



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO

**UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA  
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO**

**ANÁLISE SÓCIO-DEMOGRÁFICA PARA A  
CARACTERIZAÇÃO DE CONSUMOS DOMÉSTICOS  
EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA**

**Luís Figueira de Castro Pinheiro**

Dissertação elaborada no Laboratório Nacional de Engenharia Civil  
para a obtenção do grau de Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos pela Universidade  
Técnica de Lisboa no âmbito do protocolo entre o IST e o LNEC

**Orientadora Científica**

Professora Doutora Dília Isabel Cameira Covas

**Co-Orientadora Científica**

Mestre Dália Susana dos Santos da Cruz Loureiro

**Júri**

**Presidente:** Professor Doutor António Alberto do Nascimento Pinheiro

**Vogais:** Professora Doutora Helena Margarida Machado da Silva Ramos Ferreira  
Doutora Maria Helena Veríssimo Colaço Alegre  
Professora Doutora Dília Isabel Cameira Covas  
Mestre Dália Susana dos Santos da Cruz Loureiro

**Lisboa, Maio de 2008**



## RESUMO

O objectivo desta dissertação consiste na identificação e análise dos factores mais relevantes para a caracterização dos consumos domésticos em sistemas de distribuição de água. Entre estes factores salientam-se o preço da água, a tarifa, os factores climáticos, os factores sócio-demográficos, as características dos alojamentos e os hábitos do agregado familiar. Como caso de estudo é analisada uma amostra de 240 consumidores domésticos, residentes na zona de Lisboa.

A presente dissertação encontra-se integrada no projecto de investigação “Utilização de dados de telemetria domiciliária na gestão de sistemas de distribuição de água”, co-financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), coordenado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), com a participação da EPAL S.A., e actualmente em curso (2004-2009).

A dissertação é constituída por oito capítulos e sete anexos, compreendendo uma síntese de conhecimentos nas áreas de caracterização de consumos domésticos e das tecnologias de telemetria em sistemas de distribuição de água, a descrição do caso de estudo, a recolha e o processamento de dados sócio-demográficos e de consumo, a construção de variáveis, um levantamento de técnicas estatísticas de análise e de interpretação de dados, a análise de resultados e as conclusões do estudo e recomendações para trabalhos futuros.

Para a análise dos resultados foram efectuadas análises estatísticas uni e bivariadas, foram utilizadas técnicas de variância a um factor (*OneWay ANOVA*) e foram construídas matrizes de correlação entre variáveis de consumo e variáveis sócio-demográficas. Nestas análises foi estudado o consumo para os dias úteis, os sábados e os domingos e foram analisados factores de ponta. Como resultado final desta dissertação, apresenta-se a lista dos factores sócio-demográficos que melhor se correlacionam com as variáveis de consumo, para o caso de estudo analisado.

**Palavras chave:** consumo doméstico, sistemas de distribuição de água, telemetria, análise estatística, correlação de variáveis.



## ABSTRACT

The aim of the current thesis is the identification and analysis of the most relevant factors for the characterization of household water consumption in water distribution systems. The main factors are the price of water, the tariff structure, climatic factors, socio-demographic factors, houses' characteristics and domestic consumption behaviour. The case study consists of a sample of 240 domestic consumers in Lisbon.

The thesis is integrated in a research project "Utilização de dados de telemetria domiciliária na gestão de sistemas de distribuição de água", funded by the Portuguese Science and Technology Foundation (FCT), coordinated by National Laboratory of Civil Engineering (LNEC) with the participation of the water utility EPAL S.A. and currently under development (2004-2009).

This dissertation contains eight chapters and seven appendices, including a state-of-the-art review in characterization of domestic water consumption and telemetry technologies, the detailed description of the case study, the collection and processing of socio-demographic and consumption data, the construction of variables, the statistical techniques of analysis and of interpretation of data, the analysis of results and the conclusions of the study and recommendations for future works.

For the analysis of results, *unvaried* and *bivaried* analyses have been carried out, analysis of variance have been used (*OneWay ANOVA*) and correlation matrixes between consumption and socio-demographic variables have been analysed. In these analyses, the consumption was analysed for working days, Saturdays and Sundays, and peak factors have been determined. As the final result of this thesis, a list of the socio-demographic factors that better correlate with consumption variables, for the case study analysed, is presented.

**Key Words:** household consumption, water distribution systems, telemetry, statistical analysis, variable correlations.



## AGRADECIMENTOS

Para a realização deste trabalho, muito contribuiu o apoio e o estímulo de várias pessoas e instituições a quem o autor deseja manifestar o seu agradecimento.

À Eng.<sup>a</sup> *Dália Loureiro* e à Prof.<sup>a</sup> *Dídia Covas*, pela amizade, respeito e confiança depositada, pelos importantes incentivos manifestados, pela orientação e cedência de componentes bibliográficos, e pelas importantes sugestões manifestadas na revisão desta dissertação, além da disponibilidade que sempre demonstraram durante todo o trabalho.

À Dr.<sup>a</sup> *Margarida Rebelo*, Investigadora do Núcleo de Ecologia Social, do Departamento de Edifícios do LNEC, pelo apoio e disponibilidade permanente para a resolução de problemas inerentes à realização do trabalho, e, acima de tudo, pela ajuda e espírito criativo na tomada de decisão durante o desenvolvimento do trabalho.

À Eng.<sup>a</sup> *Helena Alegre*, Investigadora Principal do Núcleo de Engenharia Sanitária, do Departamento de Hidráulica e Ambiente do LNEC, pela disponibilidade e crítica ao conteúdo do trabalho.

À Eng.<sup>a</sup> *Ilídia Pinheiro*, Investigadora do Núcleo de Engenharia Sanitária, do Departamento de Hidráulica e Ambiente do LNEC pela sua disponibilidade no esclarecimento de questões relacionadas com a análise estatística de dados.

Ao Dr. *Nuno Medeiros* responsável pela Unidade de Assistência Local da EPAL, e ao Dr. *João Mugeiro* responsável pelo Departamento de Clientes Directos da Área de Negócio de Distribuição na EPAL, pelo apoio e acompanhamento prestado ao longo do estudo.

A todos os investigadores e colaboradores do Núcleo de Engenharia Sanitária, do Departamento de Hidráulica e Ambiente do LNEC, pelo respeito, incentivo e amizade cultivada durante todo este período.

À EPAL – Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A., pela disponibilização de dados sobre o caso de estudo apresentado, pelo apoio fundamental na concepção, realização e recolha dos inquéritos.

Ao LNEC, pela possibilidade de me ter recebido enquanto estagiário do Núcleo de Engenharia Sanitária, do Departamento de Hidráulica e Ambiente.

À Fundação para a Ciência e Tecnologia, entidade co-financiadora no âmbito do Projecto POCI/ECM/60917/2004 “ Utilização de dados de telemedição domiciliária na gestão de sistemas de distribuição de água” – Projecto em curso no LNEC sob a coordenação científica da Eng.<sup>a</sup> Helena Alegre (Investigadora Principal no Núcleo de Engenharia Sanitária, do Departamento de Hidráulica e Ambiente do LNEC), no qual se insere o presente estudo.

Aos meus pais, aos meus irmãos, e ao meu avô, o meu pedido de desculpas pela ausência durante a realização deste trabalho.

A todos os colegas do Instituto Superior Técnico, pela amizade, disponibilidade e incentivo nas alturas mais difíceis desta etapa.

E a todos aqueles que, embora não referidos, contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento deste trabalho.



# ÍNDICE GERAL

<b>Resumo.....</b>	<b>iii</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>v</b>
<b>Agradecimentos .....</b>	<b>vii</b>
<b>Índice geral.....</b>	<b>ix</b>
<b>Índice de quadros.....</b>	<b>xiii</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>xvii</b>
<b>Acrónimos .....</b>	<b>xxi</b>
<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1 Enquadramento .....	1
1.2 Objectivos e metodologia do trabalho .....	2
1.3 Estrutura.....	3
<b>2. Estado da arte.....</b>	<b>5</b>
2.1 Introdução .....	5
2.2 Estrutura do consumo de água.....	5
2.2.1 Importância do consumo num contexto global.....	5
2.2.2 Caracterização do consumo em Portugal .....	7
2.3 Variáveis de consumo.....	11
2.3.1 Preço da água .....	11
2.3.2 Tarifas.....	13
2.3.3 Características sócio-demográficas .....	15
2.3.3.1 Composição do agregado familiar.....	15
2.3.3.2 Características dos alojamentos .....	16
2.3.3.3 Rendimento .....	17
2.3.4 Consumo interior .....	18
2.3.5 Consumo exterior .....	21
2.3.6 Factores climáticos.....	22
2.3.7 Sazonalidade.....	23
2.4 Telemetria .....	24
2.4.1 Introdução.....	24

2.4.2 Principais componentes de um sistema de telemetria domiciliária.....	24
2.4.3 Motivação para instalação de STD .....	25
Gestão de clientes.....	26
Gestão do parque de contadores.....	26
Gestão de recursos humanos .....	26
2.4.4 Potenciais usos dos STD .....	26
2.5 Síntese conclusiva .....	29
<b>3. Caso de estudo.....</b>	<b>31</b>
3.1 Introdução .....	31
3.2 Descrição do caso de estudo.....	31
3.3 Caracterização do edificado, do alojamento e dos clientes abastecidos .....	33
3.4 Caracterização dos contadores e do sistema de telemetria instalado .....	36
3.5 Dados fornecidos pela empresa EPAL, S.A. ....	38
3.6 Síntese conclusiva .....	39
<b>4. Recolha e processamento de dados.....</b>	<b>41</b>
4.1 Introdução .....	41
4.2 Dados de consumo .....	41
4.2.1 Selecção dos períodos temporais para análise de dados de consumo.....	42
4.2.2 Identificação de falhas.....	42
4.2.3 Normalização dos dados de consumo .....	43
4.2.4 Eliminação de consumidores não domésticos e de consumos anómalos e nulos .....	44
4.2.5 Validação dos dados de telemetria .....	46
4.3 Dados sócio-demográficos e relativos aos hábitos de consumo e de poupança de água .....	47
4.3.1 Dados fornecidos pela EPAL, S.A.....	47
4.3.2 Inquérito sobre hábitos de consumo de água .....	48
4.3.2.1 Metodologia .....	48
4.3.2.2 Descrição do questionário .....	52
4.3.2.3 Análise das taxas de resposta ao questionário.....	55
4.4 Síntese conclusiva .....	58

<b>5. Construção de variáveis .....</b>	<b>61</b>
5.1 Introdução .....	61
5.2 Variáveis de consumo.....	61
5.2.1 Estabelecimento de variáveis para a totalidade dos clientes .....	62
5.2.2 Estabelecimento de variáveis para os clientes inquiridos.....	63
5.3 Variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água ..	66
5.3.1 Variáveis sócio-demográficas .....	67
5.3.2 Variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água .....	69
5.4 Síntese conclusiva .....	72
<b>6. Resultados .....</b>	<b>73</b>
6.1 Introdução .....	73
6.2 Métodos estatísticos de análise de dados.....	77
6.3 Análise estatística univariada .....	83
6.3.1 Análise de dados de consumo .....	83
6.3.1.1 Análise do consumo mensal.....	83
6.3.1.2 Análise do consumo para dias úteis, sábados e domingos .....	85
6.3.1.3 Análise dos factores de ponta mensal e diário.....	91
6.3.2 Análise dos dados do inquérito .....	92
6.3.2.1 Análise estatística das variáveis sócio-demográficas .....	92
6.3.2.2 Análise estatística das variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água.....	96
6.3.2.3 Análise de correlações entre as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água .....	100
6.4 Análise estatística bivariada .....	102
6.4.1 Análise para a totalidade dos clientes.....	102
6.4.2 Análise para os clientes inquiridos.....	105
6.4.2.1 Consumo mensal.....	107
6.4.2.2 Dias úteis, sábados e domingos.....	110
6.4.2.3 Factores de ponta mensal e diário .....	118
6.5 Síntese conclusiva .....	121

<b>7. Conclusões e recomendações.....</b>	<b>127</b>
7.1 Conclusões .....	127
7.2 Recomendações .....	131
<b>8. Bibliografia .....</b>	<b>133</b>
<b>Anexo I - Nota informativa aos condóminos .....</b>	<b>A-1</b>
<b>Anexo II - Inquérito aos consumos domésticos de água.....</b>	<b>A-5</b>
<b>Anexo III - Carta de agradecimento .....</b>	<b>A-13</b>
<b>Anexo IV - Variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água .....</b>	<b>A-17</b>
<b>Anexo V - Variáveis de consumo.....</b>	<b>A-25</b>
<b>Anexo VI - Matriz de correlação para sábados e domingos para a totalidade dos clientes....</b>	<b>A-33</b>
<b>Anexo VII - Matriz de correlação para sábados e domingos para os clientes inquiridos .....</b>	<b>A-37</b>

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 - Características dos alojamentos e a sua influência no consumo de água (Hobson et al., 2004).....	17
Quadro 2.2 - Componentes de consumo doméstico em diversos países, expressos em termos da percentagem do consumo total por alojamento (Vieira et al., 2007). ....	19
Quadro 2.3 – Principais motivações para a instalação de sistemas de telemetria domiciliária. ....	26
Quadro 2.4 – Potenciais usos dos STD no seio das EG.....	28
Quadro 3.1 – Informação fornecida pela empresa EPAL, S.A. ....	38
Quadro 4.1 - Extracto de leituras obtidas por telemetria (valores em litros). ....	43
Quadro 4.2 - Extracto de consumos absolutos por cliente (valores em litros). ....	44
Quadro 4.3 – Eliminação de clientes e falhas detectadas no ficheiro de leitura de consumos. ....	45
Quadro 4.4 - Falhas detectadas no ficheiro com as características base dos clientes e do edifício. ....	45
Quadro 4.5 – Erro absoluto e erro relativo entre leituras manuais e por telemetria.....	46
Quadro 4.6 – Variáveis construída com base na informação fornecida pela EPAL, S.A.....	48
Quadro 4.7 – Tipo de anomalias detectadas na análise preliminar dos questionários.....	51
Quadro 4.8 – Taxas de resposta ao questionário para as categorias composição do agregado familiar, actividade profissional, dispositivos instalados no alojamento, empregada de limpeza e tipo de ocupação do alojamento. ....	56
Quadro 4.9 – Taxas de resposta ao questionário para as categorias hábitos domésticos e hábitos de poupança de luz e água. ....	57
Quadro 5.1 – Variáveis de consumo características da sazonalidade.....	63
Quadro 5.2 - Variáveis de consumo características do trimestre de Verão. ....	63
Quadro 5.3 - Variáveis de consumo características do trimestre de Outono.....	64
Quadro 5.4 - Variáveis de consumo características do consumo mensal e dos factores de ponta. ....	64
Quadro 5.5 – Variáveis características do consumo semanal no Outono.....	65
Quadro 5.6 - Variáveis de consumo características dos dias úteis, sábados e domingos. ....	65
Quadro 5.7 - Variáveis de capitação características do escalão.....	66
Quadro 5.8 – Estabelecimento das variáveis sócio-demográficas para a categoria Alojamento. .	68
Quadro 5.9 – Estabelecimento das variáveis sócio-demográficas para a categoria Agregado familiar. ....	69

Quadro 5.10 – Estabelecimento das variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água para a categoria Hábitos domésticos.....	70
Quadro 5.11 – Estabelecimento das variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água para a categoria Hábitos de poupança de luz e energia. ....	71
Quadro 6.1 - Análise estatística do consumo mensal por cliente.....	84
Quadro 6.2 - Análise estatística do consumo por cliente para os dias úteis, sábados e domingos para os clientes inquiridos. ....	87
Quadro 6.3 - Análise estatística da capitação para os dias úteis, sábados e domingos para os clientes inquiridos. ....	88
Quadro 6.4 - Clientes cujo valor da mediana da capitação, para os dias úteis, é inferior a 80 l/hab/dia. ....	90
Quadro 6.5 - Clientes cujo valor da mediana da capitação, para os dias úteis, é superior a 250 l/hab/dia. ....	90
Quadro 6.6 – Análise estatística do factor de ponta mensal e diário. ....	91
Quadro 6.7 – Análise estatística das variáveis numéricas e ordinais do alojamento.....	93
Quadro 6.8 – Análise estatística das variáveis numéricas e ordinais do agregado familiar. ....	95
Quadro 6.9 – Análise estatística das variáveis numéricas e ordinais dos hábitos domésticas. ....	96
Quadro 6.10 – Análise estatística das variáveis numéricas e ordinais dos hábitos de poupança de água e energia.....	98
Quadro 6.11 - Matriz de correlação entre as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água. ....	101
Quadro 6.12 – Matriz de correlação entre as variáveis de consumo para dia útil e as variáveis sócio-demográficas relativas ao alojamento e agregado familiar para a totalidade dos clientes. ....	103
Quadro 6.13 – Comparação entre médias de consumo segundo as categorias discriminadas para as variáveis Unidade familiar, Empregada de Limpeza e Fechar a torneira no duche enquanto se ensaboa. ....	106
Quadro 6.14 - Matriz de correlações entre as variáveis características do consumo mensal e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água.....	107
Quadro 6.15 – Síntese das correlações entre as variáveis características do consumo mensal e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água.....	109

Quadro 6.16 - Matriz de correlações entre as variáveis de consumo, características dos dias úteis, e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água.....	110
Quadro 6.17 – Síntese das correlações entre as variáveis características do consumo dos dias úteis, sábados e domingos e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água. ....	114
Quadro 6.18 - Matriz de correlações parciais para as variáveis sócio-demográficas piso, tipologia e número de habitantes.....	116
Quadro 6.19- Matriz de correlações entre as variáveis de consumo para o factor de ponta e as variáveis sócio-demográficas. ....	118
Quadro 6.20 – Síntese das correlações entre as variáveis características dos factores de ponta e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água.....	120
Quadro 7.1 – Síntese das correlações entre as variáveis de consumo e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água. ....	130
Quadro V.1 – Análise estatística do consumo por cliente para os dias úteis, sábados e domingos para a totalidade dos clientes.....	27
Quadro V.2 – Análise estatística da capitação para os dias úteis, sábados e domingos para a totalidade dos clientes.....	27
Quadro V.3 – Análise estatística da capitação para dias úteis, sábados e domingos para os clientes inquiridos, tendo por base o número de residentes fornecido pela EPAL, S.A.....	32
Quadro V.4 – Análise estatística da capitação para dias úteis, sábados e domingos para os clientes inquiridos, tendo por base o número de residentes obtido a partir do inquérito.....	32





## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Fluxograma do projecto de investigação.....	2
Figura 2.1 – Relação entre os níveis de planeamento e os horizontes temporais para a estimativa de procura de água. (adaptado de McDonald et al. 2003).....	6
Figura 2.2 – Distribuição dos consumos em Portugal de acordo com: a) o volume de água consumida, b) os custos associados à produção de água (Almeida et al., 2005). ....	7
Figura 2.3 – Distribuição do número de tipos de entidades gestoras em Portugal (Lopes et al., 2004). ....	8
Figura 2.4 – Distribuição dos consumos urbanos e perdas (Almeida et al., 2005). ....	9
Figura 2.5 – Distribuição do consumo urbano de água por regiões (APDA, 1999). ....	9
Figura 2.6 – Parcelas de consumo doméstico com: a) usos exteriores, b) sem usos exteriores (Vieira et al., 2007). ....	10
Figura 2.7 – Sistema de telemetria domiciliária: a) unidade local, b) datalogger, c) bateria de contadores.....	25
Figura 2.8 – Ligação dos STD com os diversos sectores de uma EG (Medeiros et al., 2007).....	28
Figura 3.1 – Localização do complexo de edifícios Twin-Towers. ....	32
Figura 3.2 – Imagens do local de estudo – Complexo de edifícios Twin-Towers. ....	32
Figura 3.3 – Distribuição dos clientes domésticos e não domésticos pelos edifícios do complexo de edifícios Twin-Towers.....	33
Figura 3.4 - Complexo de edifícios Twin-Towers: a) distribuição do número de pisos por edifício, b) distribuição da tipologia por piso, c) distribuição da tipologia por edifício. ....	34
Figura 3.5 – Complexo de edifícios Twin-Towers: a) distribuição do número de clientes domésticos por edifício, b) distribuição do número de clientes domésticos por tipologia. ....	35
Figura 3.6 – Complexo de edifícios Twin-Towers: a) distribuição do número de habitantes por tipologia, b) distribuição do número médio de habitantes por tipologia. ....	35
Figura 3.7 - Contadores instalados em bateria no complexo de edifícios Twin-Towers. ....	36
Figura 3.8 – Vista das sobrepessoras localizadas a montante das baterias de contadores. ....	37
Figura 3.9 – Distribuição do diâmetro dos contadores para os clientes do complexo de edifícios Twin-Towers. ....	37
Figura 4.1 – Consumidores do complexo de edifícios Twin-Towers: a) n.º de contadores considerados e eliminados, b) distribuição dos contadores eliminados. ....	46
Figura 4.2 – Metodologia seguida para o inquérito. ....	49
Figura 4.3 – Taxas de respostas a cada um dos campos considerados no questionário.....	57

Figura 6.1 - Fluxograma da análise estatística univariada. ....	74
Figura 6.2 - Fluxograma da análise estatística bivariada. ....	76
Figura 6.3 – Variação do consumo mensal por cliente e da sua distribuição por escalão médio de consumo ao longo do ano. ....	84
Figura 6.4 – Distribuição do consumo médio anual por escalão. ....	84
Figura 6.5 – Histograma de frequência absoluta para o consumo mensal. ....	85
Figura 6.6 – Variação semanal: a) do consumo por cliente, b) da capitação. ....	87
Figura 6.7 – Histogramas de frequências absolutas do consumo por cliente para os dias úteis, para os clientes inquiridos: a) média, b) mediana, c) máximo, d) mínimo. ....	88
Figura 6.8 - Histogramas de frequências absolutas da capitação para os dias úteis, para os clientes inquiridos: a) média, b) mediana, c) máximo, d) mínimo. ....	89
Figura 6.9 - Variação da capitação para os dias úteis com o n.º de residentes, tendo por base: a) o n.º de residentes fornecido pela EPAL, S.A., b) o número de residentes obtido a partir do inquérito. ....	91
Figura 6.10 – Representação estatística do factor de ponta mensal e diário. ....	92
Figura 6.11 – Histogramas de frequência absoluta para: a) factor de ponta mensal, b) factor de ponta diário. ....	92
Figura 6.12 - Histogramas de frequência absoluta para as variáveis pertencentes à categoria alojamento: a) tipologia do alojamento, b) n.º de banheiras, c) n.º de autoclismos com descarga dupla, d) n.º de torneiras. ....	94
Figura 6.13 - Histogramas de frequência absoluta para as variáveis pertencentes à categoria agregado familiar: a) n.º de residentes, b) idade média, c) escolaridade média, d) n.º de dias de empregada. ....	95
Figura 6.14 - Histogramas de frequência absoluta para as variáveis pertencentes à categoria hábitos domésticos: a) n.º de duchas diários, b) duração média do duche, c) n.º de lavagens de roupa, d) período de lavagem de roupa, e) n.º de lavagens de loiça, f) período de lavagem de loiça, g) período de férias. ....	97
Figura 6.15 - Histogramas de frequência absoluta para as variáveis pertencentes à categoria hábitos de poupança de água e energia: a) tarifa bi-horária, e b), c), d), e), f), g), h) medidas de poupança de água preconizadas pela EPAL, S.A. ....	99
Figura 6.16 – Variação para dias úteis: a) da capitação com o n.º de residentes, b) do coeficiente de variação com o n.º de residentes para a totalidade da amostra. ....	103
Figura 6.17 - Variação dos parâmetros estatísticos (média, mediana e quartis 25 e 75) da capitação com o n.º de habitantes e com os dias da semana para a globalidade da amostra. ....	104

Figura 6.18 - Variação dos parâmetros estatísticos (média, mediana e quartis 25 e 75) da capitação média com a tipologia dos alojamentos e com os dias da semana para a globalidade da amostra. ....	104
Figura 6.19 - Relação entre as variáveis características do Agregado familiar: a) n.º de profissionais activos, b) n.º de horas de empregada. ....	108
Figura 6.20 - Relação entre as variáveis características dos Hábitos domésticos e hábitos de poupança de água e energia: a) n.º de duches diários, b) n.º de lavagens de roupa, b) n.º de lavagens de loiça, d) n.º jantares por semana. ....	108
Figura 6.21 – Relação entre as variáveis características do Alojamento e dos Dispositivos: a) tipologia do alojamento, b) n.º de banheiras, c) n.º de torneiras com o consumo por cliente para dia útil. ....	111
Figura 6.22 – Relação entre as variáveis características do Agregado familiar: a) número de estudantes, b) número de dias com empregada, c) idade média , d) escolaridade média com o consumo por cliente para dia útil.....	112
Figura 6.23 – Relação entre as variáveis sócio-demográficas escolaridade média e idade média. ....	113
Figura 6.24 – Relação entre as variáveis relativas aos Hábitos de consumo e de poupança de água: a) n.º de lavagens de roupa, b) n.º jantares por semana com o consumo por cliente para dia útil. ....	113
Figura 6.25 - Capitações médias para a totalidade dos clientes, em função do n.º de habitantes e da tipologia do alojamento, para a totalidade dos clientes. ....	117
Figura 6.26 - Capitações médias para a totalidade dos clientes, em função do n.º de habitantes e da tipologia do alojamento, para os clientes inquiridos.....	117
Figura 6.27 - Relação entre as variáveis características dos hábitos de consumo e de poupança de água: a) n.º de jantares por semana, b) n.º de profissionais activos, c) n.º de floreiras com o factor de ponta mensal. ....	119
Figura 6.28 - Relação entre as variáveis características dos Hábitos de consumo e de poupança de água: a) n.º de residentes, b) n.º de dias de empregada, c) n.º de duches por dia, d) n.º de lavagens de roupa com o factor de ponta mensal. ....	120
Figura IV.1 – Histogramas de frequência absoluta para as variáveis pertencentes à categoria edificado e alojamento: a) n.º de piso, b) diâmetro nominal, c) alojamento próprio. ....	19
Figura IV.2 – Histogramas de frequência absoluta para as variáveis pertencentes à categoria agregado familiar: a) unidade familiar, b) n.º de profissionais activos, c) n.º de estudantes, d) n.º de elementos não activos, e) sector de actividade, f) empregada, g) n.º de horas de empregada. ....	20

Figura IV.3 – Histogramas de frequência absoluta para as variáveis pertencentes à categoria dispositivos instalados no alojamento: a) n.º de máquinas de lavar loiça, b) n.º de máquinas de lavar roupa, c) n.º de máquinas de lavar roupa e/ou loiça, d) n.º de polibans, e) n.º de autoclismos com descarga simples, f) descarga simples ou dupla. ....	21
Figura IV.4 – Histogramas de frequência absoluta para as variáveis pertencentes à categoria hábitos domésticos: a) n.º de banhos de imersão/hidromassagem, b) n.º de almoços por semana, c) n.º de jantares por semana, d) n.º de almoços ao fim de semana, e) n.º de jantares ao fim de semana, f) n.º de floreiras, g) rega. ....	22
Figura IV. 5 - Histogramas de frequência absoluta para as variáveis pertencentes à categoria hábitos de poupança de luz e água: a) ciclo bi-horário energético, b) n.º de medidas adoptadas. ....	23

## ACRÓNIMOS

AMRA	Automatic Meter Reading Association
APDA	Associação Portuguesa de Drenagem e Distribuidores de Água
APU	Área Predominantemente Urbana
CLC	Código do Local de Consumo
DGOTDU	Direcção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano
DQA	Directiva Quadro da Água
EG	Entidade Gestora
EPAL	Empresa Portuguesa das Águas Livres
FCT	Fundação para a Ciência e Tecnologia
GSM	Global System for Mobile Communication
INE	Instituto Nacional de Estatística
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
PNA	Plano Nacional da Água
PNUEA	Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água
PSTN	Public Switched Telephone Network
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
RF	Radio Frequency
RSF	Resposta Sem Franquia
SIG	Sistema de Informação Geográfica
STD	Sistema de Telemetria Domiciliária
ZMC	Zona de Medição e Controlo



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Enquadramento

A água é um recurso natural de extrema importância e, de alguma maneira, diferente dos restantes, pois é vista como uma chave para a prosperidade e para o desenvolvimento, desempenhando um papel crucial na localização, função e desenvolvimento de comunidades (OCDE, 1999).

O reconhecimento da água como um recurso natural escasso dos mais importantes para o meio urbano, associado aos custos de construção e exploração dos sistemas, leva à necessidade de se tarifar eficientemente o seu consumo (OCDE, 1999), o que conduz frequentemente a uma das mais controversas decisões do ponto de vista sócio-económico. Com a crescente procura de água, as autoridades têm desenvolvido e implementado estratégias de desincentivação ao consumo. Tais estratégias podem corresponder à subida do preço de venda e ao melhoramento da eficiência do sistema de distribuição, reduzindo perdas reais e ligações ilegais, ou ainda, tomar a forma de campanhas educacionais e informativas vocacionadas para a sensibilização das populações quanto à necessidade de se utilizar eficientemente a água.

Este processo de consciencialização deve ser materializado através de medidas concretas, conducentes à alteração das práticas de consumo. Nesse âmbito, foi desenvolvido o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA), que pretende ter um carácter estratégico e de recomendação, e não constituir uma obrigação legal. O seu objectivo é promover o uso eficiente da água em Portugal, nos sectores urbano, agrícola e industrial, contribuindo para minimizar os riscos de “stress” hídrico, quer em situação hídrica normal, quer durante períodos de seca (PNUEA, 2001).

Sendo a água um factor essencial para o desenvolvimento sócio-económico, deve ser considerada como um recurso estratégico e estruturante, tendo necessariamente de se garantir uma elevada eficiência na sua utilização. Neste contexto, um dos aspectos que merece especial atenção é a necessidade de se proceder ao uso eficiente da água disponível, optimizando a utilização desse recurso, sem pôr em causa os objectivos pretendidos ao nível da satisfação das necessidades, da qualidade de vida e do desenvolvimento sócio-económico. Assim, no actual contexto de evolução do sector da água, colocam-se novas exigências às entidades gestoras, quer em termos do seu desempenho económico quer da qualidade do serviço prestado. Em Portugal, e tendo em conta a Directiva n.º 2000/60/CE de 23 de Outubro, designada por Directiva Quadro da Água (DQA), estabelece-se que, na definição do preço dos serviços de água, se deve ter presente o princípio da recuperação total dos custos bem como a necessidade de garantir uma adequada contribuição dos diferentes sectores utilizadores na cobertura desses mesmos custos. Deste modo, os custos financeiros, ambientais e de escassez devem ser internalizados e tidos em consideração no estabelecimento do regime de preços para a água (Directiva n.º 2000/60/CE, 2000).

## 1.2 Objectivos e metodologia do trabalho

O objectivo principal desta dissertação consiste na identificação e análise dos factores mais relevantes para a caracterização dos consumos domésticos em sistemas de distribuição de água. Entre estes factores salientam-se o preço da água, a tarifa, os factores climáticos, os factores sócio-demográficos, as características dos alojamentos e os hábitos do agregado familiar. Como caso de estudo, será analisada uma amostra de 240 consumidores domésticos, residentes na zona de Lisboa.

Este trabalho encontra-se integrado no projecto de investigação “Utilização de dados de telemetria domiciliária na gestão de sistemas de distribuição de água”, co-financiado pela FCT, coordenado pelo LNEC, com a participação da EPAL S.A. e actualmente em curso (2004-2009), inserido no programa de Doutoramento – “Metodologias de análise de consumos para a gestão eficiente de sistemas de distribuição de água” (Loureiro, 2004). Apresenta-se na Figura 1.1 o fluxograma onde são indicados os objectivos de cada tarefa proposta para o projecto de investigação, assim como as tarefas realizadas no âmbito desta dissertação.

