17	3.887,54	4.630,35	46.440,00
CONtrataDa	3.443,12	2.908,69	3.229,87	3.201,07	3.213,08	2.997,85	3.051,42	3.233,78	3.100,62	3.283,19	3.255,66	3.876,91	38.776,31
SLU	776,37	737,80	877,81	736,73	842,34	774,08	744,78	814,28	809,65	800,83	866,31	933,80	983,36
CENTRO SUL	1.491,94	1.461,29	1.741,32	1.432,19	1.643,63	1.510,25	1.448,57	1.631,71	1.591,28	1.610,20	1.620,85	1.633,98	13.638,91
CONtrataDa	6.281,43	5.866,61	7.037,99	5.924,54	6.797,11	6.213,83	6.396,21	7.890,55	7.516,37	7.890,63	8.048,46	8.679,93	84.513,45
SLU	4.335,14	3.685,12	4.424,66	3.814,19	4.107,23	3.816,73	3.846,63	4.132,45	3.876,43	4.084,77	4.130,92	4.887,59	48.134,96
LESTE	1.853,27	1.811,30	1.945,51	1.675,56	1.798,60	1.670,46	1.645,54	1.954,94	1.852,52	1.891,06	1.922,66	1.930,25	15.810,07
CONtrataDa	2.479,87	2.083,82	2.476,15	2.137,63	2.307,63	2.146,27	2.201,09	3.168,21	3.044,11	3.173,71	3.238,88	3.867,04	32.324,29
SLU	4.801,72	4.171,54	4.842,76	4.263,69	4.636,56	4.288,42	4.333,36	4.659,35	4.383,84	4.665,54	4.727,92	5.586,58	55.288,64
NORDESTE	1.026,15	978,45	977,32	871,67	863,52	883,46	890,37	912,88	918,95	957,89	1.086,43	1.123,27	11.223,27
CONtrataDa	3.875,57	3.293,09	3.855,44	3.331,08	3.673,04	3.494,96	3.442,99	3.698,49	3.522,04	3.686,39	3.769,13	4.500,15	44.000,37
SLU	6.716,28	5.910,38	6.821,42	5.787,79	6.397,74	5.970,44	5.974,15	6.377,21	6.032,14	6.397,18	6.665,63	7.554,48	74.303,36
NOROESTE	1.302,03	1.120,28	1.308,58	1.108,54	1.241,78	1.108,14	1.144,24	1.236,42	1.206,54	1.266,88	1.434,53	1.471,92	14.711,92
CONtrataDa	5.489,17	4.690,10	5.512,84	4.670,25	5.155,98	4.762,30	4.820,31	5.140,48	4.820,68	5.103,04	5.238,69	6.193,05	61.991,44
SLU	3.121,58	2.696,39	3.096,43	2.660,41	2.888,69	2.684,21	2.746,19	2.988,94	2.818,00	2.857,62	3.038,74	3.688,85	35.255,96
NORTE	5.097,55	4.560,48	5.416,52	4.592,49	5.141,33	4.771,17	4.739,35	5.132,88	4.878,68	5.082,03	5.197,80	5.886,46	60.500,74
CONtrataDa	1.489,82	1.415,19	1.884,25	1.382,16	1.601,24	1.499,10	1.433,89	1.665,32	1.619,35	1.671,83	1.873,23	1.973,84	14.919,13
SLU	3.607,73	3.145,29	3.532,27	3.210,33	3.540,09	3.272,07	3.305,46	3.467,56	3.258,33	3.410,20	3.324,57	4.012,62	45.581,61
PAMPULHA	3.493,88	3.117,13	3.690,55	3.130,79	3.490,39	3.205,02	3.177,43	3.598,24	3.386,35	3.530,29	3.610,98	4.199,41	41.598,56
CONtrataDa	888,00	814,06	975,52	814,44	900,43	827,44	778,44	938,16	896,39	903,53	928,32	1.064,78	10.728,51
SLU	2.605,88	2.303,07	2.715,03	2.316,35	2.589,96	2.377,58	2.398,99	2.659,08	2.489,96	2.626,76	2.682,66	3.134,63	30.869,05
VENDA NOVA	3.989,24	3.335,12	3.913,00	3.332,00	3.648,00	3.323,00	3.395,00	3.895,00	3.425,04	3.698,00	3.892,00	4.622,00	44.236,00
CONtrataDa	3.989,24	3.335,12	3.913,00	3.332,00	3.648,00	3.323,00	3.395,00	3.895,00	3.425,04	3.698,00	3.892,00	4.622,00	44.236,00
SLU	8.729,65	7.881,68	9.328,31	7.920,84	8.795,19	8.090,42	8.095,21	8.188,56	8.512,69	8.058,69	8.166,21	7.006,55	89.999,10
Execução Contratada (t/mês)	44.833,69	39.229,94	35.567,12	37.783,64	37.714,44	37.192,17	37.761,35	38.681,19	34.855,13	36.669,54	37.493,63	43.433,07	413.201,48
TOTAL	43.583,34	38.111,64	44.895,43	38.703,60	42.566,63	39.282,59	39.691,56	42.870,65	40.618,44	42.728,23	43.659,84	50.418,62	507.116,58