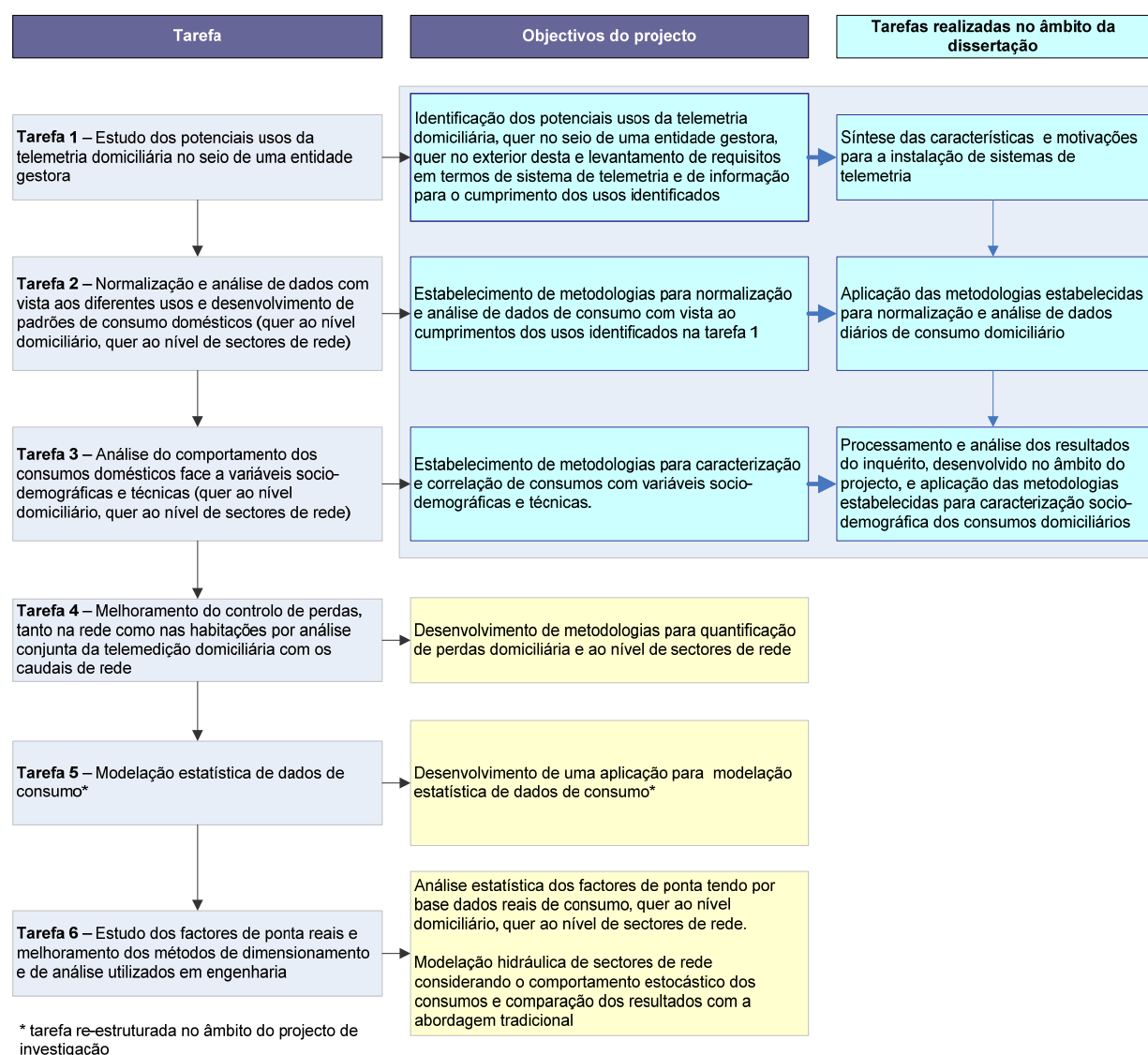


Figura 1.1 – Fluxograma do projecto de investigação.



A metodologia adoptada para a dissertação foi a seguinte:

- Revisão do estado da arte dos conhecimentos nas áreas de caracterização de consumos domésticos e de tecnologias de telemetria em sistemas de distribuição de água, inserindo-se na **Tarefa 1** da projecto de investigação.
- Recolha e processamento de dados de consumo e de dados sócio-demográficos e relativos aos hábitos de consumo e de poupança de água, para o caso de estudo, inserindo-se na **Tarefa 2** da projecto de investigação.
- Análise de dados, com vista a identificar e caracterizar as principais variáveis sócio-demográficas explicativas do consumo doméstico de água inserindo-se na **Tarefa 3** do projecto de investigação.
- Análise crítica dos resultados.

### 1.3 Estrutura

A presente dissertação está estruturada em sete capítulos e sete anexos. No capítulo introdutório, Capítulo 1, é apresentado o enquadramento da dissertação, são descritos os objectivos da dissertação e é apresentada a metodologia seguida para a caracterização de consumos domésticos.

Ao capítulo introdutório, sucede-se o Capítulo 2, onde se efectua o estado da arte dos temas mais relevantes para o desenvolvimento deste trabalho de investigação, de modo a: (i) enquadrar a estrutura de consumo num contexto global e em Portugal; (ii) identificar as principais variáveis que descrevem e caracterizam o consumo doméstico; e (iii) caracterizar os sistemas de telemetria domiciliária em sistemas de distribuição de água, bem como os seus potenciais usos.

No Capítulo 3 efectua-se a descrição do caso de estudo. Neste capítulo apresenta-se uma caracterização sumária do edificado, do alojamento e dos clientes abastecidos, e uma caracterização dos contadores domiciliários e do sistema de telemetria instalado. Apresenta-se ainda uma listagem do tipo de informação disponibilizada pela entidade gestora para o estudo, informação essa que permitiu efectuar uma análise dos dados de consumo.

No Capítulo 4 descreve-se a recolha e o processamento de dados de consumo, bem como de dados sócio-demográficos e relativos aos hábitos de consumo e de poupança de água. Para além da recolha dos dados fornecidos pela EPAL, S.A., em termos de consumos, clientes, edificado, alojamento e contadores, foi ainda realizado um inquérito aos residentes do complexo de edifícios das *Twin-Towers* sobre os hábitos de consumo de água. Apresenta-se a metodologia seguida para a concepção, realização e análise dos dados, assim como a descrição do questionário.

No Capítulo 5, foi construído um conjunto de variáveis de consumo, de variáveis sócio-demográficas e de variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água. Procedeu-se à construção de variáveis de consumo, tendo por base os volumes, as capitações e os escalões de consumo. O estabelecimento destas variáveis foi efectuado para a globalidade dos clientes e para os clientes inquiridos. Para os clientes inquiridos foram consideradas variáveis características da sazonalidade,

do consumo no trimestre de Verão e de Outono, de factores de ponta, do consumo semanal no Outono, de consumo nos dias úteis, sábados, domingos e do consumo por escalão.

No Capítulo 6, são apresentados os resultados que tiveram por base o estudo de análises estatísticas univariadas e bivariadas. Para a análise estatística univariada foram analisados os dados de consumo e os dados recolhidos no inquérito. Em relação aos dados de consumo, foi considerado o consumo mensal, o consumo nos dias úteis, sábados e domingos e os factores de ponta. Em relação aos dados do inquérito foi considerada a análise das variáveis sócio-demográficas, das variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água, e foram descritas correlações entre estas variáveis. Para a análise estatística bivariada foram analisados os dados relativos à totalidade dos clientes e os dados relativos aos clientes inquiridos. Em relação aos clientes inquiridos, foi considerado o consumo mensal, o consumo nos dias úteis, sábados, domingos e os factores de ponta.

Por fim, apresenta-se no Capítulo 7 a síntese do trabalho efectuado e as conclusões gerais do estudo, bem como a indicação de novas áreas de desenvolvimento e as recomendações para trabalhos futuros.

## 2. ESTADO DA ARTE

### 2.1 Introdução

A presente dissertação incide na análise sócio-demográfica para a caracterização de consumos domésticos em sistemas de abastecimento de água. O *consumo* é entendido como o volume de água que é efectivamente medido na rede de abastecimento predial de um edifício (e.g., à entrada do ramal de abastecimento de um edifício), que está associado aos usos no interior e no exterior das habitações. Os consumos interiores incluem a água utilizada para consumo humano, higiene pessoal, descarga de autoclismos, limpeza e lavagem de roupa e loiça, enquanto que os consumos exteriores incluem a rega de plantas e espaços verdes, a lavagem de viaturas e o enchimento de piscinas. O estudo de consumos é muito importante para a previsão da procura de água. A *procura* corresponde ao volume de água estimado como necessário para a satisfação dos consumos (i.e., o consumo previsto em projecções futuras, junto à origem ou em secções intermédias, como por exemplo à saída de reservatórios).

O objectivo do presente capítulo consiste no levantamento do estado da arte no domínio da caracterização de consumos domésticos e de tecnologias de telemetria em sistemas de distribuição de água, nomeadamente:

- a importância do consumo num contexto global e a caracterização de consumos em Portugal;
- a identificação e análise dos factores mais relevantes para a caracterização dos consumos domésticos em sistemas de distribuição de água;
- a evolução das tecnologias de medição de consumos domiciliários.

Este tema tem sido largamente estudado por especialistas, um pouco por todo o mundo, dada a sua importância sob o ponto de vista económico-financeiro, técnico, ambiental, de saúde pública e social, pelo que serão citadas as contribuições mais relevantes nesta matéria.

### 2.2 Estrutura do consumo de água

#### 2.2.1 Importância do consumo num contexto global

A gestão eficiente dos sistemas de abastecimento de água, incluindo a adução, o tratamento, o armazenamento e a distribuição de água tem assumido uma importância crescente no seio das entidades gestoras um pouco por todo o mundo.

O crescimento da população, aliado à redução da quantidade de água doce disponível e ao elevado custo de construção e manutenção das infra-estruturas de abastecimento tem levado as entidades gestoras de abastecimento de água a levantar sérios problemas na gestão e na manutenção dos seus sistemas. Ao mesmo tempo, o impacto do aquecimento global, a crescente procura de água, e as preocupações com questões de qualidade ambiental e de sustentabilidade têm tido um papel determinante na gestão e na definição de linhas de intervenção por parte das entidades gestoras.

É, por isso, necessário desenvolver novas técnicas de controlo, gestão e caracterização de consumos. Entre estas técnicas, a gestão da distribuição e do abastecimento de água é fortemente dependente da qualidade de informação relativa ao crescimento da população e às características sociais, económicas e demográficas das populações (Murdock *et al.*, 1991). Variáveis sócio-demográficas, sócio-económicas ou a composição do agregado familiar afectam significativamente o consumo de água, podendo, em alguns casos, ser mais importantes para os consumos do que factores económicos ou climáticos (Murdock *et al.*, 1991).

Apesar da escassez da água, a medição de consumos domésticos não é um assunto de destaque político nalguns países da Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE). Isto é verdade no sentido de que a grande maioria dos países da OCDE atingiram uma penetração de 100% na medição de consumos em alojamentos unifamiliares ligados a sistemas públicos de distribuição de água. Refira-se, por exemplo, o caso paradigmático da cidade de Amsterdão, na Holanda, onde os consumidores pagam a água consumida em função do número de quartos da sua habitação e da existência de casas de banho, cozinha, garagem ou jardim (Dalhuisen e Nijkamp, 2000). Actualmente, e após várias décadas de discussão, os contadores domiciliários estão a ser gradualmente instalados nesta cidade. Um outro exemplo, é o caso de Central Valley, na Califórnia, onde a grande parte dos consumidores de água não dispõe de contadores (*i.e.*, o seu consumo não é medido), pagando um preço fixo por mês para terem acesso ao serviço e usar água de forma ilimitada (Dale *et al.*, 2003).

Para a estimativa da procura de água podem ser considerados diferentes horizontes temporais (*e.g.*, curto, médio e longo prazo). Horizontes de longo prazo, tipicamente de 25 anos, são usualmente considerados no planeamento estratégico. Consideram-se horizontes de tempo intermédios, da ordem dos 10 a 15 anos, para o planeamento financeiro ou a construção de grandes obras (*e.g.*, construção de barragens). Para questões relacionadas com o planeamento táctico dos sistemas de abastecimento de água, são considerados períodos de 3 a 5 anos, enquanto que, para o planeamento operacional, se recorrem a períodos de um ano, meses, semanas ou mesmo de dias. A relação entre os níveis de planeamento e os respectivos horizontes temporais é apresentada esquematicamente na Figura 2.1.

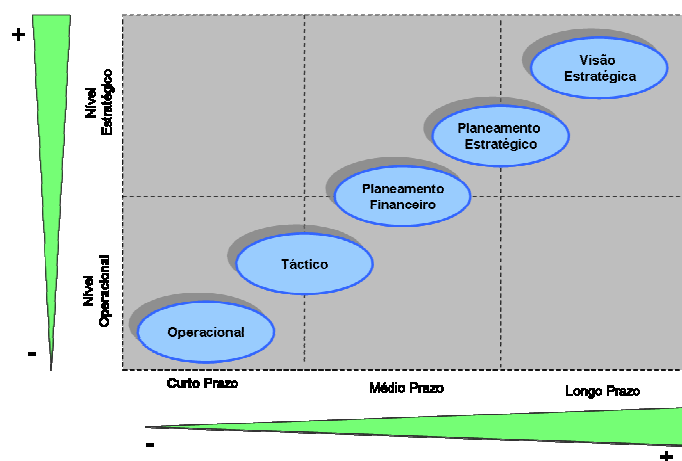


Figura 2.1 – Relação entre os níveis de planeamento e os horizontes temporais para a estimativa de procura de água. (adaptado de McDonald *et al.* 2003).

Os factores que influenciam o consumo de água são diversos e de natureza complexa. As relações entre factores conhecidos e o consumo são muitas vezes “inconsistentes” e “indirectos”, dado que, muitos dos factores são difíceis de identificar ou quantificar. Sendo o consumo doméstico uma parcela significativa da procura de água em países desenvolvidos, é natural que se tenha tornado um tema de discussão por parte dos políticos, entidades reguladoras e entidades gestoras.

### 2.2.2 Caracterização do consumo em Portugal

Os *consumos* são entendidos como os volumes de água medidos que são retirados dos meios hídricos naturais, e que são utilizados em diferentes actividades humanas ou perdidos ao longo do sistema. Os consumos podem ser domésticos, industriais, ou agrícolas. A *procura* corresponde ao volume de água estimado como necessário para a satisfação das necessidades da sociedade.

Estima-se que a procura de água em Portugal seja da ordem de  $7.500 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ , correspondendo a um custo para a sociedade de  $1.880 \times 10^6 \text{ €/ano}$  (INAG, 2001). A procura da água pode ser dividida em sectores de consumo, como sejam o sector urbano, o agrícola e o industrial. O sector urbano pode ainda ser dividido em doméstico, comercial e público (Baptista *et al.*, 2001).

#### Sectores de consumo

Em termos de procura de água por sectores e tendo por base o Plano Nacional da Água (PNA), verifica-se que a agricultura é o maior utilizador de água em Portugal em termos de volume (87% do volume total), seguido do abastecimento urbano às populações (8% do volume total) e da indústria (5% do volume total) (*cf.* Figura 2.2 a).

No entanto, em termos de custos associados à produção da água, verifica-se que o sector urbano é o que apresenta maiores valores, dados os níveis de exigência quanto aos requisitos mínimos a garantir em termos de qualidade da água, correspondendo-lhe 46% dos custos totais de produção de água, seguido da agricultura com 28% e da indústria com 26% (*cf.* Figura 2.2 b).

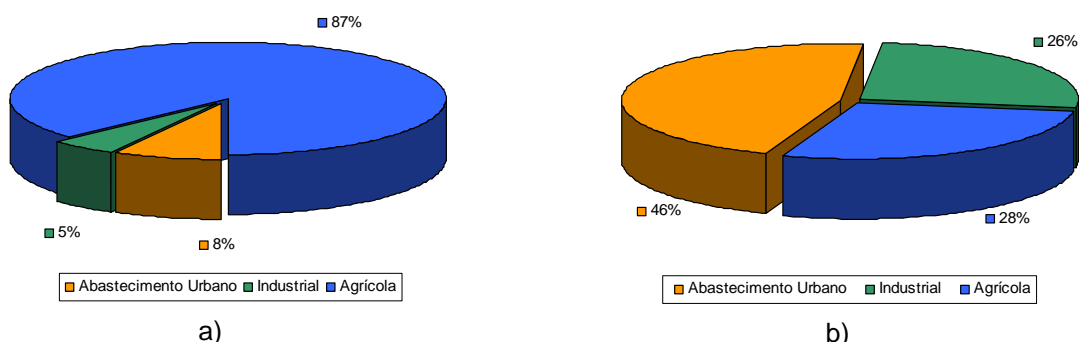


Figura 2.2 – Distribuição dos consumos em Portugal de acordo com: a) o volume de água consumida, b) os custos associados à produção de água (Almeida *et al.*, 2005).

### ***Tipos de entidades gestoras***

O abastecimento de água urbano é realizada por um conjunto diversificado de entidades (cf. Figura 2.3). Todavia, ainda é significativo o número de utilizadores individuais que recorrem quase exclusivamente a captações de água própria nas suas propriedades. Em 1999, as principais entidades que asseguravam o abastecimento de água às populações eram, de acordo com o levantamento efectuado pela Associação Portuguesa de Drenagem e Distribuidores de Água (APDA) as Câmaras Municipais, com ou sem serviços municipalizados, e empresas municipais e públicas (Lopes *et al.*, 2004).

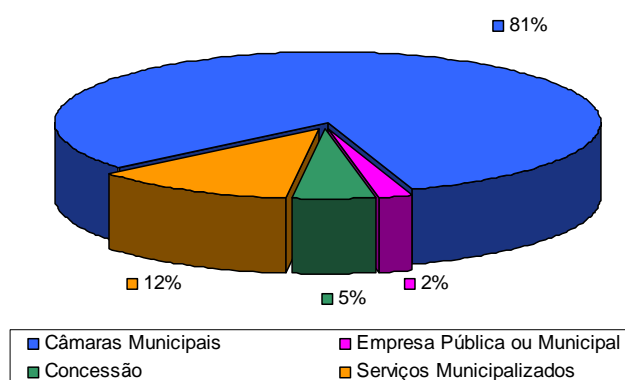


Figura 2.3 – Distribuição do número de tipos de entidades gestoras em Portugal (Lopes *et al.*, 2004).

### ***Distribuição do consumo urbano***

A água distribuída por um sistema de abastecimento urbano é utilizada para fins múltiplos e por diversos utilizadores. As redes de abastecimento podem fornecer água para consumo humano, rega ou combate a incêndios. De salientar que o consumo total numa área resulta da agregação de diferentes utilizações individuais, cada uma com características próprias e sujeita a diferentes influências (Bau, 1983).

De entre os diferentes sectores de consumo urbano (*i.e.*, doméstico, comercial e público), o consumo doméstico constitui uma das componentes mais importantes. Segundo Baptista *et al.* (2001), se apenas forem consideradas as perdas nos sistemas de abastecimento e não for incluída a componente industrial, os volumes fornecidos, que se podem considerar estritamente urbanos, são de 45, 9 e 6% do volume total entrado no sistema, respectivamente para consumos domésticos, comerciais e públicos. Os restantes 40% estão associados às perdas no sistema de abastecimento de água (cf. Figura 2.4).

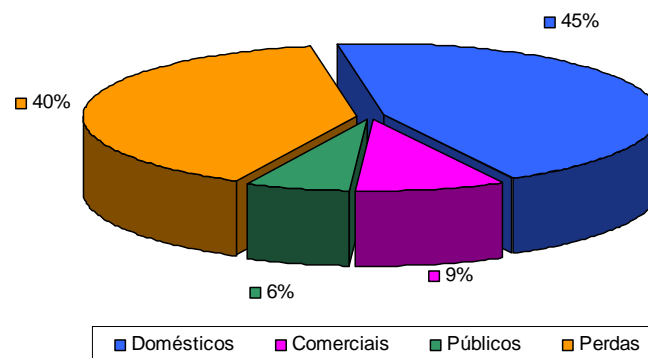


Figura 2.4 – Distribuição dos consumos urbanos e perdas (Almeida *et al.*, 2005).

Relativamente à distribuição espacial, verifica-se que o consumo de água está directamente relacionado com a população. A comprovar este facto surge a região de Lisboa e Vale do Tejo como a região mais consumidora de água, logo seguida da região Norte (*cf.* Figura 2.5).

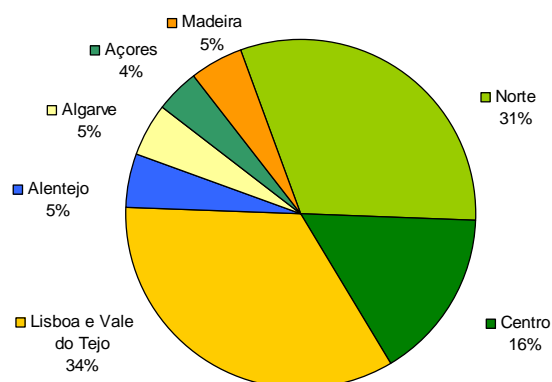


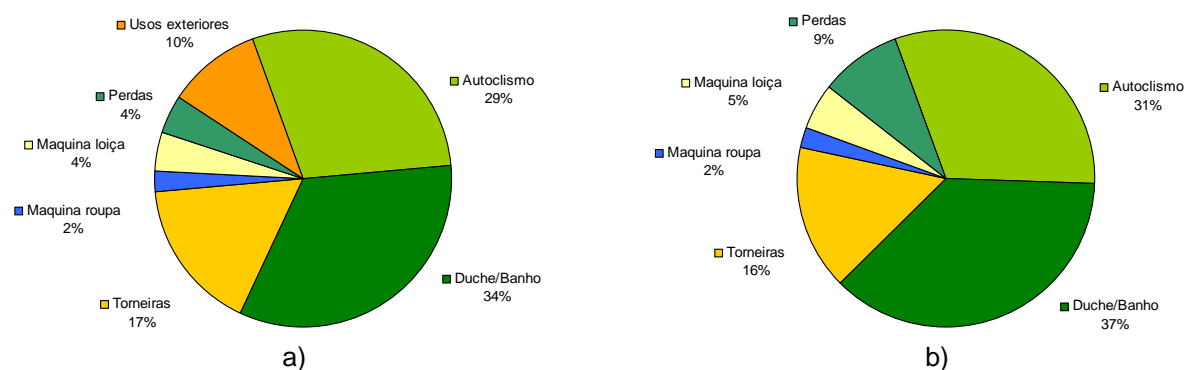
Figura 2.5 – Distribuição do consumo urbano de água por regiões (APDA, 1999).

### **Distribuição do consumo doméstico**

Por *consumo doméstico* entende-se o consumo de água associado aos usos no interior e na envolvente das habitações. Os consumos no interior da habitação, tendencialmente proporcionais ao número de elementos do agregado familiar, incluem a água utilizada para consumo humano, higiene pessoal, descarga de autoclismos, limpeza e lavagem de roupa e loiça. Os consumos exteriores incluem a rega de plantas e espaços verdes, a lavagem de viaturas e o enchimento de piscinas.

Ao contrário dos usos interiores, a componente exterior do consumo doméstico apresenta uma grande variação em termos percentuais, dependendo da tipologia da habitação, da região, do respectivo clima e da estação do ano. Estes consumos são, em geral, superiores nos meses quentes, ou seja, em períodos com as disponibilidades de água potencialmente mais reduzidas (Almeida *et al.*, 2004).

Não se conhecem em Portugal estudos globais sistemáticos de caracterização quantitativa detalhada das diversas parcelas do consumo doméstico. Vieira *et al.* (2002) apresentam a análise de consumos médios, incluindo ou não usos exteriores, de uma amostra de consumidores (*cf.* Figura 2.6).



A caracterização dos hábitos de consumo doméstico é fundamental para o estabelecimento de um conjunto de medidas conducentes ao uso eficiente de água e à análise do efeito da implementação destas medidas no consumo de água. De acordo com o PNUEA (2001), os usos de água mais relevantes ao nível doméstico correspondem a duchas, banhos e descargas de autoclismo.

Verificou-se, também, que o maior potencial de poupança nos usos urbanos consiste, por ordem decrescente de importância, na redução dos consumos nos autoclismos e nos duches/banhos e na redução das perdas reais nos sistemas públicos (PNUEA, 2001).

### **Sector comercial**

O *consumo comercial* encontra-se associado às actividades comerciais sendo muito variável e dependendo de factores como sejam o tipo de actividade e a dimensão de cada unidade comercial. A algumas destas actividades estão associados consumos similares aos domésticos, como sejam as actividades do sector terciário (*i.e.*, o sector de serviços) ou as que necessitam de escritórios e de armazéns.

### **Sector público**

O *consumo público* inclui o consumo de água associado às actividades municipais e nas instituições públicas, como sejam, estabelecimentos de ensino, estabelecimentos de saúde, instalações desportivas, organismos públicos, quartéis, refeitórios, oficinas, lavandarias, etc. Os usos de água incluem instalações sanitárias, balneários, limpeza de instalações, rega de espaços exteriores, bocas de incêndio, entre outros. Não existe informação que permita quantificar os consumos associados a cada um destes usos, sendo, em geral as perdas de água nestes tipos de instalações significativas.

### **Perdas de água**

As *perdas de água* em sistemas de adução e distribuição representam a diferença entre o volume de água entrado no sistema e os volumes de água facturado e autorizado não facturado. Podem ser classificadas em perdas reais e perdas aparentes (Alegre et al., 2005).



As *perdas reais* referem-se aos volumes perdidos devido a fugas ou rupturas em condutas ou ramais, e a extravasamentos dos reservatórios. As *perdas aparentes* englobam os consumos ilícitos e os volumes associados às imprecisões dos equipamentos de medição.

A realização de balanços hídricos em sectores do sistema permite avaliar o volume e o tipo predominante de perdas de água (reais ou aparentes) e definir medidas para o seu controlo (Covas *et al.*, 2006; Covas *et al.*, 2007).

## 2.3 Variáveis de consumo

Neste sub-capítulo, apresentam-se algumas das variáveis explicativas mais relevantes para a caracterização dos consumos domésticos em sistemas de distribuição de água. O objectivo não é o de proceder a uma descrição exaustiva de todas as variáveis que possam caracterizar o consumo em geral, mas focar as mais importantes para o estudo dos consumos de água domiciliário. Destas variáveis, salientam-se o preço da água, a tarifa, os factores climáticos, os factores sócio-demográficos, os factores psico-sociais, as características dos alojamentos e os hábitos do agregado familiar.

### 2.3.1 Preço da água

O aumento generalizado do consumo, a crescente urbanização e a degradação da qualidade e quantidade de água nas origens de água têm levado à ocorrência de situações de escassez e a uma consequente e progressiva valorização económica do recurso água (INAG, 2001). Sendo a água um recurso indispensável à vida e com custos de produção significativos, esta pode ser considerada um bem económico (Lopes *et al.*, 2004).

Muitos autores defendem que o preço da água é uma das formas de melhor gerir a sua procura. A utilização do preço é baseada no pressuposto de que este é o meio mais eficaz para controlar os consumos em meio urbano, resultando da sua gestão as decisões mais controversas do ponto de vista socio-económico. Apesar das inúmeras técnicas, modelos e abordagens para a previsão e caracterização de consumos, muitos dos trabalhos desenvolvidos assentam em processos empíricos similares: numa primeira fase escolhem o tipo de modelo a utilizar, e numa segunda fase especificam as variáveis dependentes e independentes que vão ser utilizadas nesses modelos.

Normalmente, os modelos utilizados tomam a seguinte forma simplificada:

$$Q_d = f(P, Z) \quad (2.1)$$

sendo

- $Q_d$  : quantidade de água consumida;
- $P$  : medida do preço da água;
- $Z$  : vector de variáveis independentes.

Estes modelos relacionam o consumo com uma medida do preço da água (e.g., a *elasticidade procura-preço*, os escalões de consumo ou as tarifas de água) com outras variáveis independentes (e.g., o rendimento, a estrutura e a tipologia da habitação, a composição do agregado familiar, factores socio-económicos e socio-demográficos, o clima) (Arbués *et al.*, 2003). Embora sejam modelos bastante utilizados, pretendem caracterizar os consumos a uma escala macro, isto é, caracterizar os consumos em grandes áreas de estudo como em cidades, regiões ou mesmo países.

No entanto, enquanto que alguns estudos apontam a regulação do preço da água como uma das formas mais eficientes de controlar a procura e reduzir o consumo de água (OCDE, 1999; Arbués *et al.*, 2000; Martins e Fortunato, 2005), outros defendem que a regulação do preço é uma ferramenta praticamente ineficaz na redução do consumo de água (Dalhuisen e Nijkamp, 2000; Mostert, 2000; Mylopoulos *et al.*, 2003).

É bastante difícil avaliar a influência do preço da água na sua procura. Um parâmetro de extrema relevância que traduz essa influência é a *elasticidade procura-preço*. Este factor mede a resposta dos consumidores a variações do preço (i.e., a *elasticidade procura-preço* é definida pelo rácio entre a variação da quantidade de água procurada e a variação percentual do preço). De forma mais indirecta, depende igualmente da *elasticidade procura-rendimento* (i.e., a *elasticidade procura-rendimento* é definida pelo rácio entre a variação da quantidade de água procurada e a variação percentual do rendimento). Assim, a *elasticidade* é uma medida da sensibilidade dos consumidores a variações no preço dos produtos, no presente caso, do preço da água (Samuelson e Nordhaus, 2005).

Em muitos casos estudados, a procura de água é *inelástica*, isto é, a quantidade procurada não é praticamente afectada por variações no preço. Isto acontece porque a água não tem substitutos e porque os consumidores apresentam uma baixa percepção da estrutura de preços das tarifas que lhes são aplicadas, uma vez que, normalmente a conta de água representa uma pequena fracção do rendimento familiar (Chicoine *et al.*, 1986; Arbués *et al.*, 2000).

Existe algum consenso entre entidades gestoras, políticos ou entidades reguladoras de que o preço da água é um instrumento relevante no controlo da procura. A literatura mostra que os consumidores respondem, de alguma forma, a variações de preço da água (OCDE, 1999; Dalhuisen e Nijkamp, 2000; Barkatullah, 2002; Dalhuisen *et al.*, 2003; Martins e Fortunato, 2005). Assim, o preço pode ser considerado como uma ferramenta de implementação de estratégias de gestão de consumos, contudo, a magnitude da *elasticidade procura-preço* sugere que sejam necessárias grandes variações no preço para que este influencie efectivamente o consumo de água.

Conhecimentos detalhados da elasticidade do preço e do rendimento, assim como dos consumos domésticos de água, podem ser encontrados em muitos estudos (Yepes e Dianderas, 1996; Arbués *et al.*, 2000; Klawitter, 2003; Worthington e Hoffmann, 2006).

Carver (1980) distinguiu a procura de água em duas componentes de acordo com a sazonalidade: a procura de Inverno e a de Verão. A procura no Inverno é menos sensível a variações de preço do que a do período de Verão. Resultados semelhantes foram apresentados em estudos desenvolvidos por outros autores (Howe e Linaweaver, 1967; Howe, 1982; Griffin e Chang, 1990; Dandy *et al.*, 1997).

Os mecanismos mais apropriados para que se possam regular os consumos passam por campanhas públicas de educação, restrições ao uso de água ou a subsídios para encorajar usos mais eficientes de água (Dalhuisen e Nijkamp, 2000; Mostert, 2000; Mylopoulos *et al.*, 2003). No entanto, e de outro ponto de vista, restrições ao uso de água podem diminuir a qualidade de vida dos consumidores, são impopulares e dão uma má imagem do sector de distribuição de água.

### 2.3.2 Tarifas

De acordo com OCDE (1999), a medição do volume de água consumida é a única maneira de sensibilizar o consumidor sobre o valor real da água. Esta medição cria um forte incentivo para um uso sustentável e eficiente da água e é, ainda, uma pré-condição para a aplicação de uma política de tarifas (Bennett, 2005).

O processo de estruturar uma tarifa é muitas vezes complexo. O estabelecimento de preços de tarifas não é apenas motivado por um uso eficiente dos recursos hídricos, mas também pela procura do cumprimento de objectivos de equidade, serviço público, eficiência ambiental, estabilidade financeira, simplicidade, aceitabilidade pública e transparência (Klapper, 1987). Tendo em conta estes objectivos, as tarifas podem ser lineares, não lineares, ou mistas. Dentro das não lineares figuram as tarifas por partes, sendo as que têm sido mais utilizadas pelos serviços de abastecimento de água à rede urbana em Portugal (INAG, 2001).

Normalmente, as tarifas são formadas por um conjunto de elementos fixos e elementos variáveis. Tipicamente, existe uma parte fixa que confere o acesso ao serviço por parte dos consumidores (*e.g.*, o aluguer do contador ou a taxa de acesso ao serviço), à qual acresce uma parte variável que é, normalmente, função linear do volume de água consumida, embora o preço unitário possa ser definido por escalões.

Uma tarifa que inclua apenas elementos fixos é conhecida por tarifa plana, a qual pode ser avaliada através da dimensão da habitação, número de habitantes, número de quartos e existência de jardins ou de piscinas. Estas tarifas apresentam a vantagem de serem bastante simples, mas são muito difíceis para o controlo de consumos de água, uma vez que não correlacionam o valor da “conta da água” com a quantidade de água efectivamente consumida. No extremo oposto, encontra-se a tarifa baseada na cobrança do volume medido à entrada do alojamento e correspondente à água consumida e às perdas no interior da habitação.

A componente variável da tarifa pode ser não linear, uma vez que o preço unitário da água varia com o escalão de consumo (Arbués *et al.*, 2003; Worthington e Hoffmann, 2006). Estes escalões podem ser crescentes, caso o preço suba em cada escalão sucessivo, ou decrescente, no caso contrário.

Este tipo de tarifas com escalões de consumo crescentes ou decrescentes tem sido discutido e analisado por diferentes autores, salientando-se os seguintes estudos efectuados nos Estados Unidos:

- estudos de tarifas com escalões crescentes (Billings e Agthe, 1981; Agthe *et al.*, 1986; Agthe e Billings, 1987; Renwick e Archibald, 1998; Gaudin *et al.*, 2001);
- estudos de tarifas com escalões decrescentes (Chicoine *et al.*, 1986; Williams e Suh, 1986);
- estudos de tarifas com escalões crescentes ou escalões decrescentes (Foster Jr. e Beattie, 1981; Schefter e David, 1985; Nieswiadomy e Molina, 1989; Timmins, 2002).

Também foram realizados vários estudos fora dos Estados Unidos, no âmbito das tarifas de consumo, nomeadamente em:

- Espanha (Martínez-Espiñeira, 2003; Martínez-Espiñeira e Nauges, 2004);
- Indonésia (Rietveldt *et al.*, 2000);
- Chipre (Pashardes *et al.*, 2001);
- França (Nauges e Thomas, 2003);
- Austrália (Thomas e Syme, 1988; Dandy *et al.*, 1997; Higgs e Worthington, 2001; Barkatullah, 2002; Hoffmann *et al.*, 2006).

Um dos estudos que apresenta uma estrutura de preços mais complexa é o de Arbués *et al.* (2000), efectuado na cidade Espanhola de Saragoça. É apresentada uma abordagem na qual se pretendem avaliar os efeitos da cobrança de água, no uso mais eficiente da mesma. Foi analisado um conjunto de 3000 consumidores domésticos da cidade de Saragoça durante o período de 1996 a 1998. A tarifa era constituída por uma parte fixa, definida em função do calibre do contador (componente associada ao aluguer do contador com ligação ao sistema público de abastecimento de água), e por uma parte variável correspondente ao volume de água medido. Esta última parte era constituída por 140 escalões crescentes de preço. O preço unitário a atribuir correspondia ao preço do último escalão registado, por oposição ao que se pratica habitualmente, em que os diferentes escalões de água são pagos a diferentes preços.

Para esta situação, era extremamente difícil, tanto técnica como economicamente, um consumidor obter informação precisa sobre o preço associado ao seu consumo num dado momento. Assim, os consumidores ao tomarem as suas decisões sobre o consumo tendem a utilizar a informação que lhes é mais simples e óbvia (Charney e Woodard, 1984; Shin, 1985; Arbués *et al.*, 2000). Essa informação, normalmente, toma a forma de “conta da água” que é recebida periodicamente em casa. Verificou-se que, embora a estrutura de tarifas aplicadas na cidade de Saragoça levasse a uma redução do consumo de água, esta redução era muito pequena (Arbués *et al.*, 2000).

A facturação do consumo de água baseada na medição e na aplicação de tarifas crescentes pode ajudar a racionalizar o consumo de água por parte dos consumidores (Whitworth, 2000), contudo, tem de ser complementada com outro tipo de medidas, por exemplo com campanhas educacionais e informativas vocacionadas para a sensibilização sobre o uso eficiente da água. Similarmente, podem ser usados incentivos para a utilização de tecnologias de poupança de água e melhoramento da eficiência do sistema de distribuição, por forma a evitar perdas reais e ligações ilegais (Arbués *et al.*, 2000). Por exemplo, o estudo publicado por Stevens *et al.* (1992) é um dos poucos trabalhos onde se apresenta uma análise de diferentes cenários de estruturas tarifárias, mas os resultados mostraram que o seu efeito é praticamente desprezável no consumo de água.

De um modo geral, a grande maioria dos autores defende que o consumo deve ser facturado com base na medição de consumos domiciliários dado que se verifica que a mera introdução de contadores domiciliários, independentemente do tipo de estrutura de preços praticada, resulta numa redução geral dos consumos (Yepes e Dianderas, 1996; Dalhuisen e Nijkamp, 2000; Bartoszczuk e Nakamuri, 2002; Cabrera *et al.*, 2003). No entanto, as medições de consumos domiciliários, mesmo em países desenvolvidos, ainda não tem uma aceitação e implementação universal. Exemplos disso são países como a Noruega, a Irlanda, a Inglaterra ou o Canadá. Nalguns destes países, ainda se discutem os custos e os benefícios da instalação de contadores domiciliários (OCDE, 1999).

### **2.3.3 Características sócio-demográficas**

#### **2.3.3.1 Composição do agregado familiar**

Em diversos estudos onde se pretende determinar o consumo de água por habitante, é normalmente introduzida uma variável que tem em consideração a dimensão do agregado familiar residente no alojamento. É de esperar que quanto maior for a dimensão do agregado, maior seja o seu consumo total. Contudo, devido à economia de escala no uso de água, observa-se uma diminuição do consumo por habitante (Edwards e Martin, 1995; Höglund, 1999; Arbués *et al.*, 2000).

O aumento do número de habitações, para uma população constante, conduz a um aumento do consumo de água na área abrangida (Arbués *et al.*, 2000). Na presença de famílias com crianças é de esperar que o consumo de água seja mais descuidado, que se tomem mais banhos e que se lave roupa mais frequentemente. Os usos exteriores por parte das crianças também são expectáveis serem superiores aos dos adultos. Pessoas mais jovens têm menos cuidado na utilização da água, enquanto que pessoas mais idosas demonstram um comportamento contrário. Estas últimas tendem a estar mais preocupadas com a conservação da água e, provavelmente, a tomarem menos banhos ou duchas (Nauges e Thomas, 2000).

Alegre (1992), no estudo de caracterização de consumos domésticos na cidade de Lisboa, conclui que as características sócio-demográficas e habitacionais afectam profundamente o consumo de água. Assim, na presença de populações envelhecidas, o consumo de água distribui-se ao longo do dia sem que se registem pontas de consumo intenso, por outro lado, na presença de áreas onde predomina população activa tende a haver concentração do uso de água no período do início da manhã e antes da hora de jantar.

### 2.3.3.2 Características dos alojamentos

Nos estudos referentes à caracterização dos consumos, os alojamentos são classificadas em diferentes grupos. Por exemplo Russac *et al.* (1991) classificaram as habitações em dois tipos: pequenos alojamentos (com uma ou duas pessoas) e grandes alojamentos. Estes autores verificaram que nos pequenos alojamentos o consumo de água era praticamente o mesmo do que nos grandes alojamentos. Isto quer dizer, que em relação ao consumo *per capita*, as pessoas que habitam em alojamentos menores tendem a gastar uma quantidade de água superior às pessoas que habitam em alojamentos de maior área. Esta diferença pode ser explicada através de um uso mais eficiente dos diferentes dispositivos (e.g., máquina de lavar loiça e máquina de lavar roupa) por parte dos habitantes dos alojamentos de maior dimensão, pois algumas actividades requerem a mesma quantidade de água independentemente do número de pessoas residentes nesse mesmo alojamento.

Alegre (1992), conclui que as características sócio-demográficas e habitacionais afectam profundamente o consumo de água. Assim, o principal factor que afecta o consumo de água é a existência ou não de espaços exteriores às habitações.

Kim *et al.* (2006) sugerem que o uso de água em alojamentos aumenta com o valor patrimonial da propriedade (este valor está relacionado com a área e a localização do alojamento). Também, neste estudo, é observada uma redução do consumo à medida que os habitantes destas propriedades mudam de hábitos de vida e se vão mudando para alojamentos localizados em grandes centros urbanos.

Um outro factor que influencia os consumos domésticos de água é o número de gerações que habitam no mesmo alojamento. Segundo o estudo realizado por Kim *et al.* (2006), em 145 alojamentos, na Coreia, o consumo doméstico aumenta à medida que aumentam o número de gerações que habitam num dado alojamento.

Hobson *et al.* (2004) evidenciam que o tipo de alojamento (unifamiliar ou multifamiliar) é uma variável importante que afecta os consumos de água. Em alojamentos isolados, a média de consumos é superior à correspondente a apartamentos/alojamentos multifamiliares.

Segundo Loh e Coghlan (2003), habitantes em alojamentos multifamiliares tendem a consumir menos água do que os que residem em alojamentos isolados.

Outras relações entre os consumos de água domésticos e as características das habitações são apresentadas no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Características dos alojamentos e a sua influência no consumo de água (Hobson *et al.*, 2004).

Características	Autores	Principais conclusões
Tipo de habitação	Russac <i>et al.</i> (1991)	Habitações de maior dimensão e habitações isoladas tendem a gastar mais água, enquanto que habitações e apartamentos menores tendem a gastar menos água.
Número de quartos	Bryant e Tillman (1998)	Habitações com um número mais elevado de quartos têm maior dimensão e nelas habitam mais ocupantes que tendem a gastar mais água.
Existência de jardins	Hall <i>et al.</i> (1988)	Habitações nos pisos térreos são mais susceptíveis de ter jardim, e consequentemente, uma maior procura de água especialmente nos meses de Verão. Habitações com jardins têm uma maior procura de água no global, mas consomem menos água <i>per capita</i> .
Dimensão do jardim	Hall <i>et al.</i> (1988)	Habitações com jardins maiores tendem a gastar mais água.
Clima	Bryant e Tillman (1998)	Habitações com jardins virados a Sul tendem a gastar mais água, especialmente nos meses de Verão e à medida que apanham mais sol.
Tempo de posse da habitação	Geoffrey e Yau (2003)	O consumo de água depende do tempo de posse da habitação.
Densidade habitacional	Nucci (1983)	Em áreas de maior densidade habitacional é possível assumir que o consumo seja menor, pois é menos provável a presença de jardins.
Idade da habitação	Geoffrey e Yau (2003)	Habitações mais velhas utilizam maiores quantidades de água, devido à possibilidade de existência de fugas.

### 2.3.3.3 Rendimento

Em estudos de consumos domiciliários em que o valor da variável rendimento seja difícil de obter, pode ser utilizado o valor fiscal de registo de propriedade (Howe e Linaweaver, 1967; Nieswiadomy e Molina, 1989; Arbués *et al.*, 2000). Esta variável pode ainda ser utilizada em conjunto com o rendimento médio, sendo um indicador do estilo de vida, da riqueza e de preferências domiciliárias (Lyman, 1992; Barkatullah, 2002).

Kim *et al.* (2007) analisaram os padrões domésticos de consumo de água em 145 alojamentos, na Coreia, durante um período de 3 anos. Das conclusões mais relevantes deste estudo, salienta-se que, na presença de crianças e de agregados familiares com mais do que um salário, os consumos de água são superiores.

O rendimento familiar tem uma grande influência nos usos exteriores de água. Famílias de elevados rendimentos utilizam tendencialmente maiores quantidades de água em usos exteriores (Loh e Coghlan, 2003). Quanto maior for o rendimento familiar e quanto mais elevado for o valor da propriedade, maior será o consumo de água (Barkatullah, 2002; Loh e Coghlan, 2003).

Alegre (1992), conclui que as áreas residenciais de maior nível sócio-económico tendem a consumir menos água aos fins-de-semana do que durante a semana. De modo contrário, as áreas mais desfavorecidas reconhece-se uma associação entre a fraca mobilidade de fim-de-semana e a concentração das actividades domésticas.

#### **2.3.4 Consumo interior**

O consumo doméstico de água consiste na soma de diversas componentes. Tipicamente, estas componentes estão associadas à utilização de água para consumo humano, higiene pessoal, descargas dos autoclismos, limpeza da habitação, lavagem de roupa e de loiça, rega de plantas, de jardins, de quintais e de áreas relvadas, lavagem de viaturas e de pátios, ou enchimento de piscinas.

As características sócio-demográficas da população são factores importantes para os consumos de água (Murdock *et al.*, 1991). Hobson *et al.* (2004) sugerem que o estudo das componentes de consumo permite efectuar previsões mais correctas sobre a procura de água.

Os estudos iniciais de componentes do consumo doméstico eram, muitas vezes, dependentes da cooperação e participação dos proprietários das habitações, de modo a se obter informação diária mais fiável sobre os consumos (Thackray *et al.*, 1978; Hall *et al.*, 1988).

Contudo, ao longo do tempo, têm sido desenvolvidas técnicas menos intrusivas e muito mais precisas de modo a que se possam medir os consumos com maior fiabilidade e, sobretudo, sem que ponham em causa os comportamentos típicos dos consumidores (DeOreo *et al.*, 1996; Ball *et al.*, 2003). Vieira *et al.* (2007) apresentam uma síntese comparativa dos tipos de consumo de água em diversos países (*cf.* Quadro 2.2).



**Quadro 2.2 - Componentes de consumo doméstico em diversos países, expressos em termos da percentagem do consumo total por alojamento (Vieira *et al.*, 2007).**

Componentes de consumo doméstico	Alemanha (Bucker e Zimmer, 1999)	Suécia (SAPEB, 2000)	Suíça (SAPEB, 2000)	Reino Unido (Almeida e Buttler, 1999)	Reino Unido (Andre e Pelin, 1999)	Reino Unido (Anonym, 1996)	Reino Unido (SAPEB, 2000)	Estados Unidos (Gray, 1989)	Estados Unidos (AWWA, 1999)	Estados Unidos (SAPEB, 2000)	Estados Unidos (SAPEB, 2000)	México (SAPEB, 2000)	Colômbia (SAPEB, 2000)	Brasil (SAPEB, 2000)	Austrália (Loh e Coghlan, 2003)
<b>Consumos interiores</b>															
Higiene pessoal	36	-	37	-	-	20	37	25	-	30	-	-	-	-	-
• Banho	-	-	-	16	15	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-
• Duche	-	19	-	12	2	-	-	-	17	-	17	30	30	55	-
• Outros (lavagem de mãos, dentes, etc.)	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	15	-	-	8	-
Descarga do autoclismo	24	27	40	31	31	33	37	35	27	40	26	35	40	5	9
Lavagem de roupa	12	-	4	-	-	-	11	10	-	15	-	-	-	-	-
• Máquina	-	-	-	16	8	12	-	-	22	-	25	-	-	-	11
• Manual	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lavagem de loiça	6	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	10	-	-
• Máquina	-	-	-	-	0.3	2	-	-	1	-	3	-	-	11	-
• Manual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
Alimentação (beber/cozinhar)	4	-	11	13	-	3	4	15	-	10	-	-	5	18	-
Limpeza do alojamento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-
Torneiras	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	7
Perdas	-	-	-	-	-	-	-	-	14	5	12	-	-	-	2
Outros	9	-	-	-	37	27	-	-	2	-	-	-	-	-	1
<b>Consumos exteriores</b>	6					3		5							
Lavagem de pavimentos	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lavagem de carros	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
• Mangueira	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
• Balde	-	-	-	-	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Irrigação	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54
• Jardim	-	-	-	-	3.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
• Pátio	-	-	-	-	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piscina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<b>Consumo per capita</b>	130	-	-	102	99	-	-	120-200	260	-	-	-	-	269	-

Uma caracterização dos consumos só pode ser obtida se a amostra for representativa da população (McDonald *et al.*, 2003). São diversos os factores que afectam a qualidade da amostra:

- a selecção das habitações;
- o efeito *Hawthorne*;
- a vantagem financeira;
- a ruína/decadência da amostra e manutenção da monitorização.

Nas secções seguintes passa-se à descrição detalha do efeito de cada um destes factores.

### **Seleccção das habitações**

Caso a amostra estudada da população não seja representativa, o estudo de consumos pode resultar em conclusões enviesadas. Contudo, não existem estudos que avaliem se uma dada área é ou não representativa. O consumo *per capita* pode ter uma grande variação dentro da mesma área ou rua (Russac *et al.*, 1991), tornando-se, assim, extremamente difícil seleccionar consumidores típicos. Deste modo, será necessário obter um grande número de participantes predispostos a participar em estudos, com o propósito de se conseguir uma amostra representativa.

Outra grande limitação pode ser introduzida se a instalação de componentes de monitorização doméstica de consumos requerer o consentimento do proprietário da habitação. Por exemplo, um consumidor que tenha consumos excessivos (ou ignore restrições ao consumo de água), em princípio, não estará predisposto a participar num estudo, conduzindo, deste modo, a conclusões de que a amostra tenda para consumos de água mais baixos por parte dos consumidores. Existe também a forte possibilidade dos participantes nestes estudos serem do mesmo grupo sócio-económico.

De um modo geral as zonas de medição e controlo (ZMC) constituem populações mais precisas e representativas, uma vez que não requerem o consentimento dos consumidores para a realização de campanhas de medição e o comportamento individual de cada consumidor é amortecido devido ao grande número de habitantes na ZMC (McDonald *et al.*, 2003).

### **O efeito Hawthorne**

O efeito *Hawthorne* foi descoberto na sequência da realização, nos anos 30, de uma série de experiências em Hawthorne, Illinois, nos EUA. Nestas experiências, detectou-se que o mero facto de se estar a estudar o comportamento individual pode ter um efeito nesse mesmo comportamento.

Apesar deste efeito ser temporário, durante as leituras das medições, os consumidores estão constantemente a ser lembrados que estão a ser monitorizados, particularmente, quando se estão a utilizar contadores domiciliários internos (Thackray *et al.*, 1978). Este efeito pode ainda ser mais acentuado quando se pretendem estudar as componentes do consumo doméstico, onde os consumidores registam os seus próprios consumos e, deste modo, têm sempre presente de que estão a ser observados.

Por outro lado nas ZMC, os consumidores não têm a percepção de que os seus consumos estão a ser monitorizados e, deste modo, a campanha de medição não irá ter qualquer influência no consumo e nos resultados observados.

### ***Vantagem financeira***

A “vantagem financeira” é inevitavelmente a principal razão para que os consumidores permitam estudos relacionados com os seus consumos de água (McDonald *et al.*, 2003). Alguns consumidores apercebem-se de que é economicamente mais favorável optar pela medição dos seus consumos do que pagar a água de acordo com valor da sua propriedade. Outras vezes, estes consumidores só permitem a realização de estudos para a confirmação de que os seus consumos de água são baixos (McDonald *et al.*, 2003).

### ***Ruína / Decadência da amostra e manutenção da monitorização***

Existe a percepção de que cada vez se torna mais difícil recrutar novos voluntários para estudos. Por exemplo, de acordo com McDonald *et al.* (2003), o tempo médio de posse de uma habitação no Reino Unido é cerca de 10 anos, pelo que os consumos domésticos são alterados com muita frequência em resultado da mudança de residentes nessa mesma habitação.

Nos diversos estudos realizados, a caracterização dos consumidores é efectuada no início do programa de monitorização. Deste modo, factores como o crescimento da família, mortes, divórcios, novos empregos ou despedimentos são alterados ao longo do tempo, e não são actualizados, conduzindo à degradação da qualidade da amostra.

### **2.3.5 Consumo exterior**

O consumo doméstico é composto por duas componentes: o consumo interior e o consumo exterior. Na determinação do consumo exterior, podem ser consideradas diversas variáveis, tais como a área de irrigação (Howe e Linaweaver, 1967), a dimensão do jardim (Nieswiadomy e Molina, 1989; Lyman, 1992; Hewitt e Henemann, 1995), o sistema de rega do jardim (Lyman, 1992) ou a existência de piscina (Dandy *et al.*, 1997). Geralmente, o consumo exterior é significativamente afectado pelo custo unitário da água (Howe e Linaweaver, 1967).

A grande maioria dos consumos domésticos exteriores resultam da rega de jardins, com uma muito menor percentagem de consumo associado à manutenção de piscinas. Segundo o estudo realizado entre 1998 e 2001 em Perth, na Austrália (Loh e Coghlan, 2003), verificaram-se em média consumos exteriores de 707 l/alojamento/dia para alojamentos multiresidenciais. Este consumo inclui 687 l/alojamento/dia para a rega, em geral, e apenas 20 l/alojamento/dia para o consumo nas piscinas.

Uma grande influência nos usos exteriores são a presença de sistemas de rega ou de uma captação própria para abastecimento de água (e.g., poços). Alojamentos que tenham poços de abastecimento tendem a utilizar menores quantidades de água para a rega (Loh e Coghlan, 2003).

### 2.3.6 Factores climáticos

Tradicionalmente, o clima é uma característica determinante na fixação de populações, no estilo de construção, no vestuário, no tipo de cozinha ou mesmos nos traços culturais de uma determinada população. A interacção entre o clima e o consumo de água pode ser facilmente percebido através do ciclo hidrológico, contudo, menos óbvio, é o impacto dos factores climáticos no consumo doméstico (Colombo e Karney, 2003).

Loh e Coghlan (2003), no seu estudo em Perth, na Austrália, concluem que habitantes em alojamentos isolados usam uma maior quantidade de água comparativamente com os alojamentos multiresidenciais, durante os meses de Verão. Uma explicação para este comportamento pode dever-se à existência de pátios ou jardins, em alojamentos isolados. Do mesmo modo, nos meses de Inverno, o consumo em alojamentos isolados é superior ao dos alojamentos multifamiliares. Contudo, o consumo *per capita* é bastante similar em ambos os casos.

Maidment e Miaou (1986) examinaram os consumos diários de nove cidades americanas (três em cada um dos estados da Flórida, Pennsylvania e Texas) e focaram o seu estudo na discussão dos efeitos da temperatura e da chuva no consumo doméstico. Este estudo foi efectuado de forma a permitir possíveis extrapolações dentro de cada uma das regiões em estudo (Flórida, Pennsylvania e Texas), assim como forma de se compararem diferentes regiões nos Estados Unidos. É sugerido que a chuva tem um efeito dinâmico: inicialmente reduz acentuadamente o consumo de água, mas posteriormente o seu efeito é atenuado ao longo do tempo. Deste modo, os consumidores parecem ter uma reacção mais acentuada perante a ocorrência de chuvadas do que perante a sua duração. Ainda neste estudo, os autores observaram que, para precipitações superiores a 1,3 mm, o consumo diário era reduzido em 40%, e, se pelo contrário, a precipitação for inferior a 1,3 mm, o consumo será reduzido em apenas 27%. Maidment e Miaou (1986) sugerem o valor máximo de 15,2 mm, acima do qual deixa de existir contribuição da precipitação para uma diminuição do consumo de água. Foi ainda estudado o efeito da temperatura, o qual mostrou que a um aumento da temperatura está associado um aumento do consumo de água. No entanto, para temperaturas entre 4,4°C e os 21,1°C, a variação de consumo é praticamente desprezável. Zhanga *et al.* (2006) chegaram às mesmas conclusões em relação à temperatura mas apontam o valor de 15,6°C acima do qual se verificam aumentos significativos nos consumos de água.

Protopapas (2000) elaborou um estudo na cidade de Nova Iorque, nos Estados Unidos, onde foram apresentados resultados bastante similares aos encontrados por Maidment e Miaou (1986). São realçadas as relações entre o consumo de água, a temperatura e a precipitação. A temperatura tem um efeito acentuado no uso de água, em particular para temperaturas superiores aos 25°C, no entanto, não foram encontradas relações entre o consumo e a precipitação.

São diversos os estudos que incidiram na análise de diferentes parâmetros associados ao clima na procura de água:

- a temperatura média mensal (Billings ,1987; Griffin and Chang , 1990);
- chuvadas no Verão (Billings ,1987; Griffin and Chang , 1990);
- o número de dias de sol em cada dia (Hoffmann *et al.*, 2006);
- a precipitação mensal deduzida da evapotranspiração mensal (Billings e Agthe, 1981; Billings, 1982; Agthe *et al.*, 1986; Hewitt e Henemann, 1995);
- as temperaturas mensais e a precipitação no Verão (Billings, 1987; Griffin e Chang, 1990);
- a evapotranspiração (Hewitt e Henemann, 1995);
- os dias com precipitação (Nieswiadomy and Molina , 1989).

### 2.3.7 Sazonalidade

Loh e Coghlan (2003), no seu estudo de 1998 a 2001 em Perth, na Austrália concluíram que para alojamentos isolados existe uma forte relação entre o nível sócio-económico e a área onde se encontram esses mesmos alojamentos. Os padrões de consumo, durante os meses de Inverno, são essencialmente os mesmos, para os três grupos considerados no estudo (alto, médio e baixo rendimento). No entanto, existe uma variação considerável nos meses de Verão, o que mostra que os hábitos de consumo no interior dos alojamentos são bastante similares, mas que, na presença de usos exteriores, o comportamento é um pouco diferente.

Buchberger e Wells (1996) concluíram que os consumos domésticos variam com diferentes escalas temporais. Estas escalas podem ser horárias, diárias, semanais, mensais ou sazonais.

Para fortes movimentos de populações associados a períodos festivos (e.g., Natal, Páscoa, períodos de Verão) a generalidade das companhias de abastecimento de água sentem uma forte influência da sazonalidade (*i.e.*, tanto de pessoas que afluem a uma dada região como no caso de pessoas que deixam essa mesma região). De uma forma geral, a proporção de segundas habitações em companhias de abastecimento de água é baixa, contudo, nalgumas regiões como parques nacionais ou zonas costeiras, existirá uma maior proporção de segundas habitações permitindo identificar comunidades onde a sazonalidade tem um maior impacto na estimação de consumos domésticos de água. (Arbués *et al.*, 2003; Warren e Cunningham, 2007).

## 2.4 Telemetria

### 2.4.1 Introdução

O consumo de cada cliente é tradicionalmente medido mensal, bimestral ou semestralmente, tendo como única finalidade a facturação. Esta informação é suficiente para o cumprimento do seu objectivo primário, mas não para usos que necessitem de padrões de consumo diários ou semanais. Devido ao elevado número de clientes em cada entidade gestora, a leitura diária ou semanal de contadores só é possível se forem adoptados sistemas de telemetria ou de “*datalogging*”. Contudo, até hoje, a telemetria era apenas utilizada para medição dos consumos de grandes consumidores e de caudais de rede, cujos volumes facturados ou monitorizados justificam um maior investimento em equipamento de medição. Recentes avanços tecnológicos, particularmente na área das comunicações móveis, vieram reduzir consideravelmente os custos de implementação de sistemas de telemetria domiciliária em sistemas de distribuição de água. A expansão emergente destes sistemas, para além de uma facturação mais eficiente, fornecerá um conhecimento detalhado sem precedentes e oportunidades, ainda não exploradas.

A implementação de sistemas de telemetria domiciliária em sistemas de distribuição de água (STD) permite recolher de forma automática e sistemática dados de consumo domiciliários, transferi-los e armazená-los para uma base de dados central, interna ou externa à EG, para finalidades de facturação ou outras aplicações de engenharia. Para além desta finalidade, os ganhos decorrentes desta tecnologia podem transcender os sistemas de facturação e de gestão de clientes. A informação obtida pode ser utilizada para o controlo e operação da rede (e.g., controlo de perdas de água), no planeamento e dimensionamento de novas redes ou expansão das existentes (e.g., através de um melhor conhecimento sobre padrões de consumo e factores de ponta) e na facturação (e.g., facturação mais detalhada e flexível). Igualmente, oferecem a possibilidade da criação de novas áreas de negócio, através da implementação de serviços adicionais aos clientes (e.g., facturação detalhada, alertas sobre aumentos súbitos de consumo) (Loureiro *et al.*, 2007).

### 2.4.2 Principais componentes de um sistema de telemetria domiciliária

A telemetria domiciliária em sistemas de distribuição de água é entendida, de acordo com a *Automatic Meter Reading Association* (AMRA), como uma tecnologia automática de leitura de dados de consumo a partir de contadores de água, e da sua transmissão para uma base de dados ligada ao sistema de facturação e de gestão de clientes da entidade gestora (Loureiro *et al.*, 2007).

Um sistema de telemetria domiciliária em sistemas de distribuição de água (STD) é composto pelas seguintes unidades principais (ANSI/AWWA C706-96):

- *unidade local*, destinada à leitura, ao registo e à transmissão do consumo medido, sendo composta pelo contador-totalizador, pelo emissor de impulsos e pelo módulo de comunicação remota;

- *unidade intermédia*, designada por concentrador que é responsável pelas leituras recebidas de um conjunto de contadores e que as armazena e transmite para a unidade remota de recolha e processamento de dados;
- *sistema de comunicações*, subdividido em duas partes: a primeira faz a comunicação entre a unidade local e o concentrador, a segunda parte faz a comunicação entre o concentrador e a unidade remota de recolha e processamento de dados;
- *unidade remota para recolha e processamento de dados*, cuja função é a recolha, processamento, armazenamento e aplicação dos dados de consumo, que pode estar integrada no sistema de facturação e de gestão de clientes.



Figura 2.7 – Sistema de telemetria domiciliária: a) unidade local, b) datalogger, c) bateria de contadores.

### 2.4.3 Motivação para instalação de STD

Como já foi referido, os dados de telemetria domiciliária em sistemas de distribuição de água podem ser utilizados no controlo e operação de redes de distribuição de água, no planeamento e dimensionamento de novos sistemas ou expansão das existentes. Igualmente, oferecem a possibilidade da criação de novas áreas de negócio, através da implementação de serviços adicionais aos clientes (e.g., facturação detalhada, alerta sobre aumentos súbitos nos consumos).

Apresenta-se no Quadro 2.3 as principais motivações para a instalação de STD no seio das entidades gestoras (Souto, 2005; Medeiros *et al.*, 2007), que se encontram organizadas em três áreas principais: gestão de clientes, gestão do parque de contadores e gestão de recursos humanos.

Quadro 2.3 – Principais motivações para a instalação de sistemas de telemetria domiciliária.

Principais áreas	Descrição
<b>Gestão de clientes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ recolha de informações automaticamente, minimizando o erro de leitura através da eliminação de leituras por estimativa;</li> <li>▪ decréscimo dos custos gerais associados à leitura de contadores (aspecto de grande relevância na presença de grandes áreas);</li> <li>▪ facilidade de utilização possibilitando leituras instantâneas;</li> <li>▪ medição de leituras com maior frequência, o que permite uma maior proximidade entre o valor consumido e o facturado;</li> <li>▪ decréscimo do volume não facturado;</li> <li>▪ aumento da reactividade do distribuidor a questões e dúvidas colocadas pelos clientes, bem como minimização do número de reclamações por parte dos consumidores, em termos de facturação;</li> <li>▪ possibilidade de implementação de tarifas segmentadas por sazonalidade ou por períodos nocturnos.</li> </ul>
<b>Gestão do parque de contadores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ permite disponibilizar ao gestor um conjunto vasto de informação, que lhe permite gerir melhor o seu parque de contadores e o consumo de água por áreas geográficas;</li> <li>▪ a existência de diversos parâmetros (e.g., consumo de pico, consumo por hora do dia, consumo por semana) permite reduzir o número de fraudes e efectuar o controlo de fugas, e de defeitos ou falhas nos equipamentos;</li> <li>▪ permite obter de forma selectiva, informação em tempo real sobre o consumo de água, contadores e baterias;</li> <li>▪ torna acessível a outros sistemas de gestão um conjunto de informação que permite gerir melhor a procura;</li> </ul>
<b>Gestão de recursos humanos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ necessidade de formação por parte dos técnicos que fazem a leitura e a manutenção destes equipamentos, levando a uma motivação e valorização dos recursos humanos.</li> </ul>

#### 2.4.4 Potenciais usos dos STD

A informação obtida ao nível de telemetria domiciliária em sistemas de distribuição de água pode ser conjugada com informação obtida noutros níveis de telemetria. Medeiros *et al.* (2007) sugerem a utilização de telemetria a quatro níveis no seio de uma entidade gestora. Podem considerar-se os seguintes níveis:

- Nível 1 - telemetria ao nível do sistema de adução e transporte.
- Nível 2 - telemetria ao nível das áreas de influência de reservatórios e ZMC.
- Nível 3 - telemetria ao nível dos grandes consumidores e contadores totalizadores em edifícios.
- Nível 4 - telemetria ao nível dos consumidores individuais.