ANEXO VII

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA - DMLU

QUANTITATIVO DE RESÍDUOS DESTINADOS ÀS UNIDADES GERENCIADAS PELA DIVISÃO DE DESTINO FINAL

janeiro-09 2 7 24.703,320 2.227,130 12.947,590 - 362,100 4.618,580 5.217,460 5 0.076,180
fevereiro-09 2 4 20.992,170 2.466,310 12.117,540 - 373,150 3.966,470 3.848,740 4 3.764,380
março-09 2 6 26.099,380 2.434,720 14.751,680 - 376,220 3.978,740 4.045,720 5 1.686,460
abril-09 2 6 24.250,210 2.287,140 14.175,540 - 401,990 4.464,800 3.247,890 4 8.827,570
maio-09 2 6 25.071,350 2.370,620 14.588,270 - 368,560 3.709,040 4.271,410 5 0.379,250
junho-09 2 6 25.381,440 2.187,940 13.118,350 - 381,790 5.854,860 11.271,180 58.195,560
julho-09 2 7 25.037,110 2.347,620 12.252,420 - 363,570 6.267,140 14.263,670 60.531,530
agosto-09 2 6 26.608,334 2.296,487 12.593,641 - 387,683 6.082,520 10.043,820 58.012,485
setembro-09 2 6 26.499,290 2.573,570 12.867,810 - 428,760 6.698,550 11.015,650 60.083,630
outubro-09 2 7 26.347,467 2.439,303 14.205,004 - 373,493 8.161,280 12.386,470 63.913,017
novembro-09 2 5 26.511,006 2.932,070 13.741,678 - 380,245 6.836,330 10.430,080 60.831,409
dezembro-09 2 7 29.029,697 3.594,393 16.321,306 - 341,464 7.521,600 11.433,740 68.242,200
janeiro-10 2 6 25.820,553 2.551,894 14.641,990 - 371,642 3.735,660 6.496,210 5 3.617,949
fevereiro-10 2 4 21.636,090 1.783,940 13.377,843 - 329,680 8.651,010 9.730,210 5 5.508,773
março-10 2 7 26.879,784 2.263,504 16.407,481 - 407,371 9.505,670 14.156,030 69.619,840
abril-10 2 6 24.571,921 2.356,474 13.977,158 - 416,607 8.526,660 10.957,290 60.806,110
maio-10 2 6 25.761,677 2.198,188 13.191,596 - 471,690 7.034,080 10.524,740 59.181,971
junho-10 2 6 26.022,610 2.158,365 13.329,596 - 506,770 7.660,270 11.209,640 60.887,251
julho-10 2 7 26.708,190 2.376,240 12.544,070 - 576,380 7.915,030 13.546,110 63.666,020
agosto-10 2 6 26.016,960 2.278,620 11.717,800 - 525,240 5.624,280 15.260,430 61.423,330
setembro-10 2 6 26.303,740 2.520,850 11.345,770 - 502,130 4.375,020 11.668,730 56.716,240
outubro-10 2 6 25.880,660 2.533,685 12.094,570 - 457,290 3.804,790 13.922,940 58.693,935
novembro-10 2 6 26.692,953 2.783,221 12.247,310 - 473,240 4.302,910 14.155,400 60.655,034
dezembro-10 2 7 29.126,958 3.461,493 12.849,920 - 479,450 3.887,380 14.551,060 64.356,261
janeiro-11 2 7 26.508,250 2.762,620 12.046,370 - 456,610 4.052,010 9.861,570 5 5.687,430
fevereiro-11 2 4 23.872,350 2.685,570 12.279,592 - 444,020 3.961,010 7.499,860 5 0.742,402
março-11 2 7 26.725,460 3.012,910 14.219,970 - 504,910 4.783,940 6.926,310 5 6.173,500
abril-11 2 7 26.408,896 3.219,708 13.361,649 - 469,870 3.844,070 6.610,880 53.915,073

Obs.: 1) Resíduos Domiciliares = Coleta Domiciliar + Coleta em Zonas Difícil Acesso + Rejeitos de Unidades de Triagem

2) Resíduos Públicos = Coletas de Serviços de Limpeza Urbana do DMLU e outros serviços municipais (SMAM, DEP, DMAE)

ANEXO IX

de energia
no cenário
otimista...
MAG
Comunidade
ca. 10 e
li. Pro
3 mil
W watts

P. 161
Tabela 5.12
Eq: $p \rightarrow$
Pompadores de energia //

BENS NORMAIS: os aumentos da renda estimulam as compras de todos os bens normais.
Erd é menor que 1 e positiva, o bem é inelástico em relação à renda. Ex: a maioria dos alimentos, roupas, aparelhos de som, aparelhos domésticos etc.
BENS SUPERIORES, ou bens de luxo são altamente elásticos em relação à renda, porque cada 1% de aumento na renda, aumenta as quantidades

- NPEEC
- ONS (Operação Nacional do S
me EQ'tulo)

3

compradas em mais de 1%.

Erd é positiva e maior que 1. Ex: bens supérfluos e de luxo como: jóias, carros casacos, relógios, barcos (DE LUXO)

de peles, limusines, aulas de mergulho; possuem alta elasticidade-renda.

BENS INFERIORES: uma elevação na renda, traz como consequência, uma queda na quantidade demandada. Assim, a elasticidade-renda é negativa.

Erd é negativa e menor que 0. Ex. Carne de segunda, carros populares.

BENS DE CONSUMO SACIADO: o consumo não se altera quando a renda aumenta. A quantidade adquirida do bem se mantém constante, independentemente de variações no nível de renda.

Erd é igual a zero