O conhecimento sobre volumes, capitação e factores de ponta fornecem informação importante para as áreas de planeamento, projecto e operação. A análise de consumos ao nível domiciliário permite estabelecer metodologias para o dimensionamento de contadores e quantificação dos erros de medição (Arregui, 1998).



A identificação das diferentes componentes de consumo domiciliário, quer em termos de consumos interiores quer exteriores, é fundamental para a implementação de medidas que promovam o uso eficiente da água (Baptista *et al.*, 2001; Loh e Coghlan, 2003).

O cruzamento de informação sobre caudal, ao nível de sectores de rede, com informação sobre consumos domiciliários permite apoiar na sectorização de redes (e.g., definição da localização de medidores de caudal, estabelecimento da dimensão de zonas de medição e controlo, ZMC). Em redes com pressões elevadas e com um volume significativo de perdas torna-se fundamental uma gestão correcta das pressões, sem pôr em causa a qualidade de serviço prestada. A disponibilidade de dados de consumo, ao nível dos sectores de rede e domiciliário, permite a realização de balanços hídricos mais frequentes e fiáveis (Lambert e Hirner, 2000).

O controlo de perdas de água nos sistemas de distribuição, e em particular o controlo de perdas reais, requer a medição de caudais mínimos nocturnos e a sua desagregação em consumos domésticos, outros consumos e perdas reais. Algumas das metodologias para o controlo de perdas foram elaboradas no Reino Unido, tendo sido efectuados estudos que fundamentam o uso de metodologias expeditas de estimação dos consumos domiciliários em função de variáveis como o número de pessoas abastecidas ou o tipo de edifício. Pela inexistência de estudos, a aplicação destas metodologias a Portugal tem sido feita com base nas regras usadas no Reino Unido. Pelo facto de naquele país as condições serem muito diferentes das que existem em Portugal, (e.g., por não haver uma prática generalizada de medição domiciliária, por haver um predomínio de edifícios de habitação unifamiliares e por a maioria das habitações estar dotada de reservatórios domiciliários), os consumos mínimos nocturnos são previsivelmente muito diferentes. Assim, o uso de STD vem permitir que este tipo de estudo possa ser efectuado no seio de cada entidade gestora, permitindo a obtenção de relações específicas entre o consumo domiciliário nocturno e atributos do alojamento e dos clientes (Loureiro *et al.*, 2006; Medeiros *et al.*, 2007)

O sucesso da actividade de modelação no seio de uma entidade gestora depende de uma boa integração dos diferentes sistemas de informação (e.g., sistemas de facturação e de gestão de clientes, sistemas de informação geográfica, sistemas de telegestão, sistemas de manutenção, entre outros). Na Figura 2.8 apresenta-se a ligação dos STD com os diversos sectores de uma EG, assim como com as áreas exteriores a esta. Apresenta-se o tipo de informação que pode ser fornecida a cada um dos sectores. São diversas as áreas que estão intimamente ligadas aos STD. É o caso dos sistemas de operação, telegestão, laboratório de qualidade de água, SIG, clientes, manutenção ou o planeamento de projectos (*cf.* Figura 2.8 e Quadro 2.4).

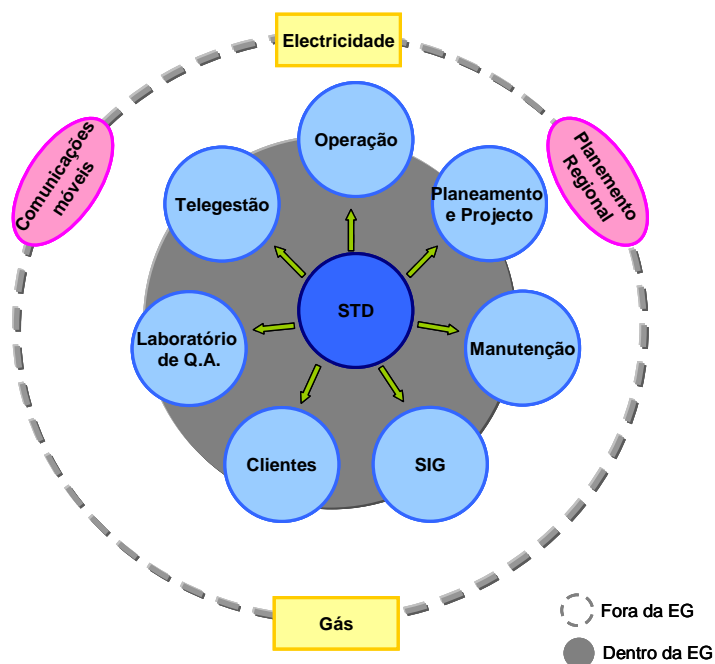


Figura 2.8 – Ligação dos STD com os diversos sectores de uma EG (Medeiros *et al.*, 2007).

São diversas as áreas de actividade no seio da EG, que podem utilizar os dados de telemetria em sistemas de distribuição de água, as quais são listadas no Quadro 2.4.

Quadro 2.4 – Potenciais usos dos STD no seio das EG.

Sectores de actividade	Informação fornecida
Laboratório de Qualidade de Água	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cloro, pH</li> <li>• Conductividade</li> <li>• Turvação</li> <li>• Temperatura</li> </ul>
Planeamento e Projecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumes, captações</li> <li>• Factores de ponta</li> <li>• Perfis de consumo</li> </ul>
Telegestão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfis de consumo</li> <li>• Parâmetros hidráulicos e de qualidade de água</li> <li>• Alertas de consumo</li> </ul>
Operação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfis de consumo</li> <li>• Parâmetros hidráulicos e de qualidade de água</li> </ul>
Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alertas</li> <li>• Falhas de comunicação</li> <li>• Estado das baterias dos contadores</li> <li>• Estado dos contadores</li> </ul>
SIG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo</li> <li>• Reclamações dos clientes</li> <li>• Alertas</li> </ul>
Clientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumos</li> <li>• Alertas aos clientes (SMS)</li> </ul>

## 2.5 Síntese conclusiva

Para a estimativa da procura de água podem ser considerados diferentes horizontes temporais (e.g., curto, médio e longo prazo): horizontes de longo prazo, tipicamente de 25 anos, são usualmente considerados no planeamento estratégico; consideram-se horizontes de tempo intermédios, da ordem dos 10 a 15 anos, para o planeamento financeiro ou a construção de grandes obras (e.g., construção de barragens); períodos de 3 a 5 anos para questões relacionadas com o planeamento tático dos sistemas de abastecimento de água; e para o planeamento operacional períodos de um ano, meses, de semanas ou mesmo dias.

Em Portugal, estima-se que a procura seja da ordem de  $7.500 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ , correspondendo a um custo para a sociedade de  $1.880 \times 10^6 \text{ €/ano}$ , podendo a procura de água ser dividida em sectores de consumo, como sejam o urbano, o agrícola e o industrial. O sector urbano pode ainda ser dividido em doméstico, comercial e público.

Apesar das inúmeras técnicas, modelos e abordagens para a estimação e caracterização de consumos, muitos dos trabalhos desenvolvidos assentam em processos empíricos similares: numa primeira fase escolhem o tipo de modelo a utilizar, e numa segunda fase especificam as variáveis dependentes e independentes que vão ser utilizadas nesses modelos. Estes modelos relacionam o consumo com uma medida do preço da água (e.g., a *elasticidade procura-preço*, os escalões de consumo ou as tarifas de água) com outras variáveis independentes (e.g., o rendimento, a estrutura e a tipologia da habitação, a composição do agregado familiar, factores socio-económicos e socio-demográficos, o clima). As variáveis independentes, mais relevantes são as sócio-demográficas (e.g., composição do agregado familiar ou as características dos alojamentos). Têm sido igualmente estudadas variáveis que têm em consideração consumos interiores e exteriores, sendo os consumos interiores aqueles que têm permitido efectuar previsões mais correctas sobre a procura de água. Outras variáveis estudadas reflectem a influência de factores climáticos e de sazonalidade na procura de água.

Iniciou-se muito recentemente a utilização de sistemas de telemetria em sistemas de distribuição de água na medição de consumos domésticos. Estes sistemas permitem que os dados de telemetria possam ser utilizados no controlo e operação da rede (e.g., controlo de perdas de água), no planeamento e dimensionamento de novas redes ou expansão das existentes (e.g., através de um melhor conhecimento sobre padrões de consumo e factores de ponta) e no processamento de facturação (e.g., facturação mais detalhada e flexível). Igualmente, oferecem a possibilidade da criação de novas áreas de negócio, através da implementação de serviços adicionais aos clientes (e.g., facturação detalhada, alertas sobre aumentos súbitos de consumo).



### 3. CASO DE ESTUDO

#### 3.1 Introdução

O objectivo do presente capítulo consiste na descrição do caso de estudo utilizado para a caracterização de consumos domésticos em sistemas de abastecimento de água. O capítulo inclui a caracterização do edificado, do tipo de alojamento e dos clientes abastecidos, assim como a caracterização da tecnologia e do equipamento que foi, e está, a ser utilizado para a recolha de dados por telemetria. Por último, apresenta-se uma listagem dos dados fornecidos pela empresa EPAL, S.A., os quais permitiram o desenvolvimento desta dissertação.

#### 3.2 Descrição do caso de estudo

A área em estudo localiza-se no distrito de Lisboa, na freguesia de Campolide (*cf.* Figura 3.1). A freguesia de Campolide, com uma área de 2,97 km<sup>2</sup>, foi criada a 7 de Fevereiro de 1959, tendo sido desanexada da freguesia de São Sebastião da Pedreira, com uma população estimada de 15 927 habitantes, no ano 2007, segundo o INE.

A freguesia de Campolide encontra-se limitada a Norte pela freguesia de São Domingos de Benfica, a Sul pelas freguesias de São Mamede, Santa Isabel, Santo Condestável e Alcântara; a Este pela freguesia de Benfica, e a Oeste pela freguesia de São Sebastião da Pedreira. É servida por uma grande quantidade e diversidade de transportes urbanos. Praças de táxis, paragens de autocarro, estações de metropolitano (*e.g.*, estação do Jardim Zoológico, estação de Sete Rios) fazem parte da oferta disponível, bem como de bons acessos como seja o Eixo Norte-Sul ou a Praça de Espanha.

A área em estudo é delimitada a Norte pela Avenida Columbano Bordalo Pinheiro, a Sul pela projecção do Eixo Norte-Sul, a Este pela Rua de Campolide, e a Oeste pela Rua Canto da Maya. Como caso de estudo, foi analisada uma amostra de 343 clientes, residentes no complexo das *Twin-Towers*, em Lisboa (*cf.* Figura 3.2), aos quais correspondem 652 habitantes. Esta amostra foi analisada de forma a caracterizarem-se os factores que melhor possam explicar os seus consumos domésticos de água.

Grande parte dos clientes são domésticos (*i.e.*, 302 clientes), seguidos de clientes “comércio/indústria” (*i.e.*, 39 clientes), um cliente classificado como “estado estrangeiro” (*i.e.*, correspondente a uma delegação de uma embaixada), e, ainda, um contador totalizador associado a um n.º de cliente. Dos 343 clientes, três clientes não possuem sistema de medição de água por telemetria, sendo que dois são clientes “comércio/indústria” e o outro está associado com o contador totalizador do complexo de edifícios *Twin-Towers*.



Figura 3.1 – Localização do complexo de edifícios *Twin-Towers*.



Figura 3.2 – Imagens do local de estudo – Complexo de edifícios *Twin-Towers*.

O complexo de edifícios *Twin-Towers* é constituído por um conjunto de seis edifícios, construídos no final de 2001 (Edifício I a VI), com contadores instalados em bateria, o que viabilizou a implementação e teste de um sistema de telemetria MBus/GSM para aquisição remota dos dados de consumo, permitindo à EPAL, S.A. adquirir conhecimentos e aptidões específicas sobre este tipo de tecnologia (Loureiro *et al.*, 2007; Medeiros *et al.*, 2007). Em termos de análise de consumos, a zona de estudo tem instalado um contador totalizador, permitindo a análise de perfis de consumo, a nível individual e agregado, e efectuar balanços hídricos ao nível destes edifícios. Adicionalmente, a análise deste caso de estudo permitirá à entidade gestora:

- aumentar a eficiência das leituras de consumo;
- melhorar a gestão das leituras e dos contadores (e.g., envio de alarmes sobre violação do sistema, falha energética, ausência de consumo);
- incorporar este sistema de leitura de consumos no sistema de facturação e de gestão de clientes;
- testar um sistema de telemetria em sistemas de distribuição de água, cujo intervalo entre leituras possa ser parametrizável remotamente (e.g., mensal, diário, 15 minutos, 1 minuto) de forma a utilizar a informação para finalidades distintas no seio da EG;
- prestar novos serviços aos clientes (e.g., fecho remoto da válvula de corte domiciliária);
- caracterizar o perfil de consumos dos clientes abastecidos.

### 3.3 Caracterização do edificado, do alojamento e dos clientes abastecidos

Neste capítulo apresenta-se uma caracterização sumária do edificado, dos alojamentos e dos clientes abastecidos em termos de tipologia, piso e edifício, tendo por base, apenas, os dados fornecidos pela EPAL, S.A..

O complexo de edifícios *Twin-Towers* é composto por seis edifícios, constituídos por diferentes tipologias e com usos diferenciados, caracterizados por agregados de nível sócio-económico médio/alto. Neste trabalho, não foi contemplada a análise do edificado pertencente ao centro comercial que se localiza no piso zero dos edifícios, por não conter qualquer cliente doméstico. Do mesmo modo, o cliente classificado como “estado estrangeiro” não foi considerado para análise.

Na Figura 3.3 apresenta-se a distribuição do tipo de clientes por cada um dos seis edifícios. Observa-se uma menor proporção de clientes domésticos nos Edifícios III e IV, do que nos restantes edifícios. Nestes dois edifícios, existem também mais clientes ligados ao comércio ou à indústria do que nos restantes edifícios.

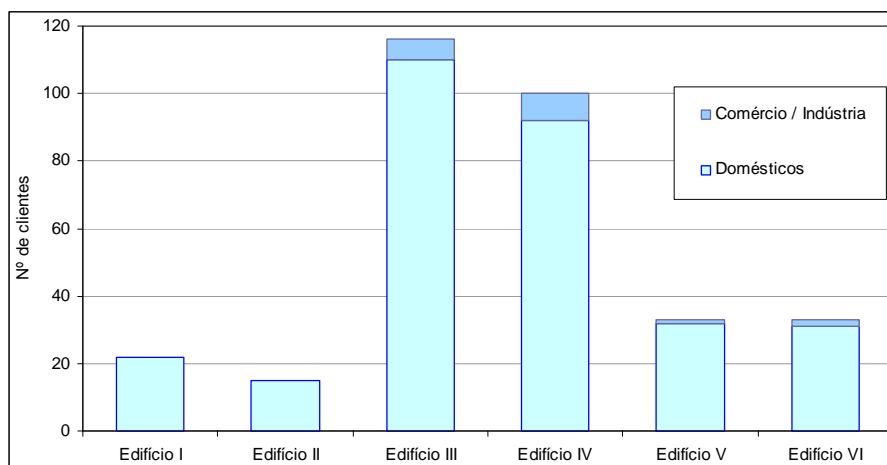
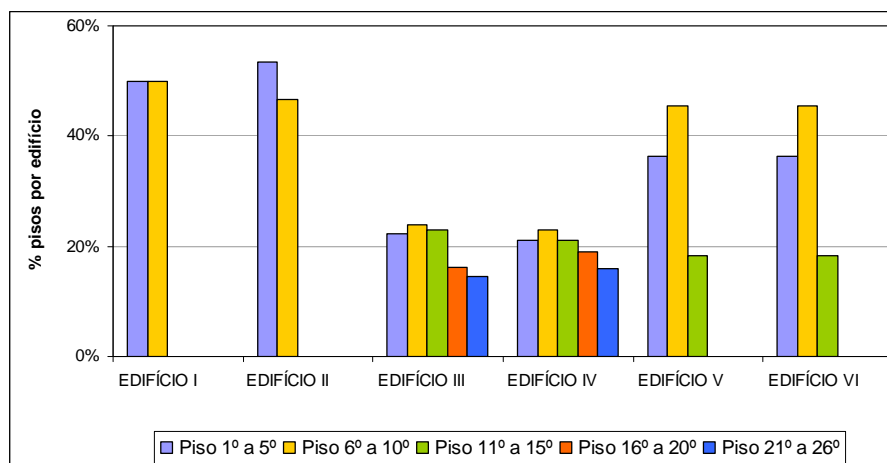


Figura 3.3 – Distribuição dos clientes domésticos e não domésticos pelos edifícios do complexo de edifícios *Twin-Towers*.

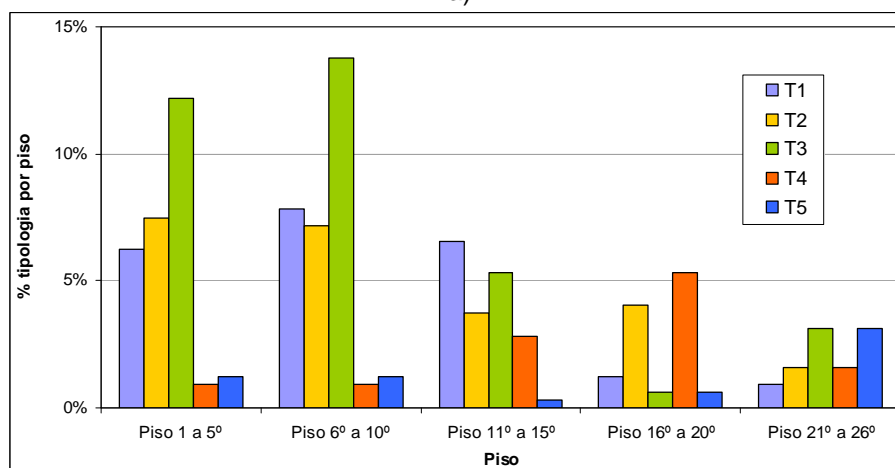
Apresenta-se na Figura 3.4 as distribuições do número de pisos por edifício, da tipologia por piso e da tipologia por edifício. Em termos da relação entre o número de pisos existentes em cada um dos seis edifícios do complexo de edifícios *Twin-Towers*, pode referir-se que grande parte dos pisos se encontra entre o 1º e o 10º piso, e que apenas os Edifícios III e IV têm pisos superiores ao 16º piso (cf. Figura 3.4 a).

Relativamente às tipologias do complexo de edifícios *Twin-Towers*, existem cinco tipologias diferentes: T1 a T5. Verifica-se uma predominância da tipologia T3 até ao 10º piso, logo seguida pela tipologia T1. A tipologia T5 existe um pouco por todos os pisos, sendo que nos pisos 21º a 26º ganha maior expressão (cf. Figura 3.4 b).

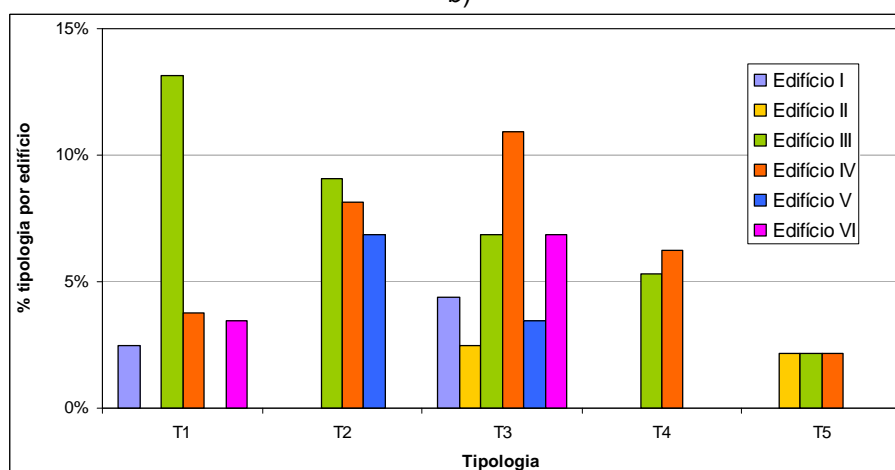
A distribuição da tipologia pelo complexo de edifícios *Twin-Towers* não é uniforme. Pela análise da Figura 3.4 c), é visível que apenas existem tipologias do tipo T1 e T3 no Edifício I, tipologias do tipo T3 e T5 no Edifício II, bem como tipologias do tipo T2 e T3 no Edifício V, ou tipologias do tipo T1 e T3 no Edifício VI. Por outro lado, os Edifício III e IV têm todo o tipo de tipologias.



a)



b)



c)

Figura 3.4 - Complexo de edifícios *Twin-Towers*: a) distribuição do número de pisos por edifício, b) distribuição da tipologia por piso, c) distribuição da tipologia por edifício.



Após a análise das distribuições dos pisos e das diferentes tipologias do edificado das *Twin-Towers*, procedeu-se à análise da distribuição, apenas para o número de clientes domésticos. Esta distribuição foi efectuada por tipologia e por edifício (cf. Figura 3.5), tendo por base, apenas, os dados fornecidos pela EPAL, S.A.

Os Edifícios III e IV correspondem às torres mais altas e, conseqüentemente, têm maior número de pisos e de alojamentos, verificando-se que têm cerca de 2/3 dos clientes domésticos. Nos restantes edifícios a distribuição de clientes domésticos é de 7, 5, 11 e 10%, respectivamente, para os Edifícios I, II, V e VI (cf. Figura 3.5 a).

A tipologia T3 é a que apresenta uma maior percentagem de clientes (35%), logo seguida de tipologias T1 e T2 cuja percentagem do número de clientes é, para ambos, de 24%. Tipologias do tipo T4 e T5 comportam os restantes clientes com percentagens, respectivamente, de 11 e 6%, (cf. Figura 3.5 b).

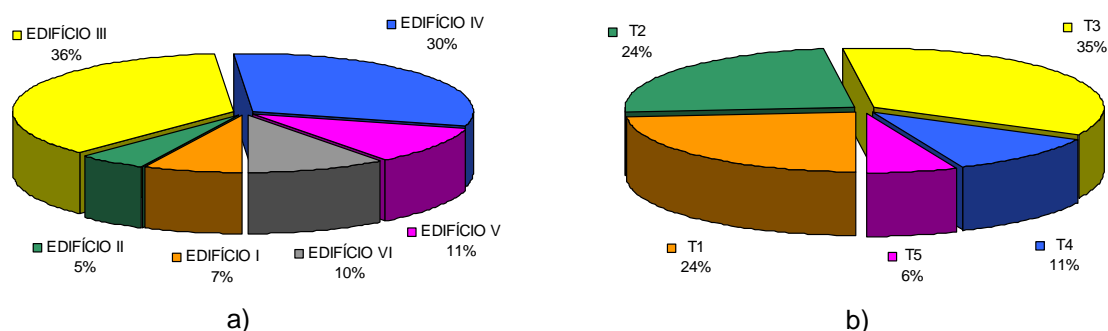


Figura 3.5 – Complexo de edifícios *Twin-Towers*: a) distribuição do número de clientes domésticos por edifício, b) distribuição do número de clientes domésticos por tipologia.

Para o número de habitantes, verifica-se que 40% se encontram em tipologias do tipo T3, sendo o número médio de habitantes de 2,3. Nas restantes tipologias, verifica-se que a distribuição é de 14, 19, 16 e 10%, respectivamente, para tipologias do tipo T1, T2, T4 e T5 (cf. Figura 3.6 a).

De acordo com a Figura 3.6 b, é notório o aumento do número médio de habitantes à medida que vai aumentando a tipologia de alojamento, evidenciando que a tipologia T5 apresenta o valor mais elevado (3,2 habitantes). Este resultado era previsível, uma vez que à medida que aumenta a dimensão do alojamento, também aumenta o número de habitantes que nele habitam.

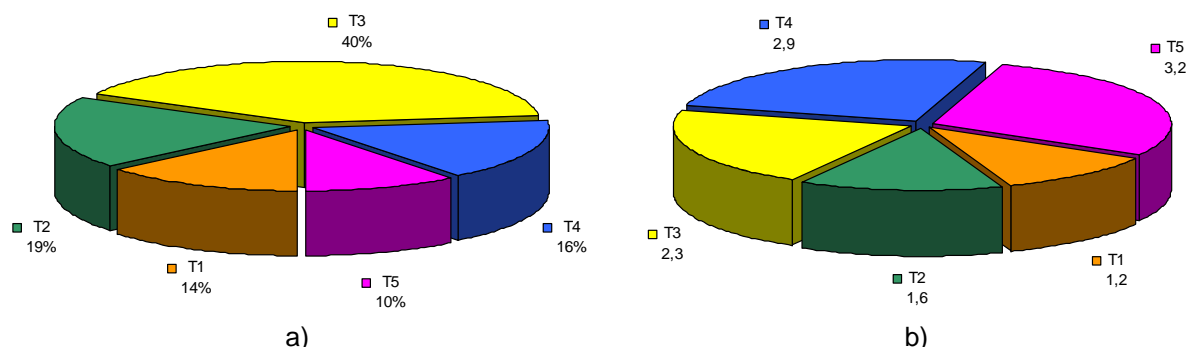


Figura 3.6 – Complexo de edifícios *Twin-Towers*: a) distribuição do número de habitantes por tipologia, b) distribuição do número médio de habitantes por tipologia.

### 3.4 Caracterização dos contadores e do sistema de telemetria instalado

A amostra de clientes foi analisada de forma a se caracterizar os factores que melhor possam explicar os seus consumos domésticos de água. Para tal, foi implementado pela EPAL, S.A. um sistema de telemetria para aquisição remota dos dados de consumo, com vista a desenvolver conhecimentos e aptidões específicas sobre este tipo de tecnologia.

Os dados diários de consumo estão a ser adquiridos através de sistemas de telemetria domiciliária instalados em baterias de contadores, encontrando-se este sistema, ainda, em fase experimental. Os dados são enviados para a unidade central da entidade gestora através de um sistema de telecomunicações, via GSM (cf. Figura 3.7). Este tipo de tecnologia é de aplicação recente em sistemas de distribuição de água, permitindo fornecer informação mais detalhada sobre os consumos e cuja utilização transcende o processo de facturação.



Figura 3.7 - Contadores instalados em bateria no complexo de edifícios *Twin-Towers*.

A instalação desta tecnologia foi motivada pelo interesse em efectuar um circuito fechado de clientes, separando assim os consumos que se podem atribuir aos locais domésticos, aos espaços ajardinados do condomínio e aos espaços comerciais existentes, que compõem a totalidade do espaço do complexo.

Neste complexo de edifícios, procedeu-se à instalação de contadores, modelo Janz Atlantis MSV do tipo volumétrico, com pistão oscilante. Instalaram-se unidades com diâmetro nominal de 20 mm e caudal máximo de 5 m<sup>3</sup>/h e unidades com diâmetro nominal de 15 mm e caudal máximo de 3 m<sup>3</sup>/h.

Estes contadores estão equipados com referencial óptico, permitindo a leitura electrónica em posição perpendicular ao eixo do contador. A electrónica associada assegura o registo e comunicação de acordo com o protocolo M-BUS e a norma EN – 61434. O sistema de telecontagem integra a recolha de informação através de sistemas M-BUS, com a análise activa do “*data logger*”. A recolha de dados pode ser efectuada localmente através de terminal portátil ou, remotamente, através de Modem (GSM, PSTN ou RF). Este sistema de comunicações deve ser bidireccional, uma vez que, para além das leituras programadas, a EG pretende executar, remotamente, operações não programadas, como sejam leituras a pedido, o fechamento ou abertura remota de válvulas, ou a parametrização do intervalo entre leituras de consumo.

Os contadores encontram-se localizados nas caves dos edifícios em estudo, no piso -1, e agrupados em baterias de acordo com os requisitos de pressão para abastecimento. De forma a poder-se obter uma estimativa da pressão média em cada alojamento, efectuaram-se leituras de pressão, imediatamente a jusante das sobrepessoras (cf. Figura 3.8), durante o período da manhã. Estes valores de pressão serão apresentados no sub-capítulo 4.3.1 .



Figura 3.8 – Vista das sobrepessoras localizadas a montante das baterias de contadores.

Quanto à distribuição do diâmetro dos contadores pelos diversos clientes, verifica-se que a grande maioria dos contadores tem diâmetro igual a 20 mm. Em termos de clientes domésticos, 231 têm contadores de 20 mm, enquanto que 71 têm contadores de 15 mm. Por outro lado, nos clientes não domésticos, existem 18 contadores de 20 mm e 19 contadores de 15 mm. O cliente classificado como “estado estrangeiro” tem um contador com diâmetro de 20 mm (cf. Figura 3.9).

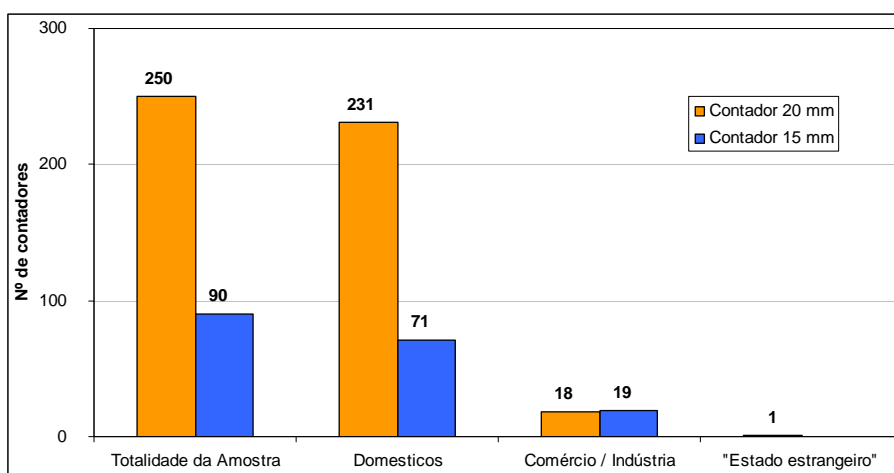


Figura 3.9 – Distribuição do diâmetro dos contadores para os clientes do complexo de edifícios *Twin-Towers*.

### 3.5 Dados fornecidos pela empresa EPAL, S.A.

Foram disponibilizados pela EPAL, S.A. dados de consumo diário dos consumidores dos edifícios do complexo de edifícios *Twin-Towers* cujas leituras foram efectuadas simultaneamente pelo sistema de telemetria e pelo sistema tradicional de leitura manual durante o período de 1 de Janeiro até 31 de Dezembro de 2006. Estes dados foram disponibilizados em três ficheiros. O primeiro continha leituras de consumo obtidas por telemetria, o segundo ficheiro continha as leituras dos dados mensais de facturação obtidos por leituras manuais dos contadores, e o terceiro continha as características base dos clientes e dos edifícios. Foi cruzada a informação destes três ficheiros para que fossem associados clientes com o consumo, o número de fábrica do contador, o andar, a tipologia e o número de habitantes. Posteriormente, os dados foram organizados numa base de dados em MS<sup>®</sup>Excel.

Apresenta-se no Quadro 3.1 a listagem do tipo de informação disponibilizada e processada para posterior caracterização de consumos domésticos. De salientar que foi utilizado o n.º de fábrica do contador como código de identificação do cliente, tendo sido efectuada toda a análise dos dados através do cruzamento do n.º de fábrica com o resto da informação disponibilizada.

**Quadro 3.1 – Informação fornecida pela empresa EPAL, S.A.**

<b>Categoria</b>	<b>Dados Fornecidos</b>
Edificado	Código do local, n.º ramal, n.º prédio, rua, n.º polícia, andar.
Contadores	Ano de fábrica, n.º de fábrica, grupo contador, n.º contador, calibre, data de instalação, planta com a localização dos contadores em bateria.
Alojamento	Tipologia
Clientes	Data de contrato.
Consumo	Dados das leituras diárias de consumo obtidos por telemetria para 315 clientes domésticos, no período de 2006/01/05 até 2006/12/11. Dados mensais de facturação, obtidos com base em leituras manuais dos contadores para 260 clientes domésticos no período 2006/01/03 até 2007/01/11.

Para além da informação cedida pela EPAL, S.A. foi realizado um inquérito aos clientes domésticos do complexo de edifícios *Twin-Towers*, por forma a que fossem recolhidos dados sócio-demográficos e relativos aos hábitos de consumo e de poupança de água dos clientes. Este inquérito será descrito e analisado no sub-capítulo 4.3.2. Foi feito o levantamento, por parte da EPAL, S.A., de todos os clientes que responderam ao questionário e nalguns casos as razões porque não foi possível responder.

### 3.6 Síntese conclusiva

O caso de estudo utilizado para a caracterização de consumos domésticos em sistemas de abastecimento de água corresponde ao complexo de edifícios *Twin-Towers*. Este complexo é composto por um conjunto de seis edifícios. O facto dos contadores estarem instalados em bateria, nestes edifícios, permitiu a implementação e teste de um sistema de telemetria domiciliário, do tipo M-Bus/GSM, para aquisição remota de dados de consumo.

Em termos de análise e caracterização de consumos, a zona em estudo é constituída por uma amostra total de 343 clientes, dos quais 302 são domésticos, 40 não domésticos e 1 está identificado como “estado estrangeiro”. A aquisição de dados por telemetria permite a análise de perfis de consumo, ao nível individual e agregado, e a realização de balanços hídricos ao nível dos diferentes edifícios.

Dos edifícios que constituem o complexo de edifícios *Twin-Towers*, não foi analisado o edifício correspondente ao centro comercial, uma vez que o objectivo desta dissertação é a caracterização e análise de consumos domésticos. Também o cliente classificado como “estado estrangeiro” e os clientes sem telemetria não foram considerados para análise. Assim, a amostra analisada corresponde a 340 clientes.

Relativamente à distribuição do tipo de clientes por edifício, verificou-se uma menor proporção de clientes domésticos nos Edifícios III e IV, do que nos restantes edifícios. Nestes dois edifícios existem também mais clientes associados ao comércio ou à indústria do que nos restantes edifícios.

Dos seis edifícios analisados, verificou-se que apresentavam tipologias diversificadas (T1 a T5), bem como uma aparente dispersão da tipologia pelos diferentes pisos. De referir que grande parte dos alojamentos encontra-se entre o 1º e o 10º piso (41% do total dos alojamentos).

Os Edifícios III e IV, correspondendo às duas torres do complexo, em conjunto, têm cerca de 2/3 dos clientes domésticos. Os restantes edifícios têm uma distribuição de clientes domésticos de 7, 5, 11 e 10%, respectivamente para os Edifícios I, II, V e VI.

A tipologia T3 é a dominante, abarcando 35% dos clientes domésticos, logo seguida da tipologia T1 e T2 cuja percentagem do número de clientes é, para ambos, de 24%. Por último, tipologias do tipo T4 e T5 têm percentagens de clientes de 11 e 6%, respectivamente.

Em relação à distribuição de habitantes por tipologia, verifica-se que 40% dos habitantes se encontram em tipologias do tipo T3, sendo o número médio de habitantes nos mesmos de 2,3. Nas restantes tipologias, verifica-se uma distribuição de 14, 19, 16 e 10%, respectivamente, para tipologias do tipo T1, T2, T4 e T5.

Quanto à distribuição do diâmetro dos contadores pelos diversos clientes, verifica-se que a grande maioria dos contadores tem diâmetro igual a 20 mm. Em termos de clientes domésticos, 231 têm contadores de 20 mm, enquanto que 71 têm contadores de 15 mm. Por outro lado, nos clientes não domésticos, existem 18 contadores de 20 mm e 19 contadores de 15 mm. O cliente classificado como “estado estrangeiro” tem um contador com diâmetro de 20 mm.



## 4. RECOLHA E PROCESSAMENTO DE DADOS

### 4.1 Introdução

Neste capítulo é apresentada a recolha e o processamento de dados de consumo e de dados sócio-demográficos e relativos aos hábitos de consumo e de poupança de água.

Para a recolha e processamento de dados de consumo foram analisados os dados cujas leituras foram efectuadas simultaneamente pelo sistema de telemetria e pelo sistema tradicional de leitura manual. Foi seleccionado um período temporal para a análise de dados de consumo, correspondente ao trimestre de Outono e ao trimestre de Verão. Após a selecção do período temporal foram identificadas e corrigidas falhas nos registos diários de consumo obtidos por telemetria e foi feita a normalização dos dados de consumo. De seguida, procedeu-se à eliminação dos consumidores não domésticos, anómalos e nulos e, finalmente, os volumes diários da amostra obtidos por telemetria foram validados por comparação com os volumes registados mensalmente pelas leituras recolhidas manualmente pelos leitores ou fornecidas pelos clientes.

Para a recolha e o processamento de dados sócio-demográficos e relativos aos hábitos de consumo e de poupança de água foram analisados dados fornecidos pela EPAL, S.A., assim como dados resultantes de realização de um inquérito, procurando-se estabelecer uma metodologia para futuros estudos nesta área. Como pontos fundamentais destacam-se a concepção do inquérito, a realização de um pré-teste, a realização do questionário, a recolha e processamento da informação e a análise dos dados.

### 4.2 Dados de consumo

Para a análise de dados de consumo utilizaram-se dados de consumo diários obtidos por telemetria e dados de leitura manual obtidos por leituras recolhidas manualmente pelos leitores ou fornecidas pelos clientes mensalmente. Estes dados foram fornecidos pela EPAL, S.A. para o presente estudo de caracterização de consumos domésticos (*cf.* sub-capítulo 3.5 ).

No que se refere aos dados obtidos por telemetria houve necessidade de proceder a um processamento dos dados diários, face ao formato e ao volume de informação. O mesmo aconteceu com os dados de leitura manuais, uma vez que os períodos de leitura dos contadores diferem de mês para mês, pelo que houve necessidade de se uniformizar o período entre leituras.

Para o processamento dos dados de consumo foi utilizada uma metodologia cujas principais etapas se sintetizam nos pontos seguintes:

1. **Seleção dos períodos temporais para análise de dados de consumo** representativos e recentes, sem a ocorrência de períodos festivos e com poucas falhas nos registos diários de consumos.
2. **Identificação de falhas** nos registos diários e nos registos mensais de consumo, obtidos, respectivamente, por telemetria e por leituras manuais.
3. **Normalização dos dados de consumo** por forma a permitir que novos locais de consumo sejam adicionados de forma sequencial e que alterações na frequência de leitura dos dados sejam facilmente identificadas.
4. **Eliminação dos consumidores não domésticos e de consumos anómalos e nulos** com base nas categorias de clientes fornecidas pela entidade gestora e de consumidores com consumos anómalos ou nulos.
5. **Validação dos volumes diários de amostra obtidos por telemetria** por comparação com os volumes registados por leituras recolhidas manualmente pelos leitores ou fornecidas pelos clientes.

#### 4.2.1 Seleção dos períodos temporais para análise de dados de consumo

Procurou-se seleccionar períodos que fossem representativos e o mais recente possível, sem a ocorrência de períodos festivos e com poucas falhas nos registos diários de consumo. Para o efeito, seleccionaram-se os períodos de 01/09/2006 a 30/11/2006, correspondente ao trimestre de Outono, e de 1/06/2006 a 31/08/2006, correspondente ao trimestre de Verão. Os dados processados para o trimestre de Outono foram obtidos por telemetria, enquanto que para o trimestre de Verão os dados de consumo foram registados por leituras recolhidas manualmente pelos leitores ou fornecidas pelos clientes mensalmente.

Não foi possível utilizar os dados de telemetria referentes aos período de Verão uma vez que o ficheiro de dados de consumo, fornecido pela EPAL, S.A., não se apresentava com leituras completas para os respectivos meses. Deste modo, foram utilizadas as leituras manuais no período de Verão, para a análise de dados de consumo.

#### 4.2.2 Identificação de falhas

Para o período de Outono analisado (*i.e.*, 01/09/2006 a 30/11/2006), verificou-se, que em grande parte dos dias, os contadores são lidos duas ou mais vezes. Refira-se, por exemplo, o dia 6 de Setembro em que foram efectuadas 6 leituras espaçadas de 15-16 minutos para todos os consumidores (*cf.* Quadro 4.1).

Foram ainda detectados casos em que a leitura de um determinado contador em dois dias consecutivos não ocorre à mesma hora. Por exemplo, refira-se o caso do contador n.º 4072334 em que a leitura do dia 3/11/2006 foi efectuada às 08:32 e no dia 4/11/2006 às 09:27.



**Quadro 4.1 - Extracto de leituras obtidas por telemetria (valores em litros).**

<b>Data</b> \ <b>CLC<sup>(*)</sup></b>	<b>CLC(1)</b>	<b>CLC(2)</b>	<b>CLC(3)</b>	<b>CLC(4)</b>	<b>CLC(5)</b>	<b>CLC(6)</b>	<b>CLC(7)</b>	<b>CLC(8)</b>
06-09-2006 9:31	92 661	54 145	167 200	124 188	3 761	69 741	277 957	262 300
06-09-2006 9:47	92 661	54 145	167 229	124 188	3 761	69 741	277 957	262 301
06-09-2006 10:02	92 661	54 159	167 396	124 188	3 761	69 741	277 957	262 302
06-09-2006 10:18	92 661	54 161	167 450	124 188	3 761	69 741	277 974	262 302
06-09-2006 10:34	92 661	54 161	167 459	124 188	3 761	69 741	278 003	262 303
06-09-2006 10:49	92 661	54 161	167 459	124 188	3 761	69 752	278 004	262 304

(\*) código do local de consumo

Em relação aos dados de consumo para o período de Verão, o ficheiro de leituras manuais fornecido pela EPAL,S.A. continha registos de leituras com periodicidade de leituras diferentes para cada um dos meses em questão. Uma vez que as leituras manuais não são efectuadas no mesmo período temporal, o número de dias referente ao consumo mensal varia de cliente para cliente pelo que houve que uniformizar o período entre leituras. Deste modo, procedeu-se a um tratamento desses mesmos dados por forma a que fossem referenciados ao mesmo período temporal. Para tal, foi contabilizado o número de dias em que foram efectuadas leituras para cada um dos clientes, dividindo-se, de seguida, o volume registado pelo número de dias de leitura. Seguidamente, foi construído um ficheiro com os dados de leituras mensais através da multiplicação destes novos consumos “adimensionados”, pelo número de dias correspondentes a cada um dos meses do ano.

#### 4.2.3 Normalização dos dados de consumo

O ficheiro que contém as leituras diárias do consumo, obtido por telemetria, encontrava-se formatado de forma a conter em cada linha o instante de leitura, o código do local de consumo (CLC) e o respectivo consumo acumulado. Este formato inicial dificultava a análise e normalização da série temporal por local de consumo, assim como o processo de tratamento automatizado da informação. Por este motivo, os dados de consumo foram organizados de acordo com o formato apresentado no Quadro 4.2.

Este novo formato permite que novos locais de consumo sejam adicionados de forma sequencial, e que alterações na frequência de leitura dos dados sejam facilmente identificadas. Foram calculadas as diferenças entre os consumos em dias consecutivos de cada cliente, por forma a que não se trabalhem com os consumos acumulados (*cf.* Quadro 4.1), mas sim com os consumos absolutos em cada um dos dias de análise (*cf.* Quadro 4.2). Por uma questão de cruzamento de informação, dispersa pelos três ficheiros fornecidos, foi adoptado o número de fábrica do contador para identificação do local de consumo, assim como para o processamento de dados de consumo.

Depois de ter sido construído o novo ficheiro para o processamento de dados de consumo, foram consideradas para a análise final as primeiras leituras de cada dia, para o período compreendido entre 01/09/2006 a 31/11/2006. No entanto, esses valores não foram lidos pelo sistema de telemetria nos dias 11, 12 e 14 do mês de Novembro de 2006. Como tal, foram preenchidos através de interpolações lineares com base nos valores dos dias adjacentes que continham leituras.

Esta técnica de preenchimento também foi utilizada para o preenchimento de algumas falhas encontradas no mês de Setembro (e.g., para os dias 09/09/2006 e 23/09/2006, nos quais não foram lidos os contadores n.º 4184913, n.º 4184914, n.º 4184916, n.º 4184918, etc.).

**Quadro 4.2 - Extracto de consumos absolutos por cliente (valores em litros).**

CLC Data	4072294	4072295	4072296	4072297	4072298
01-09-2006	0	245	33	720	49
02-09-2006	145	84	47	770	1
03-09-2006	0	264	163	749	1
04-09-2006	100	411	34	712	0
05-09-2006	123	273	0	785	0
06-09-2006	72	293	18	764	1
07-09-2006	12	206	67	810	0
08-09-2006	107	383	29	710	1
09-09-2006	2	91	0	915	0
10-09-2006	0	64	203	972	0
11-09-2006	0	435	47	520	1

#### 4.2.4 Eliminação de consumidores não domésticos e de consumos anómalos e nulos

Do cruzamento dos três ficheiros de dados fornecidos pela EPAL, S.A., foram eliminados consumidores não domésticos e consumidores com consumos anómalos e nulos.

Como *consumidor não doméstico*, entende-se todo o cliente que tenha associados consumos comerciais ou industriais, e ainda um cliente que foi identificado como “estado estrangeiro”.

Entende-se como *consumidor com consumo anómalo*, aquele consumidor que apresenta um consumo inferior a 10 litros em pelo menos 45% dos 91 dias de análise, e que, em apenas alguns dias, têm consumos muito elevados. São exemplo os contadores associados aos seguintes números de fábrica: n.º 4072299, n.º 4072307, n.º 4072312, etc.

Como *consumidor com consumo nulo*, entende-se aquele que apresenta consumos nulos durante os meses de Setembro, Outubro e Novembro. São exemplo os contadores associados aos seguintes números de fábrica: n.º 4072322 e n.º 4072382.

Nos Quadros 4.3 e 4.4 é sintetizada a eliminação dos consumidores não domésticos e consumidores com consumos anómalos e nulos, bem como o tipo de falhas que foram detectadas nos ficheiros fornecidos pela entidade gestora: o ficheiro de leituras diárias de consumo e o ficheiro com as características base dos clientes e do edifício. São também indicados todos os contadores em que tais falhas foram detectadas.

No ficheiro de leituras diárias de consumo, foram encontradas falhas relativas a contadores que não apresentam correspondência com o ficheiro de características base dos clientes e do edifício, e ainda, contadores que apresentam um consumo anómalo ou nulo para o período em análise (cf. Quadro 4.3). No ficheiro com as características base dos clientes e do edifício, foram encontradas falhas no número de habitantes ao cruzar a informação deste ficheiro com a informação do ficheiro de

consumos. Foi ainda detectada a presença de contadores que não existem no ficheiro de leituras de consumos (cf. Quadro 4.4).

**Quadro 4.3 – Eliminação de clientes e falhas detectadas no ficheiro de leitura de consumos.**

Descrição	N.º de contadores	Identificação dos contadores
N.º total de contadores	315	Ficheiro fornecido pela EPAL, S.A.
N.º de contadores associados a clientes não domésticos	18	4072368, 4072721, 4072724, 4072750, 4072764, 4072793, 4072820, 4184888, 4184898, 4184908, 4184918, 4184952, 4184967, 4184970, 4184990, 4184993, 4185001, 4185603
N.º de contadores associados a clientes domésticos com consumo nulo para o período em análise	2	4072322, 4072382
N.º de contadores associados a clientes domésticos com consumo anómalo	32	4072299, 4072307, 4072312, 4072314, 4072316, 4072320, 4072334, 4072335, 4072337, 4072338, 4072377, 4072389, 4072699, 4072719, 4072725, 4042727, 4072768, 4072779, 4072791, 4072794, 4072804, 4072806, 4072817, 4184879, 4184914, 4184924, 4184936, 4184938, 4184943, 4184974, 4184975, 4184992
N.º de contadores que não têm correspondência com o ficheiro das características base dos clientes e do edifício	13	4072349, 4072351, 4072705, 4072715, 4072754, 4185605, 4185606, 4185607, 4185608, 4185609, 4185610, 4185611, 4185612
N.º final de contadores a utilizar para análise		240

**Quadro 4.4 - Falhas detectadas no ficheiro com as características base dos clientes e do edifício.**

Descrição	N.º de contadores	Identificação dos contadores
N.º total de contadores	342	Ficheiro fornecido pela EPAL, S.A.
N.º de contadores sem leituras no ficheiro de leituras de consumos	27	4072305, 4072311, 4072324, 4072325, 4072326, 4072328, 4072329, 4072332, 4072357, 4072358, 4072359, 4072360, 4072362, 4072363, 4072367, 4072380, 4072387, 4072388, 4072390, 4072391, 4072392, 4072406, 4072477, 4075754, 4184906, 4184989, 4184997
N.º de contadores sem n.º de habitantes conhecido	10 <sup>(*)</sup>	4072308, 4072337, 4072350, 4072366, 4072697, 4072704, 4072739, 4072742, 4072768, 4072789, 4184923, 4184945, 4184975

(\*) O número total de contadores sem número de habitantes conhecido é de 13. É apresentado o valor de 10 uma vez que alguns dos contadores são os mesmos que apresentam consumos anómalos (i.e., os contadores n.º 4072699, n.º 4072768 e n.º 4184975).

Assim, de uma amostra inicial de 315 consumidores correspondentes à amostra inicial de consumos fornecida pela EPAL, S.A, serão apenas considerados para análise 240 clientes. Foram retirados da amostra os seguintes clientes:

- contadores correspondentes a clientes não domésticos (18 contadores);
- contadores com consumo nulo (2 contadores);
- contadores com consumo anómalo (32 contadores);
- contadores que não têm correspondência com o ficheiro de características base dos clientes e dos edifícios, fornecido pela EPAL, S.A. (13 contadores);
- contadores sem n.º de habitantes inicialmente conhecido (10 contadores).

Esta informação é apresentada graficamente na Figura 4.1.

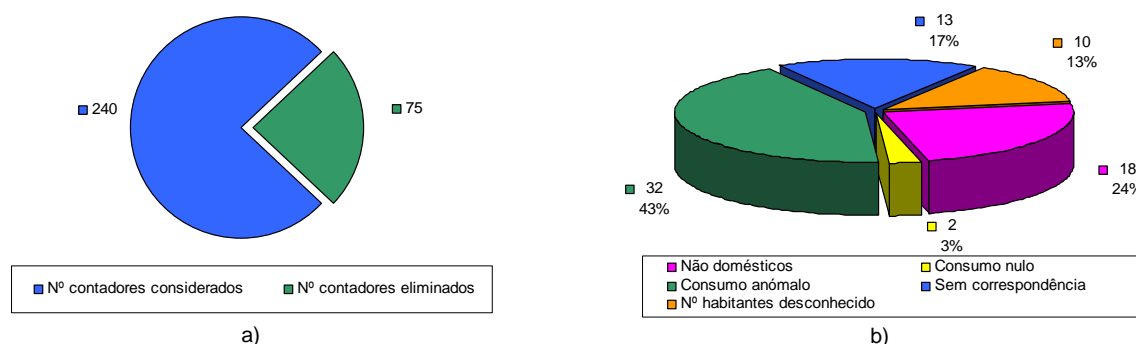


Figura 4.1 – Consumidores do complexo de edifícios *Twin-Towers*: a) n.º de contadores considerados e eliminados, b) distribuição dos contadores eliminados.

#### 4.2.5 Validação dos dados de telemetria

Os volumes diários da amostra obtidos por telemetria foram validados por comparação com os volumes registados mensalmente pelas leituras recolhidas manualmente pelos leitores ou fornecidas pelos clientes. Esta validação foi efectuada para clientes que apresentavam valores máximos de capitação, nos dias úteis, superiores a 500 l/hab/dia, e para clientes que apresentavam a mediana das capitações, nos dias úteis, inferiores a 100 l/hab/dia, perfazendo um total de 38 consumidores. Foram ainda considerados, para efeitos de validação de dados de telemetria 5 clientes domésticos escolhidos aleatoriamente por cada um dos edifícios do complexo de edifícios *Twin-Towers*, perfazendo um total de 30 consumidores. Deste modo, a validação dos dados de telemetria foi efectuada para uma amostra de 68 contadores, perfazendo 28,3% de clientes domésticos, num total de 240 clientes domésticos considerados na análise.

Apresentam-se no Quadro 4.5 os valores dos erros relativos entre leituras manuais e por telemetria. O erro relativo varia entre -16,39 (correspondente a um erro absoluto de 0,392 m<sup>3</sup>) e 11,03% (correspondente a um erro absoluto de 0,596 m<sup>3</sup>), apresenta uma média de 3,29% e os percentis 25 e 75, são iguais a 1,17 e 4,10%, respectivamente. Desta análise, é possível constatar que as diferenças encontradas não são significativas, dado que os erros relativos apresentam valores máximos inferiores a 16% e são da ordem de grandeza do erro associado à leitura manual (i.e., 1 m<sup>3</sup>).

Quadro 4.5 – Erro absoluto e erro relativo entre leituras manuais e por telemetria.

Contador	Leitura por telemetria (m <sup>3</sup> )	Leitura manual (m <sup>3</sup> )	Erro absoluto (m <sup>3</sup> )	Erro relativo (%)
4072336	9,646	10	0,354	3,67%
4072376	5,881	6	0,119	2,02%
4072478	2,392	2	-0,392	-16,39%
4072720	34,826	34	-0,826	-2,37%
4072722	18,506	18	-0,506	-2,73%
4072735	5,513	5	-0,513	-9,31%
4072749	4,856	5	0,144	2,97%
4072771	17,196	17	-0,196	-1,14%
4072775	14,462	14	-0,462	-3,19%
4072822	35,357	36	0,643	1,82%
4184891	15,939	16	0,061	0,38%
4184893	5,404	6	0,596	11,03%

### 4.3 Dados sócio-demográficos e relativos aos hábitos de consumo e de poupança de água

Para a análise dos dados sócio-demográficos e relativos aos hábitos de consumo e de poupança de água foi necessário recolher informação relativa a clientes, ao edificado, ao alojamento, e aos contadores, que foi fornecida pela entidade gestora, assim como informação sobre hábitos de consumo com base num inquérito realizado aos clientes domésticos do complexo de edifício *Twin-Towers*.

A realização de um inquérito sobre hábitos de consumo permitiu validar e actualizar parte da informação fornecida pela EPAL S.A., como por exemplo, o número de habitantes (que foram obtidos à data de contrato) e que podem ter sido alterados ao longo do tempo. A recolha de dados adicionais relativos ao agregado familiar, ao alojamento e à caracterização dos hábitos do agregado familiar permitiu também uma caracterização detalhada dos hábitos de consumo e medidas de poupança de água. Deste modo, foi seguida a metodologia que se sintetiza nos pontos seguintes:

1. **Descrição dos dados fornecidos pela EPAL, S.A.**, em termos de clientes, edificado, alojamento e contadores.
2. **Inquérito sobre os hábitos de consumo de água**, onde é apresentada uma metodologia para a concepção, realização, recolha e processamento da informação e a análise dos dados, assim como uma descrição do questionário. São ainda analisadas as taxas de resposta ao questionário.

#### 4.3.1 Dados fornecidos pela EPAL, S.A.

Com vista ao estabelecimento de uma metodologia preliminar para identificação de relações entre o consumo e variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água, seleccionaram-se um conjunto de variáveis a partir da informação fornecida pela EPAL, S.A., (cf. Quadro 3.1):

- o número de habitantes;
- a tipologia do alojamento;
- o calibre do contador;
- o número do piso;
- a pressão média no piso.

Estas variáveis foram agrupadas em classes que se apresentam no Quadro 4.6. O número de habitantes foi dividido em 4 categorias: 1, 2, 3 e mais do que 3 habitantes. O mesmo foi efectuado para a tipologia tendo sido dividida em: T1, T2, T3, T4 e T5. Relativamente aos edifícios, e de acordo com a informação fornecida pela EPAL, S.A., existem 6 edifícios distintos: os Edifícios I, II, III, IV, V e VI. Os contadores encontram-se localizados nas caves dos edifícios em estudo, no piso -1, e agrupados em baterias de acordo com os requisitos de pressão para abastecimento. De forma a se poder obter uma estimativa da pressão média em cada alojamento, efectuaram-se leituras de

pressão, imediatamente a jusante das sobrepressoras (cf. Figura 3.8), durante o período da manhã. Obtiveram-se os seguintes valores de pressão média em função dos pisos e dos edifícios:

- pisos 1º ao 5º : 46 m c.a.;
- pisos 6º ao 9º ou 6º ao 10º ou 6º ao 12º : 63 m c.a.;
- pisos 10º a 16º : 85 m c.a.;
- pisos 17º ao 26º : 100 m c.a..

Conhecida a pressão média na cave -1 e o número do piso para cada alojamento, estimou-se a pressão média, por piso, de cada um dos seis edifícios do complexo das *Twin-Towres*, assumindo uma altura média entre pisos de 3,0 metros. Apenas não foram consideradas para análise as pressões estimadas para o Edifício IV, entre os pisos 6º e 16º, uma vez que apresentavam valores demasiado elevados em relação aos outros edifícios.

**Quadro 4.6 – Variáveis construída com base na informação fornecida pela EPAL, S.A.**

Categoria	Variável	Tipo de variável	Codificação
Cliente	Número de habitantes	ordinal	1, 2, 3 e > 3 habitantes
Alojamento	Tipologia	ordinal	T1, T2, T3, T4 e T5
	Pressão média	numérica	-
	Piso	ordinal	1º - 26º
Contador	Calibre	ordinal	15, 20

## 4.3.2 Inquérito sobre hábitos de consumo de água

### 4.3.2.1 Metodologia

A metodologia adoptada para a recolha de dados a partir de um inquérito encontra-se ilustrada na Figura 4.2. Esta metodologia é constituída pelos seguintes passos principais:

- concepção do inquérito;
- realização de um pré-teste;
- realização do questionário;
- recolha e processamento da informação;
- análise do dados.



Figura 4.2 – Metodologia seguida para o inquérito.

A descrição de cada um dos passos é apresentada de seguida.

### Concepção do inquérito

Os objectivos principais para a realização do inquérito consistem na recolha de um conjunto alargado de dados sobre a população inquirida, nomeadamente em relação à composição do agregado familiar, ao alojamento e aos hábitos de consumo, cuja relação com o consumo de água possa ser analisada, e na validação e actualização dos dados fornecidos pela EPAL, S.A., no que se refere ao número de habitantes.

O inquérito foi realizado a uma amostra de 240 clientes domésticos que vivem no complexo de edifícios *Twin-Towers*. Para a realização do inquérito adoptou-se um questionário por auto-preenchimento, uma vez que a população inquirida era suficientemente escolarizada e possuía capacidade de resposta adequada para este tipo de questionário. O auto-preenchimento do questionário permitiu ainda a minimização do número de pessoas envolvidas. Face ao meio de realização do inquérito, elaboraram-se perguntas do tipo fechado, de forma a facilitar e dirigir as

respostas ao questionário e a minimizar eventuais erros. O esclarecimento de dúvidas aos clientes inquiridos ficou a cargo da EPAL, S.A..

Com o objectivo de sensibilizar e motivar os clientes para participação e apresentar a equipa que participou no inquérito, foi elaborada uma nota explicativa, que acompanhou o inquérito e que também foi divulgada junto da administração do condomínio do complexo de edifícios *Twin-Towers* (cf. Anexo I ). Foi realizada uma reunião prévia com a Administração do Condomínio para a apresentação do estudo e dos objectivos do inquérito. Esta reunião também permitiu obter apoio por parte da administração na realização do inquérito. Apresenta-se no Anexo II o inquérito realizado aos clientes domésticos residentes no complexo de edifícios *Twin-Towers*.

### ***Realização de um pré-teste do questionário***

Após a concepção do inquérito foi elaborado um questionário, efectuando-se a sua apresentação junto da equipa envolvida na sua realização, tendo-se procedido também à realização de um pré-teste. O pré-teste foi efectuado junto de uma amostra diversificada de consumidores e diferente da que iria ser inquirida, de forma a testar o nível de clareza das questões, o tempo de preenchimento, obter comentários sobre a forma de resposta mais adequada (*i.e.*, perguntas abertas ou fechadas) e a adequação das perguntas do questionário aos objectivos do inquérito.

### ***Realização do questionário***

O questionário foi enviado pela EPAL, S.A., por carta RSF, acompanhado da nota explicativa (cf. Anexo I ). A nota explicativa permitiu informar os clientes do complexo de edifícios *Twin-Towers* sobre as entidades envolvidas no inquérito, os objectivos e pertinência do inquérito, bem como as motivações do estudo em curso. O questionário teve lugar entre Julho e Setembro de 2007. A EPAL, S.A. foi responsável pelo esclarecimento dos clientes sobre os objectivos do inquérito e sobre as perguntas do questionário, tendo contactado os clientes inquiridos telefonicamente. Depois da recolha foi enviada uma carta de agradecimento a todos os clientes inquiridos (cf. Anexo III).

### ***Recolha e processamento da informação***

Os questionários recolhidos foram identificados fazendo a correspondência entre o código do cliente e o número de fábrica do contador. Foram recolhidos 111 questionários, correspondendo a 46,3% do número total de clientes domésticos inquiridos e residentes no complexo de edifícios *Twin-Towers*, que foram considerados para a análise. Efectuou-se uma análise preliminar dos questionários, com o objectivo de detectar anomalias no seu preenchimento, verificar se as datas de contrato e de instalação de contadores dos clientes inquiridos não são posteriores a 2006 (pois os dados de consumo analisados referem-se a este ano), e se algum cliente inquirido correspondia aos clientes identificados com consumo anómalo ou nulo (ver sub-capítulo 4.2.4 ).

Apresentam-se no Quadro 4.7 a síntese de anomalias detectadas no preenchimento dos questionários, num total de 16 clientes. Assim, foram considerados para análise apenas 95 questionários, sendo 111 o número total de questionários analisados.



Quadro 4.7 – Tipo de anomalias detectadas na análise preliminar dos questionários.

Tipo de ocorrência	N.º de questionários	Descrição
Questionários com preenchimento anómalo	1	O cliente não respondeu ao questionário
Cliente “comércio/indústria”	2	Clientes que estão associados à categoria “comércio/indústria”, a qual não foi considerada para este estudo
Não identificados	3	Clientes que não possuem correspondência entre o ficheiro de consumos e os das características, fornecidos pela EPAL, S.A.
Sem registo de telemetria	4	Clientes sem registo de consumos por telemetria no ficheiro de consumos fornecido pela EPAL, S.A.
Clientes com dados de consumo anómalo	6	Clientes com consumo nulo em grande parte dos dias de leitura, e que, em apenas alguns dias, têm consumos muito elevados.

Após o processamento dos 95 questionários, considerados válidos para o estudo, foi construído uma base de dados com ajuda do *software* STATISTICA®, base essa que possibilitou o estudo e análise dos dados recolhidos.

### Análise dos dados

Nesta última fase, descrita na metodologia adoptada para a recolha de dados (cf. Figura 4.2), foi feita a preparação dos dados, assim como a codificação das variáveis para a análise, e ainda, a análise das variáveis numéricas e categoriais.

Uma vez que algumas das perguntas ao questionário não foram devidamente preenchidas, e por forma a que se obtenha uma folha de cálculo o mais completa possível, foram adoptadas algumas hipóteses no tratamento de respostas, nomeadamente:

- as crianças que ainda não andam na escola foram consideradas como elementos não activos;
- admitiu-se que quando não foi indicado o número de máquinas de lavar loiça ou o número de máquinas de lavar roupa, estas não existiam no alojamento;
- admitiu-se que quando não foi indicado o número de *polibans* ou o número de banheiras, estes dispositivos não existiam no alojamento;
- admitiu-se que quando não foi indicado o número de sanitas exteriores com descarga simples ou descarga dupla, a pergunta não foi respondida por parte dos inquiridos;
- nos casos em que os clientes responderam com base em períodos temporais ao número de horas de empregada (*i.e.*, responderam que tinham empregada o dia inteiro ou apenas uma manhã ou tarde), estes períodos foram convertidos em horas;

- admitiram-se valores médios para a duração dos duches, isto é, se um inquirido respondeu que demorava 10 a 15 minutos a tomar duche, foi considerado o valor médio de 12,5 minutos;
- admitiu-se que quando não foi preenchido o número de vasos ou de floreiras, não existiam no alojamento.

No subgrupo *Dispositivos instalados no alojamento* (ver Anexo II ), foram retirado da análise os valores de algumas variáveis, uma vez que alguns destes eram demasiados elevados, não fazendo sentido. Deste modo, foram retirados os seguintes casos:

- na análise do número de torneiras no alojamento (*i.e.*, na casa de banho, na cozinha e exteriores ao alojamento), foi retirado o cliente n.º 4072727 e o cliente n.º 4072822, pois apresentavam, respectivamente, um número total de torneiras de 24 e de 34.

No subgrupo *Hábitos domésticos* (ver Anexo II ), foram retirados ou corrigidos valores de algumas variáveis, uma vez que alguns valores eram demasiados elevados, não fazendo qualquer sentido. Deste modo foram corrigidos os seguintes casos:

- na análise do número de duches diários foi retirado o cliente n.º 4184963, uma vez que tomava 10 banhos diários, sendo o número de residentes neste alojamento de 3.
- na análise do número de banhos de imersão/hidromassagem foram retirados dois clientes da análise, o cliente n.º 4072781 e o cliente n.º 4072819, uma vez que o primeiro colocou no inquérito 1 banho/mês e assim impossibilitou uma análise aos seus hábitos; o segundo cliente colocou 14 banhos de imersão/hidromassagem, número que é demasiado elevado para este tipo de dispositivo.
- na análise dos números de jantares semanais por agregado, foi corrigido o cliente n.º 4072319 e o cliente n.º 4184923, uma vez que tinham colocado no inquérito um valor superior aquele que seria possível, para os seus agregados. Assim foi corrigido para 5 jantares, e para 1 jantar, respectivamente para o primeiro e segundo cliente.

#### **4.3.2.2 Descrição do questionário**

Para que os dados do questionário fossem estatisticamente robustos, foi necessário identificar um conjunto de variáveis, o mais diversificado possível, que explicassem as variações dos consumos domésticos. Deste modo, e tendo por base a revisão bibliográfica efectuada, as etapas relativas à concepção do inquérito e a realização de um pré-teste e atendendo ao tipo de população que vive neste complexo, caracterizada por um nível sócio-económico elevado, estruturou-se o questionário em duas partes principais:

- Parte I - Caracterização do agregado familiar e do alojamento;
- Parte II - Caracterização dos hábitos do agregado familiar.

### ***Caracterização do agregado familiar e do alojamento (Parte I)***

A Parte I do inquérito, referente à *Caracterização do agregado familiar e do alojamento* foi estruturada em cinco grupos de questões (ver questões 1 a 5 no Anexo II ). Estes grupos de questões são os seguintes: 1) Composição do agregado familiar, 2) Actividade profissional, 3) Dispositivos instalados no alojamento, 4) Empregada de limpeza, e 5) Tipo de ocupação do alojamento.

No que se refere à *Caracterização do agregado familiar e do alojamento*, para além da composição do agregado familiar, actividade profissional dos membros do agregado e dispositivos instalados no alojamento, incluíram-se também algumas perguntas relativas à existência de empregada de limpeza e ao tipo de ocupação do alojamento (*i.e.*, permanente ou temporário, e habitação própria ou arrendada). A inclusão do tipo de ocupação do alojamento foi motivada pelo facto se tratar de um complexo de edifícios localizados numa zona de serviços onde a modalidade de aluguer de alojamento pode ter alguma expressão, que não a do uso doméstico.

Não foi construída qualquer variável relativa ao rendimento familiar, dada a homogeneidade sócio-económica da população inquirida, correspondente a um nível sócio-económico elevado.

Procede-se, de seguida, à descrição do conteúdo do questionário relativamente a cada uma destas partes.

#### *1) Composição do agregado familiar:*

- número de elementos que compõem o agregado familiar;
- idade de cada elemento que compõe o agregado familiar.

#### *2) Actividade profissional:*

- número de elementos do agregado familiar que são profissionais activos, estudantes e não activos;
- número de elementos do agregado familiar que exercem profissões no sector primário, secundário ou no sector terciário;
- nível de escolaridade de cada elemento do agregado familiar (em curso ou concluído), e foram considerados os seguintes níveis de escolaridade: ainda não anda na escola, 1º ciclo, 2º ciclo, 3º ciclo, ensino secundário e formação universitária.

#### *3) Dispositivos instalados no alojamento:*

- número de máquinas de lavar loiça e roupa;
- número de *polibans* e de banheiras;
- número de sanitas (com autoclismo exterior de descarga simples, autoclismo exterior de descarga dupla e autoclismo interiores à parede);
- número de torneiras no alojamento. Neste ponto foram consideradas torneiras nas casas de banho, na cozinha e exteriores à habitação.

4) *Empregada de limpeza :*

- existência de empregada de limpeza;
- número de horas, por semana, que tem empregada de limpeza;
- dias da semana em que tem empregada de limpeza.

5) *Tipo de ocupação do alojamento:*

- habitação permanente;
- número médio de dias que o alojamento é ocupado mensalmente, caso não seja usado como alojamento permanente;
- habitação própria ou arrendada.

***Caracterização dos hábitos do agregado familiar (Parte II)***

A Parte II do inquérito, referente à *Caracterização dos hábitos do agregado familiar*, foi estruturada em dois grupos de questões (ver questões 6 a 7 no Anexo II ). Estes grupos de questões são os seguintes: 1) Hábitos domésticos e 2) Hábitos de poupança de luz e água.

Em relação aos hábitos de poupança de água, as perguntas incidiram sobre as medidas preconizadas e divulgadas pela EPAL, S.A. para a poupança de água. Procede-se, de seguida, à descrição do conteúdo do questionário relativamente a cada uma destas partes.

6) *Hábitos domésticos:*

- número de duches diários do agregado;
- duração média de cada duche;
- número de banhos de imersão/hidromassagem semanais do agregado;
- número total de refeições em casa, em média, de 2ª a 6ª feira (almoço e jantar) número total de refeições em casa, em média, durante o fim de semana (almoço e jantar);
- número de lavagens de roupa, em média, por semana;
- período do dia em que é mais comum fazer as lavagens de roupa;
- número de lavagens de loiça, em média, por semana;
- período do dia em que é mais comum fazer as lavagens de loiça;
- número de floreiras ou vasos na varanda;
- modo de rega das floreiras (regador ou rega automática);

- períodos do ano em que é mais comum os elementos do agregado familiar fazerem férias, considerando-se, para este inquérito, um período superior a 4 dias. Foram considerados cinco períodos: Natal, Carnaval, Páscoa, Verão e outros períodos.

7) *Hábitos de poupança de luz e água*

- tarifa de energia bi-horária, especificando, em caso positivo, se dispõe de ciclo diário ou de ciclo semanal;
- medidas adoptadas nos alojamentos, preconizadas pela EPAL, S.A. para a poupança de água. Estas medidas passam por fechar a torneira enquanto lava as mãos, fechar a torneira enquanto lava os dentes, fechar a torneira no duche enquanto se ensaboa, fechar a torneira enquanto faz a barba, detecção de fugas no autoclismo, fechar a torneira enquanto ensaboa a loiça e utilizar as máquinas de roupa e de loiça com carga completa.

**4.3.2.3 Análise das taxas de resposta ao questionário**

Foram recolhidos, por parte dos técnicos da EPAL, S.A., 111 questionários, sendo que apenas foram considerados válidos para análise 95 questionários, pelas razões já referidas (ver sub-capítulo 4.3.2.1 e Quadro 4.7).

De um modo geral, houve interesse por parte das pessoas em participar no inquérito, existindo apenas cinco consumidores que não se disponibilizaram para o seu preenchimento. Em relação à análise da taxa de resposta aos questionários, a média de respostas às perguntas situa-se nos 86%, taxa que é bastante aceitável para este tipo de metodologia de inquirição. Para os diferentes grupos de questões considerados no questionário, isto é, *Composição do agregado familiar, Actividade profissional, Dispositivos instalados no alojamento, Empregada de limpeza, Tipo de ocupação do alojamento, Hábitos domésticos e Hábitos de poupança de luz e água*, as taxas de resposta, foram, respectivamente, 99, 98, 65, 94, 66, 87 e 91% (cf. Quadro 4.8 e 4.9).

Apenas nos campos *Dispositivos instalados no alojamento* e *Tipo de ocupação do alojamento*, é que se verificaram taxas um pouco mais baixas, respectivamente de 65 e 66%. No primeiro campo, verificaram-se dificuldades na resposta do grupo correspondente às sanitas interiores e exteriores com descarga simples ou dupla, bem como no número de torneiras exteriores. No segundo campo mencionado, não foi respondido o número médio de dias em que o alojamento é ocupado, baixando assim, significativamente, a taxa de resposta.

No entanto, o processamento das taxas de resposta permitiram constatar que surgiram algumas dificuldades no preenchimento dos questionários, dificuldades essas que também foram transmitidas à equipa destacada pela EPAL, S.A. por parte dos inquiridos. São listadas as principais dificuldades encontradas na resposta ao questionário, por parte dos inquiridos, identificadas e sistematizadas pelas pessoas que processaram os dados do mesmo:

- existe um desconhecimento generalizado do que é a tarifa bi-horária, bem como de tarifas com ciclos diários e semanais;
- em muitos casos não é preenchido o nível de escolaridade das pessoas mais idosas;
- o número de horas e de dias que os clientes inquiridos têm empregada, assim como o período de férias, muitas vezes não é preenchido pois trata-se de informação com um cariz pessoal ou confidencial;
- foi sentida bastante dificuldade, por parte dos clientes inquiridos, na distinção entre sanitas com autoclismo interiores e exteriores, gerando muitas vezes confusão e, consequentemente, o não preenchimento da pergunta do questionário;
- na presença de crianças que ainda não andem na escola, os inquiridos não sabiam o que responder no pergunta “sector de actividade”, uma vez que não sabem se as crianças podem ser consideradas não activas.

Apresenta-se no Quadro 4.8 e 4.9 a síntese do número de respostas obtidas para cada questão do questionário.

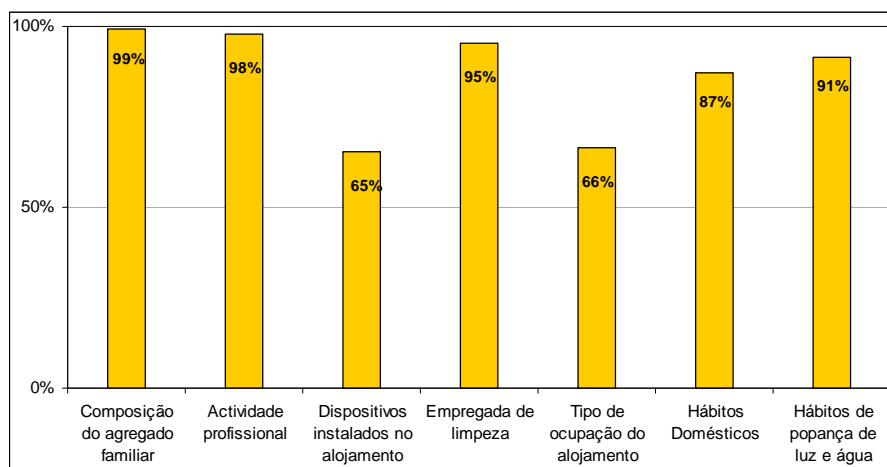
**Quadro 4.8 – Taxas de resposta ao questionário para as categorias composição do agregado familiar, actividade profissional, dispositivos instalados no alojamento, empregada de limpeza e tipo de ocupação do alojamento.**

Categoria da variável	Variável	N.º de respostas	Taxa de resposta	Média
Composição do agregado familiar	N.º de elementos que compõem o agregado familiar	95	100%	99%
	Idade dos elementos do agregado familiar	222	98%	
Actividade profissional	N.º de profissionais activos N.º de estudantes N.º de elementos não activos	221	98%	98%
	Sector primário Sector secundário Sector terciário	136	99%	
	Membro - não anda escola Membro - 1º Ciclo Membro - 2º Ciclo Membro - 3º Ciclo Membro - secundário Membro - formação universitária	215	95%	
	Máquina de lavar loiça	94	99%	
	Máquinas de lavar roupa	94	99%	
	N.º de polibans	31	33%	
Dispositivos instalados no alojamento	N.º de banheiras	95	100%	65%
	Sanitas - exteriores (descarga simples)	22	23%	
	Sanitas - exteriores (descarga dupla)	74	78%	
	Sanitas - interiores à parede	7	7%	
	N.º de torneiras - WC	95	100%	
	N.º de torneiras - cozinha	95	100%	
	N.º de torneiras - exteriores	14	15%	
	Empregada de limpeza (sim) Empregada de limpeza (não)	94	99%	
	Empregada de limpeza - quantas horas	67	92%	
Tipo de ocupação do alojamento	Empregada de limpeza – quantos dias	66	90%	94%
	Alojamento permanente (sim) Alojamento permanente (não)	95	100%	
	N.º médio de dias que é ocupado (se não for alojamento permanente)	0	0%	
	Habitação própria Habitação arrendada	94	99%	

**Quadro 4.9 – Taxas de resposta ao questionário para as categorias hábitos domésticos e hábitos de poupança de luz e água.**

Categoria da variável	Variável	N.º respostas	Taxa resposta	Média	
Hábitos Domésticos	N.º duches diários	93	98%	87%	
	Duração média duches	92	97%		
	N.º de banhos de imersão/hidromassagem	72	76%		
	N.º total de almoços (2ª feira a 6ª feira)	81	85%		
	N.º total de jantares (2ª feira a 6ª feira)	92	97%		
	N.º total de almoços (fim de semana)	77	81%		
	N.º total de jantares (fim de semana)	83	87%		
	N.º de lavagens de roupa por semana	90	96%		
	Lavagens de roupa - manhã	93	99%		
	Lavagens de roupa - tarde				
	Lavagens de roupa – noite				
	N.º de lavagens de loiça por semana	88	93%		
	Lavagens de loiça - manhã	86	91%		
	Lavagens de loiça - tarde				
	Lavagens de loiça - noite				
	N.º de vasos/flozeiras	64	67%		
Regador	54	57%			
Rega Automática					
Hábitos de poupança de luz e água	Período de ferias - Natal	92	97%		
	Período de ferias - Carnaval				
	Período de ferias - Páscoa				
	Período de ferias - Verão				
	Período de ferias - outros períodos				
	Tarifa bi-horária (sim)	88	93%		
	Tarifa bi-horária (não)				
	Tarifa bi-horária (ciclo diário)	15	83%		
	Tarifa bi-horária (ciclo semanal)				
	fechar torneira enquanto lava mãos	93	98%		
fechar torneira enquanto lava dentes					
fechar torneira enquanto toma duche					
fechar torneira enquanto faz barba					
detecção fugas autoclismo					
fechar torneira enquanto ensaboa loiça					

De uma forma geral as taxas de respostas são bastante aceitáveis, situando-se para todos os campos considerados no questionário acima dos 87%, e apenas os campos relativos aos *dispositivos instalados no alojamento* e *tipo de ocupação do alojamento* apresentam taxas de resposta da ordem dos 65% (cf. Figura 4.3).



**Figura 4.3 – Taxas de respostas a cada um dos campos considerados no questionário.**

#### 4.4 Síntese conclusiva

Para a recolha e processamento de dados de consumo foram analisados dados cujas leituras foram efectuadas simultaneamente pelo sistema de telemetria e pelo sistema tradicional de leitura manual, e foi seleccionado um período temporal para a análise de dados de consumo, correspondente ao trimestre de Outono (*i.e.*, Setembro a Novembro) e ao trimestre de Verão (*i.e.*, Junho a Agosto). Estes dois períodos foram seleccionados por serem representativos de duas épocas diferentes do ano, por serem recentes e, ainda, por apresentarem poucas falhas no registo de leituras de consumo.

Após a selecção do período temporal foram identificadas e corrigidas falhas nos registos diários de consumo obtidos por telemetria, para o período seleccionado, por interpolação linear no tempo. Verificou-se que, em grande parte dos dias, os contadores eram lidos duas ou mais vezes, e foram detectados casos em que a leitura de um determinado contador, em dois dias consecutivos, não ocorreu à mesma hora. Em relação aos dados de leituras manuais e uma vez que estas não são efectuadas no mesmo período temporal, houve que uniformizar o período entre as mesmas.

A normalização dos dados de consumo foi efectuada por forma a permitir que novos locais de consumo fossem adicionados de forma sequencial, e que alterações na frequência de leitura dos dados fossem facilmente identificadas. Nesta normalização foram consideradas para a análise final as primeiras leituras de cada dia de consumo, para o período em análise.

De seguida, procedeu-se à eliminação dos consumidores não domésticos e de consumidores com consumos anómalos e nulos. Assim, de uma amostra de 315 consumidores, foram analisados um conjunto de 240 clientes, correspondendo apenas aos clientes domésticos no complexo de edifícios *Twin-Towers*.

Os volumes diários da amostra obtidos por telemetria, para os 240 clientes domésticos, foram validados por comparação com os volumes registados mensalmente pelas leituras recolhidas manualmente pelos leitores ou fornecidas pelos clientes. Foram comparados um total de 68 contadores, escolhidos aleatoriamente nos seis edifícios do complexo de edifícios *Twin-Towers*, perfazendo 28,3% de clientes domésticos, num total de 240 clientes. Como resultados pode salientar-se que o erro relativo varia entre -16.39% (correspondente a um erro absoluto de 0,392 m<sup>3</sup>) e 11.03% (correspondente a um erro absoluto de 0,596 m<sup>3</sup>), apresenta uma média de 3.29% e os percentis 25 e 75, são iguais a 1.17 e 4.10%, respectivamente. Desta análise, é possível constatar que as diferenças encontradas não são significativas, dado que os erros relativos apresentam valores máximos inferiores a 16% e são da ordem de grandeza do erro associado à leitura manual (*i.e.*, 1 m<sup>3</sup>).

Para a recolha e processamento de dados sócio-demográficos e relativos aos hábitos de consumo e de poupança de água foram analisados dados fornecidos pela EPAL,S.A. (*i.e.*, o número de habitantes, a tipologia do alojamento, o calibre do contador, o número do piso e a pressão média), assim como foi feita a recolha de outros dados através de um inquérito, procurando-se construir uma metodologia para futuros estudos nesta área. Como pontos fundamentais destacam-se a concepção do inquérito, a realização de um pré-teste, a realização do questionário, a recolha e processamento da informação e a análise do dados.



Os objectivos para a concepção do inquérito passam por obter um conjunto alargado de dados sobre a população inquirida, nomeadamente em relação à composição do agregado familiar, ao alojamento e hábitos de consumo de água cuja relação com o consumo de água possa ser analisada bem como actualizar os dados fornecidos pela EPAL, S.A..

Após a concepção do inquérito foi elaborado um questionário, efectuando-se a sua apresentação junto da equipa envolvida na sua realização, tendo-se procedido também à realização de um pré-teste. O pré-teste foi efectuado junto de uma amostra diversificada de consumidores e diferente da que iria ser inquirida, de forma a testar o nível de clareza das questões, o tempo de preenchimento, obter comentários sobre a forma de resposta mais adequada e adequação das perguntas do questionário aos objectivos do inquérito.

O questionário foi enviado por carta RSF, acompanhado de uma nota explicativa. Teve lugar entre Julho e Setembro de 2007, tendo sido a EPAL, S.A. responsável pelo esclarecimento dos clientes sobre os objectivos do inquérito e sobre as perguntas do questionário e pelo contacto dos clientes inquiridos telefonicamente. Depois da recolha dos questionários, foi enviada uma carta de agradecimento a todos os clientes inquiridos.

Foram recolhidos 111 questionários, correspondendo a 46,3% do número total de 240 clientes domésticos no complexo das *Twin-Towers*, que foram considerados para a análise. Efectuou-se uma análise preliminar dos questionários, com o objectivo de detectar anomalias no seu preenchimento, tendo sido considerados válidos para análise 95 questionários.

Em relação à análise da taxa de resposta aos questionários, a média de respostas às perguntas situa-se nos 86%, taxa que é bastante aceitável para este tipo de metodologia de inquirição.



## 5. CONSTRUÇÃO DE VARIÁVEIS

### 5.1 Introdução

Neste capítulo é apresentada a construção de variáveis de consumo e de variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água.

Procedeu-se à construção de variáveis de consumo, tendo por base os volumes, capitações e escalões de consumo. O estabelecimento destas variáveis foi efectuado para a totalidade dos clientes e para os clientes inquiridos. Para os clientes inquiridos foram ainda consideradas variáveis características da sazonalidade, do consumo no trimestre de Verão e de Outono, do consumo mensal e dos factores de ponta, do consumo semanal no Outono, de consumo nos dias úteis, sábados, domingos e do consumo por escalão.

Em relação às variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água, foram construídas variáveis tendo em conta informação recolhida no inquérito aos clientes domésticos das *Twin-Towers*. Todas as variáveis foram descritas e identificadas, bem como foi efectuada uma caracterização e codificação de cada uma delas, com o intuito de serem facilmente analisadas quando introduzidas no programa de calculo STATISTICA®.

### 5.2 Variáveis de consumo

A caracterização de variáveis de consumo tiveram por base a variabilidade do consumo ao longo do ano, ao longo do mês e ao longo da semana em clientes residentes em Lisboa. De acordo com a informação fornecida pela EPAL, S.A., os clientes residentes em Lisboa são caracterizados por longos períodos de ausência durante o período de Verão, reduzindo significativamente o seu consumo. Em particular, os clientes residentes no complexo de edifícios *Twin-Towers* também se ausentam durante os fins de semana, dado o seu nível sócio-económico elevado. Por estas razões, foram construídas variáveis de consumo que procurassem traduzir estes comportamentos. Foram diversas as variáveis de consumo que foram analisadas para a caracterização de consumos domiciliários.

No presente capítulo procede-se ao estabelecimento das variáveis de consumo para a totalidade da amostra de clientes (*i.e.*, para os 240 clientes domésticos) antes de ter sido realizado o inquérito, e ainda, para os clientes inquiridos (*i.e.*, para os 95 clientes). O estabelecimento de variáveis diferentes para os 240 clientes e para os 95 clientes é justificada pelo facto da realização de um inquérito ter produzido informação mais fidedigna acerca do número de habitantes por alojamento, e assim, as variáveis de consumo em termos de capitação serem mais precisas uma vez que o número de habitantes (após o inquérito) difere da informação inicialmente disponibilizada pela EPAL, S.A..

### 5.2.1 Estabelecimento de variáveis para a totalidade dos clientes

As variáveis de consumo foram calculadas em termos de volumes, capitações e escalões de consumo para cada um dos 240 clientes domésticos, seleccionados após processamento de dados. Os dados de consumo diário utilizados correspondem aos obtidos por telemetria.

#### **Capitações**

Foram calculadas as capitações diárias dos 240 clientes domésticos seleccionados, com base nos volumes diários para o período em análise (*i.e.*, 01/09/2006 a 31/11/2006) e no número de habitantes inicialmente disponibilizado pela EPAL, S.A..

Ainda, para cada elemento associado à categoria número de habitantes (*i.e.*, 1 habitante, 2 habitantes, 3 habitantes e mais do que 3 habitantes) e à tipologia (*i.e.*, T1, T2, T3, T4 e T5) foram calculados um conjunto de parâmetros estatísticos da capitação (*i.e.*, média, mediana, desvio-padrão, percentil 25, percentil 75, máximo, mínimo e coeficiente de variação) para três períodos semanais (*i.e.*, dias úteis, sábados e domingos).

#### **Volumes**

Foram calculados os volumes diários, dos 240 clientes domésticos, para o período em análise com base nos volumes diários inicialmente disponibilizados pela EPAL, S.A..

Ainda, para cada elemento associado à categoria número de habitantes e à tipologia, foram calculados um conjunto de parâmetros estatísticos de volume (*i.e.*, média, a mediana, desvio-padrão, percentil 25, percentil 75, máximo, mínimo e coeficiente de variação) para três períodos semanais (*i.e.*, dias úteis, sábados e domingos).

#### **Escalões de consumo**

Foram calculados os escalões de consumo para o período em análise e para os 240 clientes domésticos, com base nos volumes diários inicialmente disponibilizado pela EPAL, S.A.. Foram considerados três escalões de consumo, tal como definidos pela EPAL, S.A. na facturação dos clientes domésticos:

- 1º escalão (até 5 m<sup>3</sup>/30 dias);
- 2º escalão (de 6 a 20 m<sup>3</sup>/30 dias);
- 3º escalão (mais de 20 m<sup>3</sup>/30 dias).

### 5.2.2 Estabelecimento de variáveis para os clientes inquiridos

Para os 95 clientes inquiridos foi estabelecido um conjunto de variáveis tendo em conta os volumes, as capitações e os escalões de consumo. Foram também considerados diferentes períodos temporais como os trimestres de Verão (*i.e.*, Junho, Julho e Agosto) e de Outono (*i.e.*, Setembro, Outubro e Novembro), e ainda períodos semanais (*i.e.*, dias úteis, sábados e domingos). O processo de cálculo e o agrupamento destas variáveis é descrito de seguida.

#### Sazonalidade

Para o cálculo das variáveis de consumo características da sazonalidade foi considerado o peso entre o consumo total em cada um dos dois trimestres considerados para a análise (*i.e.*, o trimestre de Outono e trimestre de Verão). Esta variável pretende traduzir a relação entre o consumo total no trimestre Setembro-Novembro com o consumo total no trimestre Junho-Agosto, tendo por base os dados de volumes registados mensalmente pelas leituras recolhidas manualmente pelos leitores ou fornecidas pelos clientes (*cf.* Quadro 5.1).

**Quadro 5.1 – Variáveis de consumo características da sazonalidade.**

Variável	Abreviatura	Unidades
Peso do consumo total para os trimestres de Setembro-Novembro e Junho-Agosto	Peso_Set-Nov_Jun-Jul	[l/cliente]

#### Consumo no trimestre de Verão

Para o cálculo das variáveis de consumo características do trimestre de Verão foram considerados os consumos totais em cada um dos três meses que compõem o trimestre bem como o consumo total para a totalidade dos três meses. Consideraram-se ainda as capitações e os consumos médios por cliente para o trimestre. Estas variáveis têm por base os dados de volumes registados mensalmente pelas leituras recolhidas manualmente pelos leitores ou fornecidas pelos clientes. (*cf.* Quadro 5.2).

**Quadro 5.2 - Variáveis de consumo características do trimestre de Verão.**

Variável	Abreviatura	Unidades
Consumo total em Junho	Cons_Total_Jun	[l/cliente]
Consumo total em Julho	Cons_Total_Jul	[l/cliente]
Consumo total em Agosto	Cons_Total_Ago	[l/cliente]
Consumo total no trimestre Junho-Agosto	Cons_Total_Jun-Ago	[l/cliente]
Consumo mensal por cliente no trimestre Junho-Agosto	Med_CPC_Jul_Ago	[l/cliente]
Capitação média mensal no trimestre Junho-Agosto	Med_Cap_Jul_Ago	[l/hab/dia]

### Consumo no trimestre de Outono

Para o cálculo das variáveis características do consumo no trimestre de Outono foram considerados os consumos totais em Setembro, Outubro e Novembro, bem como as capitações e os consumos médios por cliente, para o trimestre e para cada um dos meses de Setembro, Outubro e Novembro, tendo por base os dados de consumos domésticos recolhidos por de telemetria (cf. Quadro 5.3).

**Quadro 5.3 - Variáveis de consumo características do trimestre de Outono.**

Variável	Abreviatura	Unidades
Consumo total em Setembro	Cons_Total_Set	[l/cliente]
Consumo total em Outubro	Cons_Total_Out	[l/cliente]
Consumo total em Novembro	Cons_Total_Nov	[l/cliente]
Consumo total no trimestre Setembro-Novembro	Cons_Total_Set-Nov	[l/cliente]
Consumo médio diário por cliente em Setembro	Med_CPC_Set	[l/cliente]
Consumo médio diário por cliente em Outubro	Med_CPC_Out	[l/cliente]
Consumo médio diário por cliente em Novembro	Med_CPC_Nov	[l/cliente]
Consumo médio diário por cliente no trimestre Setembro-Novembro	Med_CPC_Set_Nov	[l/cliente]
Capitação média diário por cliente no trimestre Setembro-Novembro	Med_Cap_Set_Nov	[l/hab/dia]

### Consumo mensal e factores de ponta

Para o cálculo dos valores extremos de consumo, foram calculados dois factores de ponta: o factor de ponta mensal e o diário. Além destes factores foram também calculados os consumos mensais para os clientes inquiridos (cf. Quadro 5.4).

O factor de ponta mensal é definido pela razão entre o consumo médio do mês de maior consumo e o consumo médio anual. O factor de ponta diário é definido pela razão entre o consumo médio do dia de maior consumo e o consumo médio anual. No caso da presente dissertação não foi possível obter o consumo médio do dia de maior consumo ao longo do ano, pelo que se calculou um factor de ponta diário aproximado, tendo por base as leituras diárias entre Setembro e Novembro.

Em relação aos dados utilizados para a construção de variáveis características do consumo mensal e dos factores de ponta, foram utilizados dados de leitura manuais, uma vez que, como já foi referido, nem todos os meses do ficheiro de leituras de consumo por telemetria se encontravam completas.

**Quadro 5.4 - Variáveis de consumo características do consumo mensal e dos factores de ponta.**

Variável	Abreviatura	Unidades
Consumo mensal	Cons_mensal	[l/cliente]
Factor de ponta mensal	FP_mensal	[-]
Factor de ponta diário (trimestre Setembro-Novembro)	FP_diário	[-]

### Consumo semanal no Outono

Para o cálculo das variáveis características do consumo semanal no Outono, foram considerados variáveis como o consumo total nos dias úteis, sábados e domingos, para o trimestre de Setembro-Novembro. Foram também considerados o peso do consumo entre sábados e domingos, e ainda o peso do consumo entre domingos e dias úteis, sendo ambos os pesos referidos ao trimestre Setembro-Novembro. Estas variáveis têm por base os dados de volumes registados mensalmente pelas leituras recolhidas manualmente pelos leitores ou fornecidas pelos clientes (cf. Quadro 5.5).

**Quadro 5.5 – Variáveis características do consumo semanal no Outono.**

Variável	Abreviatura	Unidades
Consumo total nos dias úteis, para o trimestre Setembro-Novembro	Cons_Total_Du	[l/cliente]
Consumo total nos sábados, para o trimestre Setembro-Novembro	Cons_Total_Sab	[l/cliente]
Consumo total nos domingos, para o trimestre Setembro-Novembro	Cons_Total_Dom	[l/cliente]
Peso entre o consumo total aos sábados e o consumo total nos dias úteis, para o trimestre Setembro-Novembro	Peso_Cons_Sab_Du	[l/cliente]
Peso entre o consumo total aos domingos e o consumo total nos dias úteis, para o trimestre Setembro-Novembro	Peso_Cons_Dom_Du	[l/hab/dia]

### Consumo nos dias úteis, sábados e domingos

Para o cálculo das variáveis de consumo características dos dias úteis, sábados e domingos foram calculados um conjunto de parâmetros estatísticos da capitação e do volume médio por cliente (média, mediana, desvio-padrão, percentil 25, percentil 75, máximo, o mínimo e o coeficiente de variação). O coeficiente de variação apresenta os mesmos valores quer para o volume consumido por cliente quer para a capitação, uma vez que é dado pelo quociente entre o desvio padrão e a média. Estas variáveis têm por base os dados de consumo doméstico recolhidos através de telemetria (cf. Quadro 5.6).

**Quadro 5.6 - Variáveis de consumo características dos dias úteis, sábados e domingos.**

Variável	Abreviatura	Unidades
Média do consumo por cliente	Media_CPC_Du	[l/cliente]
Mediana do consumo por cliente	Mediana_CPC_Du	[l/cliente]
Desvio padrão do consumo por cliente	Stdev_CPC_Du	[l/cliente]
Quartil 25 do consumo por cliente	Q25_CPC_Du	[l/cliente]
Quartil 75 do consumo por cliente	Q75_CPC_Du	[l/cliente]
Máximo do consumo por cliente	Max_CPC_Du	[l/cliente]
Mínimo do consumo por cliente	Min_CPC_Du	[l/cliente]
Média da capitação	Media_Cap_Du	[l/hab/dia]
Mediana da capitação	Mediana_Cap_Du	[l/hab/dia]
Desvio padrão da capitação	Stdev_Cap_Du	[l/hab/dia]
Quartil 25 da capitação	Q25_Cap_Du	[l/hab/dia]
Quartil 75 da capitação	Q75_Cap_Du	[l/hab/dia]
Máximo da capitação	Max_Cap_Du	[l/hab/dia]
Mínimo da capitação	Min_Cap_Du	[l/hab/dia]
Coeficiente de variação	CV	[-]

### Consumos por escalão

Para o cálculo das variáveis de consumo características do escalão foram considerados os volumes registados mensalmente pelas leituras recolhidas manualmente pelos leitores ou fornecidas pelos clientes. Deste modo, foram calculados, os pesos de cada escalão em relação ao consumo total em cada um dos dois trimestres (*i.e.*, trimestre de Setembro-Novembro, e trimestre de Junho-Agosto) (*cf.* Quadro 5.7).

**Quadro 5.7 - Variáveis de capitação características do escalão.**

Variável	Abreviatura	Unidades
Peso entre volume no escalão E1 (Junho, Julho, Agosto), com o volume total no trimestre Junho - Agosto	Peso_E1_Trimestre_Jun_Ago	[-]
Peso entre volume no escalão E2 (Junho, Julho, Agosto), com o volume total no trimestre Junho - Agosto	Peso_E2_Trimestre_Jun_Ago	[-]
Peso entre volume no escalão E3 (Junho, Julho, Agosto), com o volume total no trimestre Junho - Agosto	Peso_E3_Trimestre_Jun_Ago	[-]
Peso entre volume no escalão E1 (Setembro, Outubro, Novembro), com o volume total no trimestre Setembro - Novembro	Peso_E1_Trimestre_Set_Nov	[-]
Peso entre volume no escalão E2 (Setembro, Outubro, Novembro), com o volume total no trimestre Setembro - Novembro	Peso_E2_Trimestre_Set_Nov	[-]
Peso entre volume no escalão E3 (Setembro, Outubro, Novembro), com o volume total no trimestre Setembro - Novembro	Peso_E3_Trimestre_Set_Nov	[-]

### 5.3 Variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água

Neste sub-capítulo são construídas variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água que foram utilizadas para a caracterização de consumos domiciliários, através da informação recolhida no inquérito. Procurou-se seguir a mesma estrutura de grupos de questões que foi apresentada no questionário (*i.e.*, a Parte I do questionário, formada pela *Composição do agregado familiar*, *Actividade profissional*, *Dispositivos instalados no alojamento*, *Empregada de limpeza* e *Tipo de ocupação do alojamento* formam as variáveis designadas de sócio-demográficas, enquanto que, a Parte II do questionário, formada por *Hábitos domésticos* e *Hábitos de poupança de luz e de água* formam as variáveis designadas de hábitos de consumo e de poupança de água).

Todas as variáveis destas duas categorias foram descritas e identificadas, bem como foi efectuada uma caracterização e codificação de cada uma delas, com o intuito de serem facilmente analisadas quando introduzidas no programa de cálculo STATISTICA®.



### 5.3.1 Variáveis sócio-demográficas

Este grupo de variáveis é constituído pelas categorias *Composição do agregado familiar*, *Actividade profissional*, *Dispositivos instalados no alojamento*, *Empregada de limpeza* e *Tipo de ocupação do alojamento*, apresentadas na Parte I do questionário (ver Anexo II ).

Foram considerados dois subgrupos para as variáveis sócio-demográficas:

- o primeiro, intitulado “*Alojamento*”, constituído pelos *Dispositivos instalados no alojamento* e pelo *Tipo de ocupação do alojamento*;
- o segundo, intitulado “*Agregado familiar*”, constituído pela *Composição do agregado familiar*, *Actividade profissional* e *Empregada de limpeza*.

Para além da construção das variáveis provenientes do questionário, foram ainda descritas variáveis obtidas através da informação cedida pela EPAL, S.A (ver sub-capítulo 4.3.1 ), nomeadamente, a pressão média de abastecimento em cada alojamento, a tipologia do alojamento e o diâmetro nominal do contador domiciliário.

#### **Alojamento**

Para a categoria Alojamento foram consideradas variáveis como o “*n.º do piso*” do alojamento; a “*tipologia do alojamento*”; a “*pressão média*” de abastecimento; o “*diâmetro nominal*” do contador domiciliário e o “*tipo de ocupação do alojamento*”.

A “*tipologia do alojamento*” foi codificada em alojamentos do tipo T1, T2, T3, T4 e T5, sendo o “*tipo de ocupação do alojamento*” codificado em própria ou em arrendada (cf. Quadro 5.8).

As restantes categorias consideradas são o “*n.º de máquinas de lavar loiça*” e o “*n.º de máquinas de lavar roupa*”; a existência de “*máquina de lavar roupa e/ou loiça*”; o “*n.º de polibans*” e o “*n.º de banheiras*”; o “*n.º de autoclismos com descarga simples*” e o “*n.º de autoclismos com descarga dupla*”; o “*n.º de torneiras*” do alojamento; e o “*n.º de autoclismos com descarga simples e/ou dupla*” (cf. Quadro 5.8).

As variáveis “*máquina de lavar loiça e/ou roupa*” foi codificada em *máquina de lavar loiça*, *máquina de lavar roupa*, e *máquina de lavar loiça e de roupa*, por forma a contemplar todas as hipóteses que pudessem surgir no inquérito. Em relação à variável “*n.º de autoclismos com descarga simples e/ou dupla*”, foi codificada em *descarga simples* e em *descarga dupla* (cf. Quadro 5.8).

**Quadro 5.8 – Estabelecimento das variáveis sócio-demográficas para a categoria Alojamento.**

Variável (descrição)	Nome curto	Variável (identificação)	Tipo de variável	Codificação
N.º do piso respeitante ao alojamento	N.º do piso	Piso	ordinal	Não aplicável
Tipologia do alojamento	Tipologia do alojamento	Tipologia	categorial	1 - T1 2 - T2 3 - T3 4 - T4 5 - T5
Tipo de ocupação do alojamento, em regime de arrendamento ou como habitação própria	Tipo de ocupação do alojamento	Tipo_Habitação	categorial	1 - Própria 2 - Arrendada
N.º de máquinas de lavar loiça no alojamento	N.º de máquinas de lavar loiça	N_Maq_Loiça	ordinal	Não aplicável
N.º de máquinas de lavar roupa no alojamento	N.º de máquinas de lavar roupa	N_Maq_Roupa	ordinal	Não aplicável
Existência de máquina de lavar roupa, de máquina de lavar loiça ou de ambas	Máquina de lavar loiça e/ou roupa	Maq_Loiça_Roupa	categorial	1 - Máquina de lavar loiça 2 - Máquina de lavar roupa 3 - Máquina de lavar loiça e de roupa
N.º de <i>polibans</i> no alojamento	N.º de <i>polibans</i>	N_Polibans	ordinal	Não aplicável
N.º de banheiras no alojamento	N.º de banheiras	N_Banheiras	ordinal	Não aplicável
N.º de sanitas com autoclismo exterior de descarga simples	N.º de autoclismos com descarga simples	N_WC_Ext_S	ordinal	Não aplicável
N.º de sanitas com autoclismo exterior de descarga dupla	N.º de autoclismos com descarga dupla	N_WC_Ext_D	ordinal	Não aplicável
Presença de descarga simples ou descarga dupla	N.º de autoclismos com descarga simples e/ou dupla	Desc_Simples_Dupla	categorial	1 - Descarga simples 2 - Descarga dupla
N.º total de torneiras existentes no alojamento (incluem a casa de banho, a cozinha e as exteriores à habitação)	N.º de torneiras	N_Torneiras	ordinal	Não aplicável

### **Agregado familiar**

Para a categoria Agregado familiar foram consideradas variáveis como o “*n.º de residentes*”; a “*idade média*”; a “*unidade familiar*”; o “*n.º de profissionais activos*”; o “*n.º de estudantes*”; o “*n.º de elementos não activos*” (i.e., domésticos, reformados, aposentados, desempregados); o “*sector de actividade*”; e ainda, a “*escolaridade média*” do agregado familiar. Foi ainda considerada a variável “*empregada de limpeza*”, bem como o “*n.º de horas de empregada*” e o “*n.º de dias de empregada*” (cf. Quadro 5.9).

A variável “*unidade familiar*” foi codificada em *casais sem filhos*, *casais com filhos* e *pessoas sós* por forma a que cada grupo de codificação contenha um número significativo de elementos que o constituem. A variável “*sector de actividade*” foi codificado em *sector primário*, *sector secundário*, *sector terciário* e, *sector secundário + terciário*. Uma vez mais procurou-se que a cada um dos grupos codificados correspondesse um número significativo de elementos.

A variável “*escolaridade média*” do agregado familiar corresponde ao número médio de anos de escolaridade em cada agregado familiar, tendo sido calculada como o quociente entre o somatório dos anos de escolaridade de todos os elementos do agregado, e o número de elementos desse mesmo agregado. Para a caracterização desta variável não se consideraram os elementos que ainda não andam em idade escolar. Para os outros foi considerado que o ensino básico tem uma duração

de 9 anos, o ensino secundário de 3 anos e que a formação universitária (*i.e.*, bacharéis, licenciaturas e formação pós-graduada) tem uma duração de 4 anos. Por fim, a variável “*empregada de limpeza*” foi codificada em *tem empregada* e *não tem empregada* (cf. Quadro 5.9).

**Quadro 5.9 – Estabelecimento das variáveis sócio-demográficas para a categoria Agregado familiar.**

Variável (descrição)	Nome curto	Variável (identificação)	Tipo de variável	Codificação
N.º total de elementos que compõem o agregado familiar	N.º de residentes	N_Hab	ordinal	Não aplicável
Idade média do agregado familiar	Idade média	Idade_Med	numérica	Não aplicável
Composição do agregado familiar: casais com filhos, casais sem filhos e pessoas sós	Unidade familiar	Uni_Familiar	categorial	1 - Casais sem filhos 2 - Casais com filhos 3 - Pessoas sós
N.º de profissionais activos no agregado familiar	N.º de profissionais activos	N_Prof_Act	ordinal	Não aplicável
N.º de estudantes no agregado familiar	N.º de estudantes	N_Est	ordinal	Não aplicável
N.º de elementos não activos no agregado familiar	N.º de elementos não activos	N_Não_Act	ordinal	Não aplicável
Sector de actividade, dos elementos activos do agregado familiar	Sector de actividade	Sector_Act	categorial	1 - Sector primário 2 - Sector secundário 3 - Sector terciário 4 - Sector secundário + terciário
Escolaridade média do agregado familiar	Escolaridade média	Esc_Med_Agr	numérica	Não aplicável
Presença de empregada de limpeza	Empregada de limpeza	Empregada	categorial	1 - Tem empregada 2 - Não tem empregada
N.º de horas semanais em que tem empregada de limpeza	N.º de horas de empregada	N_Horas_Empregada	ordinal	Não aplicável
N.º de dias semanais em que tem empregada de limpeza	N.º de dias de empregada	N_Dias_Empregada	ordinal	Não aplicável

### 5.3.2 Variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água

Este grupo de variáveis é formada pelas categorias *Hábitos domésticos* e *Hábitos de poupança de luz e água*, apresentadas na Parte II do questionário (ver Anexo II).

Foram considerados dois subgrupos para as variáveis relativas a hábitos e práticas de consumo de água :

- o primeiro, intitulado “*Hábitos domésticos*”;
- o segundo, intitulado “*Hábitos de poupança de água e energia*”.

#### ***Hábitos domésticos***

Para a categoria Hábitos domésticos foram consideradas variáveis como o “*n.º de duches diários*”; a “*duração média dos duches*”; e o “*n.º de banhos de imersão/hidromassagem*” por semana. Foram ainda considerado o “*n.º de almoços por semana*”; o “*n.º de jantares por semana*”; o “*n.º de almoços ao fim-de-semana*”; o “*n.º de jantares ao fim-de-semana*”; o “*n.º de lavagens de roupa*” e o “*n.º de lavagens de loiça*”; o “*período de lavagem de roupa*” e o “*período de lavagem de*

loição”; o “n.º de floreiras” na varanda; a variável “rega” das floreiras; e por fim, a variável “período de férias” (cf. Quadro 5.10).

A variável “período de lavagem de roupa” foi codificado em *manhã*, *tarde*, *noite*, *2 períodos* e *3 períodos*, enquanto que a variável “período de lavagem de loiça” foi codificada em *manhã*, *tarde*, *noite*, e *mais de 2 períodos*. Esta diferença é devido à necessidade de se constituírem grupos com um número significativo de elementos, por imposição do programa de cálculo STATISTICA®. Inicialmente a variável “rega” tinha sido codificada em *regador* ou *rega automática*, mas uma vez que apenas um inquirido possuía rega automática, optou-se por uma nova codificação do tipo *rega* ou *não rega*. Por último a variável “período de férias” foi codificado em: *só Verão*, *Verão + 1 período*, *Verão + 2 períodos*, *calendário escolar*, e *outros períodos* (cf. Quadro 5.10).

**Quadro 5.10 – Estabelecimento das variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água para a categoria Hábitos domésticos.**

Variável (descrição)	Nome curto	Variável (identificação)	Tipo de variável	Codificação
N.º total de duches diários do agregado familiar	N.º de duches diários	N_Duches_Dia	ordinal	Não aplicável
Duração média de cada duche	Duração média do duche	Dur_Duche	ordinal	Não aplicável
N.º de banhos de imersão/hidromassagem semanais do agregado familiar	N.º de banhos de imersão/hidromassagem	N_Banhos_I/H	ordinal	Não aplicável
N.º médio de almoços semanais por habitante do agregado familiar	N.º de almoços por semana	N_Almoços_SEM	numérica	Não aplicável
N.º médio de jantares semanais do agregado familiar	N.º de jantares por semana	N_Jantar_SEM	numérica	Não aplicável
N.º médio de almoços ao fim de semana do agregado familiar	N.º de almoços ao fim-de-semana	N_Almoços_FDS	numérica	Não aplicável
N.º médio de jantares ao fim de semana do agregado familiar	N.º de jantares ao fim-de-semana	N_Jantar_FDS	numérica	Não aplicável
N.º médio de lavagens de roupa por semana	N.º de lavagens de roupa	N_Lav_Roupa	ordinal	Não aplicável
Período do dia em que é mais comum lavar a roupa do agregado familiar	Período de lavagens de roupa	Periodo_Lav_Roupa	categorial	1 - Manhã 2 - Tarde 3 - Noite 4 - 2 períodos 5 - 3 períodos
N.º médio de lavagens de loiça por semana	N.º de lavagens de loiça	N_Lav_Loiça	ordinal	Não aplicável
Período do dia em que é mais comum lavar a loiça	Período de lavagens de loiça	Periodo_Lav_Loiça	categorial	1 - Manhã 2 - Tarde 3 - Noite 4 - Mais de 2 períodos
N.º de floreiras ou vasos na varanda do alojamento	N.º de floreiras	N_Floreiras	ordinal	Não aplicável
Modo de rega utilizado, caso possua floreiras ou vasos	Rega	Tipo_Rega	categorial	1 - Rega 2 - Não rega
Períodos do ano em que é mais comum os elementos do agregado familiar fazerem férias	Período de férias	Periodo_Ferias	categorial	1 - Só Verão 2 - Verão + 1 período 3 - Verão + 2 períodos 4 - Calendário escolar 5 - Outros períodos

### Hábitos de poupança de água e energia

Para a categoria Hábitos de poupança de luz e água foram consideradas variáveis como a “tarifa bi-horária”, o “ciclo bi-horária” e, ainda, o “n.º de medidas” preconizadas pela EPAL, S.A., que passam por hábitos de poupança de luz e água (cf. Quadro 5.11).

Todas as variáveis foram codificadas em *sim* e *não*, à excepção da variável “ciclo diário ou semanal”, a qual foi codificada em *ciclo diário* e *ciclo semanal*.

**Quadro 5.11 – Estabelecimento das variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água para a categoria Hábitos de poupança de luz e energia.**

Variável (descrição)	Nome curto	Variável (identificação)	Tipo de variável	Codificação
Adesão à tarifa bi-horária de energia pelo agregado familiar	Tarifa bi-horária	Tarifa_Bi_Horaria	categorial	1 - Sim 2 - Não
Utilização do ciclo diário ou ciclo semanal	Ciclo bi-horário	Ciclo_Bi_Horario	categorial	1 – Ciclo diário 2 – Ciclo semanal
Fechar a torneira enquanto lava as mãos	Fechar a torneira enquanto lava as mãos	F_Torneira_Lava_Maos	categorial	1 - Sim 2 – Não
Fechar a torneira enquanto lava os dentes	Fechar a torneira enquanto lava os dentes	F_Torneira_Lava_Dentes	categorial	1 - Sim 2 – Não
Fechar a torneira no duche enquanto se ensaboa	Fechar a torneira no duche enquanto se ensaboa	F_Torneira_Toma_Duche	categorial	1 - Sim 2 – Não
Fechar a torneira enquanto faz a barba	Fechar a torneira enquanto faz a barba	F_Torneira_Faz_Barba	categorial	1 - Sim 2 – Não
Detecção de fugas no autoclismo	Detecção de fugas no autoclismo	Detecção_Fugas	categorial	1 - Sim 2 – Não
Fechar a torneira enquanto ensaboa a loiça	Fechar a torneira enquanto ensaboa a loiça	F_Torneira_Ens_Loiça	categorial	1 - Sim 2 – Não
Utilizar as máquinas de roupa e de loiça com carga completa	Utilizar as máquinas de roupa e de loiça com carga completa	Maq_Loiça_Roupa_CP	categorial	1 - Sim 2 – Não
N.º de medidas adoptadas pelo agregado familiar	N.º de medidas	N_Medidas	ordinal	Não aplicável

## 5.4 Síntese conclusiva

Foram estabelecidas variáveis de consumo para a totalidade da amostra de clientes domésticos e para os clientes inquiridos, tendo por base os volumes, as capitações e os escalões de consumo. As variáveis de consumo associadas ao clientes inquiridos foram ainda agrupadas tendo em conta períodos temporais, com uma base anual, trimestral, mensal, semanal e diária.

Na construção das variáveis sócio-demográficas utilizadas para a caracterização de consumos domiciliários, procurou-se seguir a mesma estrutura de grupos que foi apresentada no inquérito. Para isso foram considerados dois grupos de variáveis: as sócio-demográficas e as relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água.

As primeiras são constituídas pelas categorias *Alojamento* e *Agregado familiar*, enquanto que as segundas são constituídas pelos *Hábitos domésticos* e pelos *Hábitos de poupança de água e energia*.

Para além da construção das variáveis provenientes do inquérito, foram ainda descritas variáveis obtidas através da informação cedida pela EPAL, S.A, nomeadamente, a pressão média de abastecimento em cada alojamento, a tipologia do alojamento e o diâmetro nominal do contador domiciliário.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Introdução

No presente capítulo apresentam-se os resultados da análise estatística efectuada, encontrando-se estruturada em três partes. Na primeira parte, apresentam-se os métodos estatísticos de análise de dados. Na segunda parte analisa-se o comportamento das variáveis de consumo e das variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água isoladamente (designando-se por análise univariada). Na terceira parte, é analisado o efeito das variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água nas variáveis de consumo (designando-se por análise bivariada).

#### **Análise estatística univariada**

Na análise estatística univariada são analisados os dados de consumo (*i.e.*, o consumo mensal, o consumo nos dias úteis, nos sábados e nos domingos e o factor de ponta mensal e diário); e os dados recolhidos no inquérito.

Em relação aos dados de consumo, para o **consumo mensal** é estudada a variação mensal do consumo por cliente obtido a partir das leituras manuais mensais fornecidas pela EPAL, S.A., bem como foi analisado um conjunto de variáveis estatísticas como a média, a mediana, o mínimo, o máximo, o desvio padrão, o coeficiente de assimetria e o coeficiente de variação. É ainda avaliada a qualidade do ajustamento à distribuição normal através do teste de *Kolmogorov-Smirnov* com a correcção de *Lilliefors*.

Para os **dias úteis, sábados e domingos** são apresentados os resultados mais importantes da análise de dados de consumo. Esta análise é efectuada para diferentes agrupamentos de clientes, com o seguinte procedimento:

- avalia-se a representatividade dos clientes inquiridos, por comparação entre os 240 clientes estudados inicialmente e os 95 clientes inquiridos, em termos do consumo para dias úteis, sábados e domingos. Os resultados são analisados para as variáveis média, mediana, mínimo, máximo, desvio-padrão, coeficiente de assimetria e coeficiente de variação, relativamente ao consumo por cliente e à capitação;
- avaliam-se a mediana do consumo e os coeficientes de variação para os dias úteis, sábados e domingos para os 95 clientes. Avalia-se, também, a qualidade do ajustamento à distribuição normal através do teste de *Kolmogorov-Smirnov* com a correcção de *Lilliefors*;
- avaliam-se os consumo extremos (*i.e.*, máximo e mínimo) de forma a identificar melhor os clientes associados a estes consumos;
- avalia-se o efeito da actualização do número de residentes, a partir dos dados do inquérito, ao nível das estatísticas de capitação para dia útil, sábado e domingo.

Para os **factores de ponta mensal e diário** são analisado um conjunto de variáveis estatísticas como a média, a mediana, o mínimo, o máximo, o desvio padrão, o coeficiente de assimetria e o coeficiente de variação. É ainda avaliada a qualidade do ajustamento à distribuição normal através do teste de *Kolmogorov-Smirnov* com a correcção de *Lilliefors*.

Em relação aos **dados do inquérito** são analisadas estatísticas descritivas para variáveis relativas ao “Alojamento”, ao “Agregado familiar”, aos “Hábitos domésticos” e aos “Hábitos de poupança de água e energia”. Por fim, são analisadas correlações entre variáveis sócio-demográficas e variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água

Na Figura 6.1 apresenta-se um fluxograma, da análise estatística univariada, onde se podem observar as diferentes etapas de análise, quer para os dados de consumo quer para os dados obtidos através do inquérito.

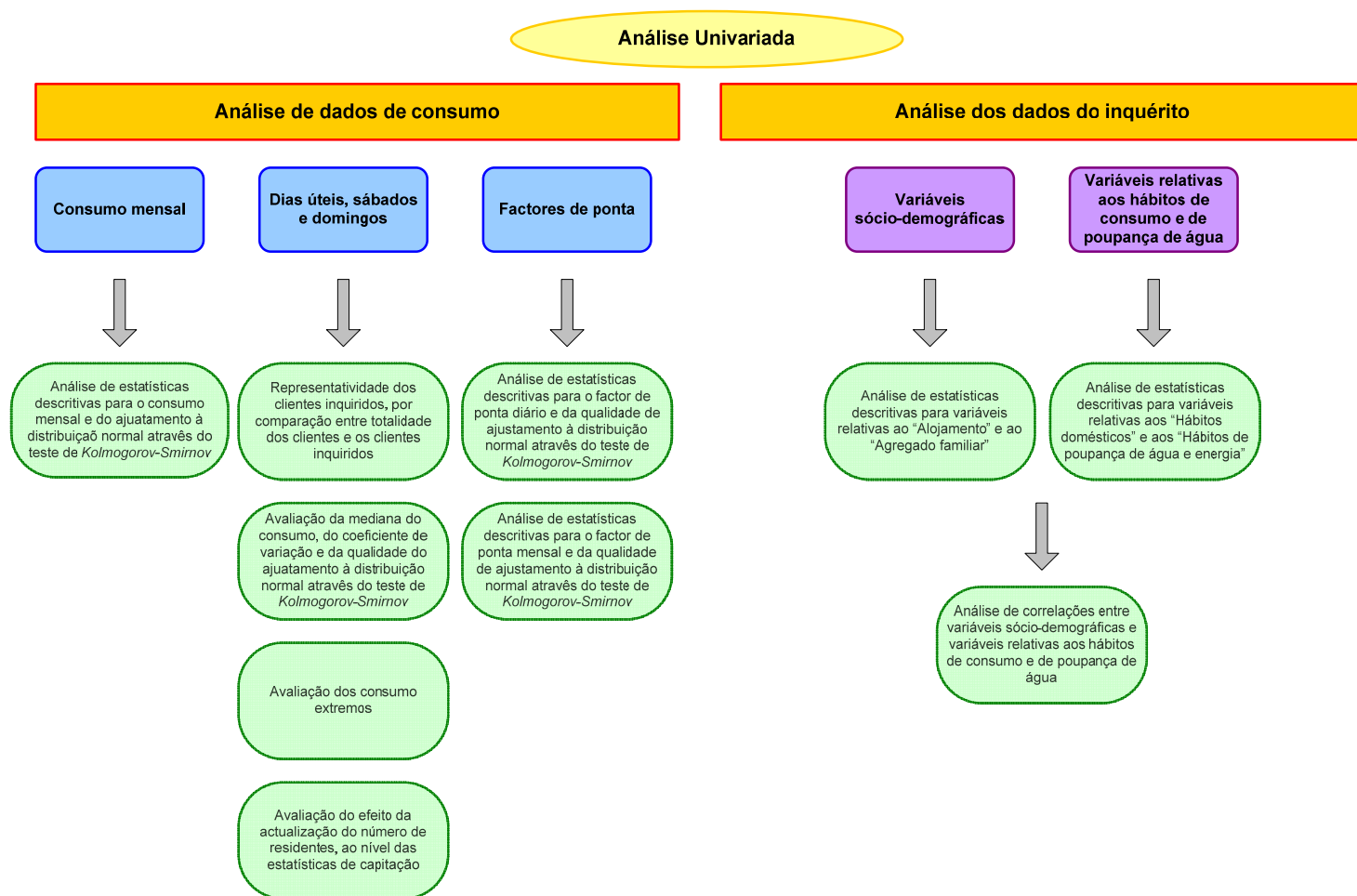


Figura 6.1 - Fluxograma da análise estatística univariada.



### **Análise Bivariada**

A análise estatística bivariada incide no estudo de relações entre as variáveis sócio-demográficas e as variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água, com as variáveis de consumo. Esta análise é efectuada para a globalidade dos clientes e para os clientes inquiridos, em particular para o consumo mensal, para os dias úteis, sábados e domingos e para os factores de ponta mensal e diário. A análise exploratória de dados é realizada recorrendo à análise de variância a um factor (*One-Way Anova*) e à análise de matrizes de correlação.

Para o **consumo mensal** é efectuada uma análise da totalidade dos clientes com o intuito de serem comparados os resultados da população (i.e., 240 clientes domésticos residentes nas Twin-Towers) com os resultados da análise dos 95 clientes inquiridos.

Para os **dias úteis, sábados e domingos** apresentam-se os resultados da análise apenas para a mediana do consumo por cliente, para a mediana da capitação, e para o coeficiente de variação. Estas variáveis de consumo são representativas do consumo e os resultados que se obtêm em termos das relações com as restantes estatísticas de consumo para os dias úteis, sábados e domingos são muito idênticos. Foi ainda efectuada a análise de correlações parciais, e a análise da variação da capitação média, para a totalidade dos clientes, com o n.º de habitantes e com a tipologia do alojamento.

Para os **factores de ponta mensal e diário** são analisadas as correlações com as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água.

Na Figura 6.2 apresenta-se um fluxograma, da análise estatística univariada, onde se podem observar as diferentes etapas de análise, quer para a totalidade dos clientes, quer para os clientes inquiridos.

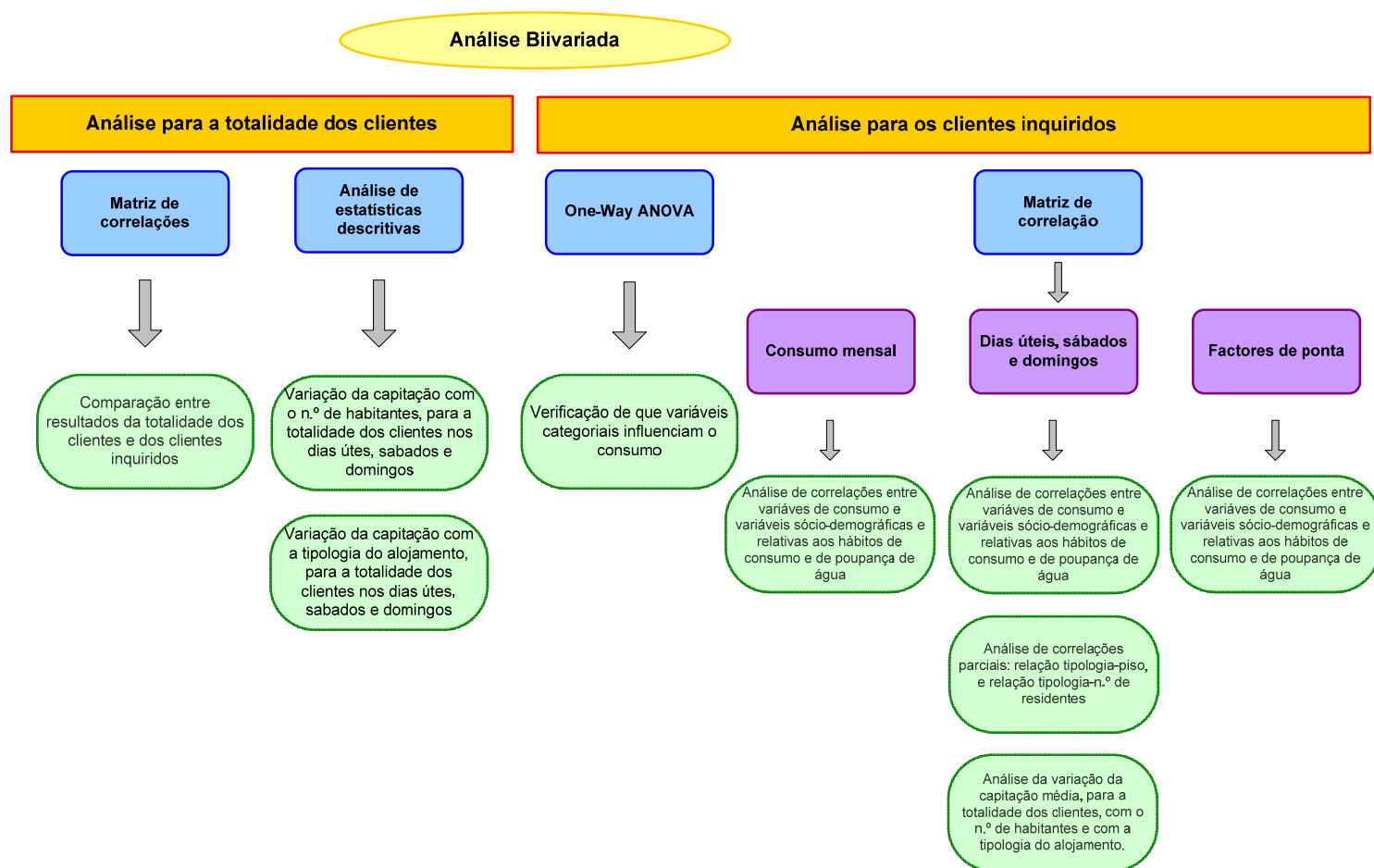


Figura 6.2 - Fluxograma da análise estatística bivariada.

## 6.2 Métodos estatísticos de análise de dados

Apresentam-se neste sub-capítulo os métodos estatísticos utilizados na presente dissertação, para a exploração dos dados. A análise dos dados foi efectuada tendo por base o *software* de análise estatística STATISTICA® versão 7.1 e o SPSS® versão 13.

Numa primeira fase da exploração dos dados recorreu-se a um conjunto de métodos estatísticos para análise de cada variável separadamente (análise univariada). No sub-capítulo 6.3 apresentam-se os resultados da análise univariada, respectivamente para as variáveis de consumo e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água. Esta análise consistiu no cálculo de um conjunto de medidas de tendência central, de dispersão e de assimetria e na análise da qualidade do ajustamento dos histogramas à distribuição normal, de forma a permitir decidir os métodos de análise a aplicar posteriormente.

Numa segunda fase analisaram-se as relações entre as variáveis de consumo e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água (análise bivariada), cujos resultados se apresentam no sub-capítulo 6.4. A análise bivariada incidiu, neste estudo, sobre a análise de matrizes de correlação, estabelecidas entre as variáveis de consumo (variáveis dependentes) e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água (variáveis independentes), bem como a análise de diferenças entre médias (*One Way-Anova*).

Seguidamente descrevem-se os procedimentos estatísticos adoptados para cada um dos referidos tipos de análise assim como a formulação teórica inerente a essa formulação, nomeadamente: a análise estatística univariada e a análise estatística multivariada.

### i) Análise estatística univariada

Na análise univariada calcularam-se algumas medidas de síntese como sejam medidas de tendência central (média e mediana), de dispersão (quartil 25, quartil 75, desvio-padrão, coeficiente de variação\*), e de assimetria (coeficiente de assimetria). O coeficiente de assimetria (*Skewness*) foi calculado de acordo com a seguinte expressão (Pestana e Gageiro, 2003):

$$S = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{(x_i - \bar{x})^3}{\sigma^3} \quad (6.1)$$

sendo  $N$  = dimensão da amostra;  $X_i$  = elemento  $i$  da amostra;  $\bar{x}$  = média da amostra;  $\sigma$  = desvio-padrão da amostra. De referir que o coeficiente de assimetria  $S > 0$  representa uma assimetria positiva (os valores mais elevados da variável  $X$  apresentam maior dispersão),  $S = 0$  uma simetria e  $S < 0$  uma assimetria negativa (os valores mais elevados da variável  $X$  apresentam menor dispersão).

\* medida adimensional que exprime a razão entre o desvio-padrão e a média.

Tendo por base o histograma de cada uma das variáveis de consumo e das variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água (ver anexos Anexo IV e V e as figuras do sub-capítulo 6.3.2), efectuou-se o teste não paramétrico de *Kolmogorov-Smirnov* com a correcção de *Lilliefors* para avaliar a qualidade do ajustamento da amostra à distribuição normal, para as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água numéricas e ordinais. A hipótese nula e alternativa foi formulada nos seguintes termos:

$$H_0 : F(x) = N(\mu, \sigma) \quad (6.2)$$

para todos os valores da variável  $X$  (ou seja a função de distribuição da população da qual provém a amostra segue uma distribuição normal, cujos respectivos parâmetros  $\mu$  - média, e  $\sigma$  - desvio-padrão, foram estimados neste caso a partir dos valores da amostra), e:

$$H_1 : F(x) \neq N(\mu, \sigma), \text{ para algum valor da variável } X \quad (6.3)$$

Uma vez que os parâmetros da distribuição normal foram estimados a partir da amostra, não se conhecendo os parâmetros relativos à população, utilizou-se o teste de *Kolmogorov-Smirnov* com a correcção de *Lilliefors*, para um nível de significância ( $p$ ) de 0,05, e não apenas o teste de *Kolmogorov-Smirnov*. Assim, quando se obtém um nível de significância no teste inferior a 0,05 rejeita-se a hipótese nula.

A estatística de teste,  $D$ , corresponde ao máximo da diferença em valor absoluto entre a curva de frequência relativas acumulada dos dados,  $S(x)$ , e a função de distribuição teórica em hipótese,  $F_0(x)$ , ou seja:

$$ET = D = \text{Máximo} | S(x) - F_0(x) | \quad (6.4)$$

## ii) Análise estatística bivariada

### **Análise de variância a um factor (One-Way Anova)**

Com o objectivo de testar a influência entre as variáveis de consumo (variáveis numéricas) e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água categoriais, adoptou-se o seguinte procedimento. Efectuou-se uma análise de variância a um factor, também designada (*One-Way Anova*) para verificar qual o efeito da variável independente, de natureza categorial ou qualitativa (factor), numa variável dependente, cuja natureza é quantitativa.

A questão central neste tipo de análise consiste em saber se as populações têm ou não médias iguais. Constitui uma extensão do teste  $t$  (os testes  $t$  permitem testar hipóteses sobre médias de uma variável quantitativa, formados a partir de uma variável qualitativa), pois aplica-se não só quando o factor tem duas categorias, como quando tem mais do que duas, razão pela qual se adoptou sempre esta estatística independente do número de categorias da variável independente.

Na análise de variância a um factor as hipóteses nula,  $H_0$ , e alternativa,  $H_1$ , foram formuladas do seguinte modo:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu \quad (6.5)$$

$H_1$  : nem todos os  $\mu_i$  são iguais.

Pelo que basta que exista pelo menos um grupo com média diferente das restantes, para que não se verifique a hipótese nula.

De acordo com esta análise, sendo  $X_{ij}$  a observação  $j$  do grupo  $i$ , o modelo é dado por:

$$x_{ij} = \bar{X}_{global} + (\bar{X}_i - \bar{X}_{global}) + E_{ij} \quad (6.6)$$

Sendo  $\bar{X}_{global}$  = à média global da população;  $\bar{X}_i$  = a média do grupo  $i$ ;  $(\bar{X}_i - \bar{X}_{global})$  = efeito do grupo  $i$ , dado pela diferença entre a média desse grupo e a média global;  $E_{ij}$  = erro aleatório, que se assume ter distribuição normal e variância constante  $\sigma^2$ .

A equação (6.7) pode ser expressa em termos da variação total de cada observação (desvios em relação à média global):

$$x_{ij} - \bar{X}_{global} = (\bar{X}_i - \bar{X}_{global}) + E_{ij} \quad (6.7)$$

Para todas as observações pode ser escrita como:

$$\underbrace{\sum_i^k \sum_j^N (x_{ij} - \bar{X}_{global})^2}_{\text{Variação total}} = \underbrace{\sum_i^k n_i (\bar{X}_i - \bar{X}_{global})^2}_{\text{Variação entre grupos}} + \underbrace{\sum_i^k \sum_j^N (x_{ij} - \bar{X}_i)^2}_{\text{Variação dentro dos grupos}} \quad (6.8)$$

Sendo  $n_i$  o número de elementos do grupo  $i$ .

A estatística utilizada, para testar  $H_0$ , é dada por um quociente que inclui a variação entre os  $k$  grupos e a variação dentro de cada grupo, ou seja testar a igualdade das médias requer um teste sobre a igualdade das duas variações (uma entre grupos e outra dentro dos grupos). Para tal, o procedimento adoptado é o teste  $F$  (teste de Fisher).

Para a estatística de teste utilizada o numerador obtém-se dividindo a variação entre grupos pelos correspondentes graus de liberdade ( $k - 1$ ), enquanto que o denominador obtém-se dividindo a variação dentro de cada grupo pelos respectivos graus de liberdade ( $N - k$ ).

$$ET = \frac{SS_A / (k - 1)}{SS_E / (N - k)} = \frac{MS_A}{MS_E} \quad (6.9)$$

Se  $H_0$  verdadeira, a estatística de teste  $ET \sim F(k-1 ; N-k)$

Os testes foram realizados para um nível de significância de 0,05.

Antes da análise dos resultados verificaram-se os seguintes pressupostos para aplicação do teste  $F$  (teste de Fisher) da *One-Way Anova* relativas aos erros:

- normalidade da sua distribuição;
- independência entre observações.
- homogeneidade da sua variância;

Relativamente à verificação da normalidade, o facto da amostra ser de uma dimensão considerável (correspondente a 95 clientes inquiridos) faz com que o não cumprimento desta condição nalguns casos não seja relevante em termos da aceitação da hipótese nula (Guimarães e Sarsfield Cabral, 1999; Pestana e Gageiro, 2003).

Relativamente à independência entre observações, uma vez que a amostra de clientes inquiridos é aleatória, a independência dos erros está assegurada.

No que se refere à homogeneidade da variância dos erros, esta só se torna importante quando as dimensões das amostras entre grupos forem muito distintas entre si, o que acontece em algumas variáveis sócio-demográficas categoriais analisadas no estudo (e.g., sector de actividade, período de lavagem de roupa, período de lavagem de loiça, período de férias).

Assim, para verificar a homogeneidade da variância, utilizou-se o teste de *Levene*, em que a hipótese nula ( $H_0$ ), tem por base a igualdade das variâncias entre grupos e cuja estatística de teste é a seguinte:

$$ET = \frac{N - k}{k - 1} \cdot \frac{\sum_{j=1}^k n_j (\bar{Z}_j - \bar{Z})^2}{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (Z_{ij} - \bar{Z}_j)^2} \quad (6.10)$$

sendo  $Z_{ij} = |x_{ij} - \bar{X}_j|$ ;  $\bar{Z}_j = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} Z_{ij}$  a média dos  $Z_{ij}$  na amostra  $j$  e  $\bar{Z} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} Z_{ij}$  a média global dos  $Z_{ij}$ .

Se  $H_0$  verdadeira, a estatística de teste  $ET \sim F(k-1; N-k)$

Os testes foram realizados para um nível de significância de 0,05.

Nos casos em que a hipótese nula for aceite, adoptou-se o teste de comparação múltipla (*post hoc* ou *a posteriori*) de *Scheffé*, para se conhecer quais os grupos que diferiam entre si. Este teste assume como hipótese nula a igualdade entre as médias dos diferentes grupos, tem por base a homogeneidade da variância e pode ser utilizado quando a dimensão da amostra entre grupos é diferente entre si. Neste teste, a hipótese nula é rejeitada se:

$$|\bar{X}_i - \bar{X}_j| \geq \sqrt{(k-1)F_{(1-\alpha)}} \cdot \sqrt{MS_E \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} \quad (6.11)$$

onde  $F_{(1-\alpha)}$  é o quantil de probabilidade  $(1-\alpha)$  da distribuição  $F_{N-k}^{k-1}$ , isto é,  $P(F_{N-k}^{k-1} \leq F_{(1-\alpha)}) = 1 - \alpha$

Nos casos em que não foi verificada a homogeneidade da variância utilizou-se o teste de *Games-Howell* para se conhecer quais os grupos que diferiam entre si.

### **Análise de correlações**

Com o objectivo de analisar em que medida é que as variáveis de consumo (sub-capítulo 5.2 ) são proporcionais (inversa ou directamente) às variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água (sub-capítulo 5.3 ), procedeu-se à construção e análise de matrizes de correlação.

O grau de relacionamento linear entre duas variáveis foi estimado através do coeficiente de correlação amostral ou de *Pearson* ( $r$ ), que se obtém dividindo a covariância amostral pelo produto dos desvios-padrão das duas variáveis em causa, obtendo-se assim uma medida adimensional compreendida entre -1.0 e 1.0, que permite comparar duas variáveis medidas em unidade ou escalas diferentes. Com o objectivo de se identificarem possíveis relações entre as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água, obteve-se também a matriz de correlações para as variáveis extraídas do inquérito.

O grau de relacionamento linear entre duas variáveis X e Y é dado por:

$$r_{XY} = \frac{C_{XY}}{\sigma_X \cdot \sigma_Y} = \frac{\frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^N (x_n - \bar{x}) \cdot (y_n - \bar{y})}{\sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^N (x_n - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^N (y_n - \bar{y})^2}} \quad (6.12)$$

Se o coeficiente de correlação ( $r$ ) for negativo, verifica-se que as variáveis são inversamente proporcionais, enquanto que se for positivo, as variáveis são directamente proporcionais.

O coeficiente de correlação de *Pearson* assume que os dados provêm de duas populações normais, e que existe uma relação linear entre as duas variáveis (Pestana e Gageiro, 2003). De acordo com estes autores a violação da normalidade pouco afecta o erro do tipo I (*i.e.*, consiste em rejeitar uma hipótese nula que é verdadeira) e a potência do teste, especialmente em grandes amostras. Pestana e Gageiro (2003) referem que a dimensão mínima de uma amostra quando se pretende calcular o coeficiente de correlação de *Pearson* deve ser de 30 elementos para um nível de significância  $p$  inferior a 0,05. Deste modo, as matrizes de correlação foram calculadas tendo por base o coeficiente de correlação de *Pearson*, para as variáveis de consumo numéricas e para as variáveis sócio-demográficas e relativa aos hábitos de consumo e de poupança de água numéricas e ordinais.

De forma a maximizar a dimensão da amostra para o estabelecimento do coeficiente de correlação de *Pearson*, entre as variáveis de consumo e as sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água, e tendo presente a existência de não respostas, as matrizes de

correlação foram construídas atendendo a cada par de casos e não foram criadas com todas as variáveis independentes em simultâneo.

No entanto, as relações existentes entre as variáveis sócio-demográficas e relativa aos hábitos de consumo e de poupança de água, podem sobrevalorizar os valores de correlação com as variáveis de consumo. Por exemplo, o facto do consumo poder aumentar com o piso pode dever-se ao facto das tipologias maiores se encontrarem nos pisos mais elevados. Se for calculada nova correlação entre o consumo e o piso, retirando o efeito da tipologia através da correlação parcial, pode verificar-se se esta variável influencia a correlação inicialmente obtida.

Na análise de correlação parcial, os valores da variável dependente Y e da variável independente X são “ajustados”, tendo em conta os valores correspondentes da variável de controlo Z, isto é, retirando o efeito de Z sobre as duas primeiras de acordo com a seguinte expressão:

$$r_{XY|Z} = \frac{r_{XY} - r_{XZ} \cdot r_{YZ}}{\sqrt{(1 - r_{XZ}^2)} \cdot \sqrt{(1 - r_{YZ}^2)}} \quad (6.13)$$

No sub-capítulo 6.3.2 apresenta-se a matriz de correlações para as variáveis sócio-demográficas e relativa aos hábitos de consumo e de poupança de água. Do mesmo modo, apresenta-se no sub-capítulo 6.4.2 a matriz de correlação entre as variáveis de consumo e as variáveis sócio-demográficas e relativa aos hábitos de consumo e de poupança de água.



## 6.3 Análise estatística univariada

### 6.3.1 Análise de dados de consumo

#### 6.3.1.1 Análise do consumo mensal

Apresenta-se na Figura 6.3 a variação do consumo mensal por cliente obtido a partir das leituras manuais fornecidas pela EPAL, S.A. (ver sub-capítulo 3.5 ). Uma vez que as leituras manuais não foram efectuadas no mesmo instante de tempo, o número de dias referente ao consumo mensal varia de cliente para cliente tendo havido necessidade de uniformizar o período entre leituras (ver sub-capítulo 4.2 ). Para tal, foi contabilizado o número de dias em que foram efectuadas leituras para cada um dos clientes, dividindo-se, de seguida, o volume registado pelo número de dias de leitura. Seguidamente, procedeu-se à multiplicação destes novos consumos “adimensionados” pelo número de dias correspondentes a cada um dos meses do ano.

Na Figura 6.3 representam-se as estatísticas relativas ao consumo por cliente (média, mediana, quartil 25 e quartil 75), assim como a distribuição dos escalões de consumo ao longo do ano. Estes escalões de consumo representam o consumo médio dos clientes da amostra de 240 clientes, em cada um dos escalões analisados (*i.e.*, 1º escalão - até 5 m<sup>3</sup>/30 dias; 2º escalão - de 6 a 20 m<sup>3</sup>/30 dias; 3º escalão - mais de 20 m<sup>3</sup>/30 dias), verificando-se:

- um menor consumo nos meses de Fevereiro e Abril (note-se que nestas meses ocorreram períodos festivos associados ao Carnaval e à Páscoa, respectivamente);
- o consumo diminui significativamente no trimestre de Verão (*i.e.*, Junho, Julho e Agosto), sendo mínimo em Agosto, o que indica que os clientes fazem férias fora de casa;
- o consumo é relativamente estável e constante entre Setembro e Dezembro. Este facto aliado à maior estabilidade dos registos de telemetria durante este período conduziram a que se tivesse seleccionado este período para análise dos registos obtidos por telemetria (sub-capítulo 4.2.1 );
- em termos do consumo por escalão, verifica-se uma predominância do consumo no 2º escalão (de 5 m<sup>3</sup> a 20 m<sup>3</sup>), excepto nos meses de Junho e Agosto, em que predomina o consumo no 1º escalão (<5 m<sup>3</sup>). O consumo no 3º escalão, embora reduzido, apresenta um comportamento praticamente constante ao longo do ano.

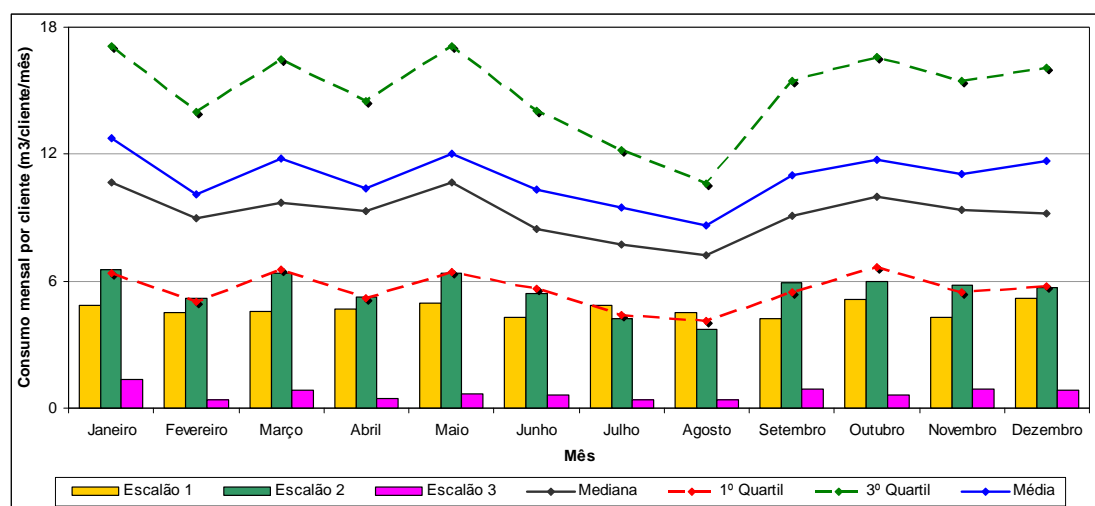


Figura 6.3 – Variação do consumo mensal por cliente e da sua distribuição por escalão médio de consumo ao longo do ano.

Na Figura 6.4 apresenta-se o peso médio anual do consumo em cada escalão para a totalidade dos clientes, isto é, para os 240 clientes residentes no complexo de edifícios *Twin-Towers*.

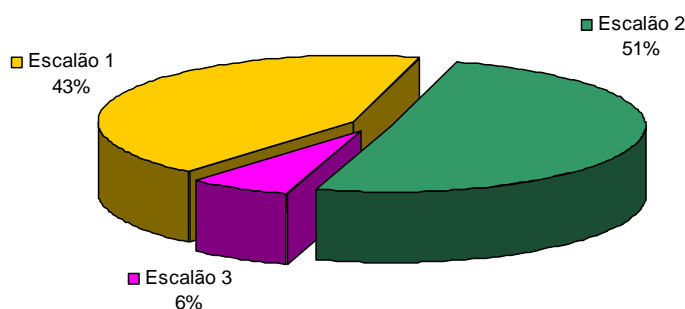


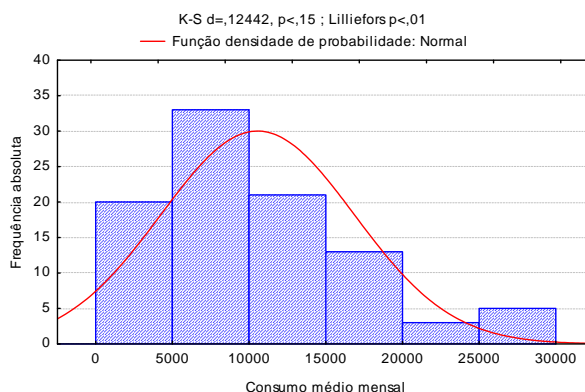
Figura 6.4 – Distribuição do consumo médio anual por escalão.

No Quadro 6.1 apresentam-se os valores das principais estatísticas relativas ao consumo mensal por cliente. O consumo mensal por cliente apresenta uma mediana de 9310,3 l/cliente/mês, tendo-se obtido um máximo de 28781,2 l/cliente/mês, e um mínimo de 2496,1 l/cliente/mês. O coeficiente de variação, para esta variável é de 0,60, indicativo da existência de desvios significativos em relação à média. Em relação ao coeficiente de assimetria, este apresenta um valor de assimetria positivo e igual a 1,0 mostrando que os valores mais elevados do consumo mensal apresentam uma maior dispersão (cf. Quadro 6.1).

Quadro 6.1 - Análise estatística do consumo mensal por cliente.

Dimensão da amostra	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio-padrão	Coef. de assimetria	Coef. de variação
	(l/cliente/mês)	(l/cliente/mês)	(l/cliente/mês)	(l/cliente/mês)	(l/cliente/mês)	(-)	(-)
95	10551,7	9310,3	2496,1	28781,2	6314,2	1,0	0,60

Na Figura 6.5 é apresentado um histograma de frequências absolutas para o consumo mensal. Na avaliação da qualidade do ajustamento à distribuição normal através do teste de *Kolmogorov-Smirnov* com a correcção de *Lilliefors* verifica-se que o consumo mensal não segue a distribuição normal dado que o nível de significância  $p$  deveria ser superior a 0,05 para que a amostra se ajustasse à distribuição normal.



**Figura 6.5 – Histograma de frequência absoluta para o consumo mensal.**

#### **6.3.1.2 Análise do consumo para dias úteis, sábados e domingos**

Neste sub-capítulo são apresentados os resultados mais importantes da análise de dados de consumo para os dias úteis, sábados e domingos para diferentes grupos de clientes:

- para a totalidade dos clientes (240 clientes);
- para os clientes inquiridos (95 clientes);
- para os clientes associados a consumos extremos;
- para o impacto da actualização do número de residentes.

##### **i) Totalidade dos clientes**

Nos Quadros V.1 e V.2 do Anexo V apresenta-se as estatísticas de consumo, em termos de consumo por cliente e de capitação, para os dias úteis, sábado e domingo, para a totalidade dos clientes estudados inicialmente. Comparativamente com os Quadros 6.2 e 6.3, verifica-se que o comportamento dos 240 clientes estudados inicialmente é muito semelhante ao obtido para os 95 clientes inquiridos, em termos do consumo para os diferentes períodos, facto que é indicativo da representatividade dos clientes inquiridos.

Por exemplo, verifica-se que a média das medianas do consumo por cliente apresenta um valor de 379,4 l/cliente/dia, para a globalidade da amostra (*cf.* Quadro V.1), e uma média das medianas de 365,2 l/cliente/dia para os clientes inquiridos (*cf.* Quadro 6.2). Este comportamento é o mesmo para as restantes estatísticas, sendo que a totalidade da amostra de clientes apresenta valores um pouco mais elevados do que os valores para as estatísticas dos clientes inquiridos.

**ii) Clientes inquiridos**

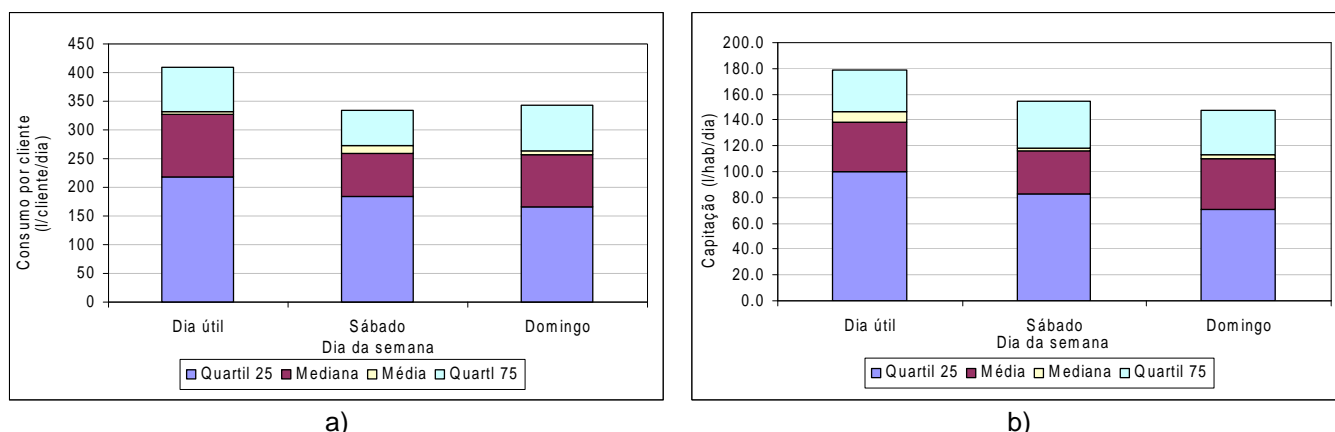
De acordo com a Figura 6.6 e com os Quadros 6.2 e 6.3 verifica-se que o consumo é máximo nos dias úteis, tendo-se obtido um consumo por cliente de 328,0 l/cliente/dia e uma capitação de 138,6 l/hab/dia (valores da mediana das medianas) para os 95 clientes inquiridos. Embora a diferença entre o consumo ao sábado e ao domingo não seja significativa, o consumo é mínimo ao domingo, tendo-se obtido 257,5 l/cliente/dia e uma capitação de 109,7 l/hab/dia (valores da mediana das medianas).

De acordo com os Quadros 6.2 e 6.3 verifica-se que o coeficiente de variação é superior a 0,5 para todas as variáveis estatísticas consideradas, o que é indicativo de um desvio significativo em relação à média. Verifica-se, para os clientes inquiridos (Quadros 6.2 e 6.3), que o coeficiente de variação é tendencialmente menor nas estatísticas da capitação do que nas estatísticas de consumo por cliente, uma vez que ao consumo por cliente está associado uma incerteza em relação ao número de habitantes e que é eliminada quando se calculam capitações. Para a globalidade dos clientes (Quadros V.1 e V.2 do Anexo V), verifica-se o oposto, isto é, o coeficiente de variação é tendencialmente maior nas estatísticas da capitação do que nas estatísticas de consumo por cliente. Isto deve-se à incerteza em relação ao número de habitantes da amostra inicial.

Em termos do coeficiente de assimetria, este é positivo e, em geral, superior no caso das estatísticas de extremos (máximo e mínimo), indicativo de uma maior dispersão nos valores mais elevados destas estatísticas. Verifica-se, também, que o coeficiente de assimetria é superior no caso das variáveis estatísticas relativas à capitação (cf. Quadros 6.2 e 6.3 e Quadros V.1 e V.2 do Anexo V).

Nas Figuras 6.7 e 6.8 são apresentados histogramas de frequências absolutas para as variáveis média, mediana, mínimo e máximo relativamente ao consumo por cliente e à capitação, para os dias úteis. Avalia-se, também, a qualidade do ajustamento à distribuição normal através do teste de *Kolmogorov-Smirnov* com a correcção de *Lilliefors*, uma vez que a média e o desvio padrão foram calculados a partir da amostra fornecida.

Na avaliação da qualidade do ajustamento à distribuição normal através do teste de *Kolmogorov-Smirnov* com a correcção de *Lilliefors*, verifica-se que apenas o máximo do consumo por cliente ao domingo segue a distribuição normal ( $p > 0.05$  de acordo com a correcção de *Lilliefors*) (cf. Figura V.2 do Anexo V). Os histogramas correspondentes à análise dos consumos nos sábados e domingos são apresentados, respectivamente, nas Figuras V.1 e V.3 e nas Figuras V.2 e V.4, no Anexo V.



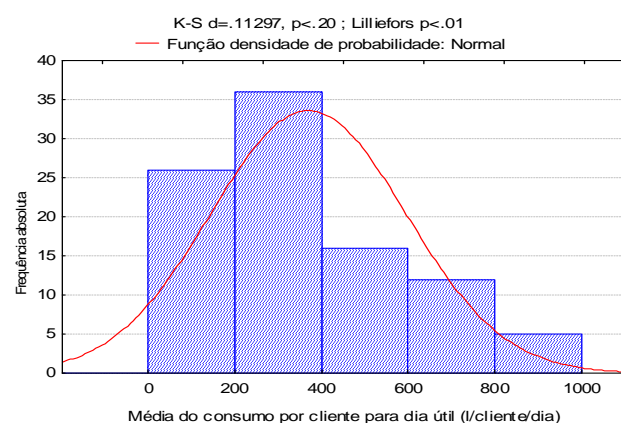
a) b)  
**Figura 6.6 – Variação semanal: a) do consumo por cliente, b) da capitação.**

**Quadro 6.2 - Análise estatística do consumo por cliente para os dias úteis, sábados e domingos para os clientes inquiridos.**

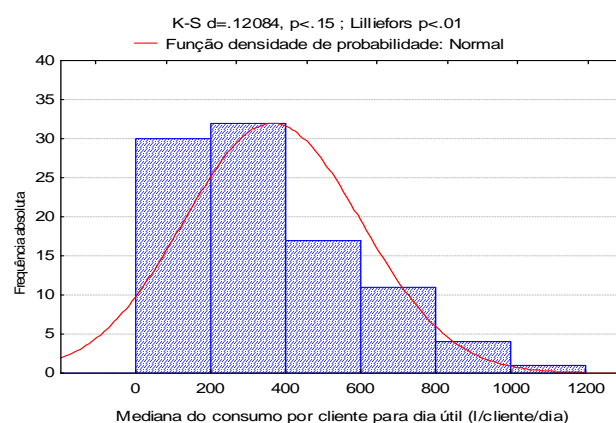
		Dimensão da amostra	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio-padrão	Coef. de assimetria	Coef. de variação
			(l/cliente/dia)	(l/cliente/dia)	(l/cliente/dia)	(l/cliente/dia)	(l/cliente/dia)	(-)	(-)
Consumo por cliente - Dias úteis	Média	95	369,8	332,0	67,1	943,1	225,8	0,8	0,61
	Mediana	95	365,2	328,0	7,0	1005,0	237,3	0,8	0,65
	Quartil 25	95	264,1	219,0	0,0	818,5	210,1	0,9	0,80
	Quartil 75	95	463,1	408,0	92,0	1170,0	265,7	0,7	0,57
	Máximo	95	920,2	740,0	253,0	3522,0	622,2	1,8	0,68
	Mínimo	95	36,6	0,0	0,0	284,0	73,1	2,2	2,00
Consumo por cliente - Sábados	Média	95	321,2	273,5	46,3	880,7	211,8	0,9	0,66
	Mediana	95	319,8	258,0	13,0	905,0	226,3	0,8	0,71
	Quartil 25	95	231,4	185,0	0,0	754,3	200,2	1,0	0,87
	Quartil 75	95	392,7	335,0	31,0	1216,0	249,9	0,9	0,64
	Máximo	95	583,4	511,0	114,0	1541,0	310,7	0,9	0,53
	Mínimo	95	102,0	36,0	0,0	636,5	159,4	2,0	1,56
Consumo por cliente - Domingos	Média	95	280,6	263,3	2,9	759,5	173,0	0,8	0,62
	Mediana	95	277,1	257,5	0,0	824,7	188,4	0,8	0,68
	Quartil 25	95	190,3	167,0	0,0	656,0	164,0	1,0	0,86
	Quartil 75	95	359,2	343,0	0,0	1005,0	206,5	0,7	0,57
	Máximo	95	541,1	506,0	31,3	1236,0	270,6	0,4	0,50
	Mínimo	95	70,0	3,0	0,0	566,0	120,0	2,3	1,71

**Quadro 6.3 - Análise estatística da capitação para os dias úteis, sábados e domingos para os clientes inquiridos.**

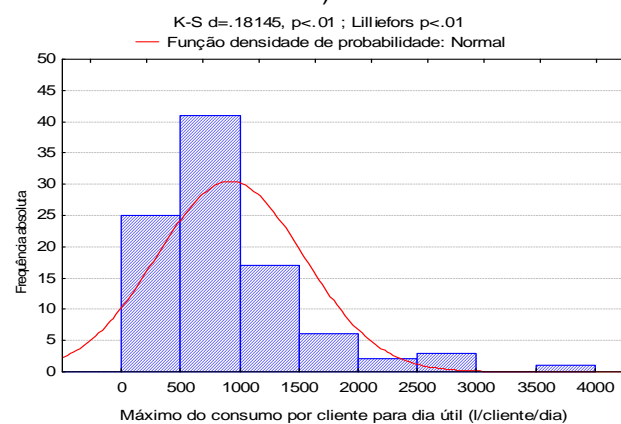
		Dimensão da amostra	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio-padrão	Coef. de assimetria	Coef. de variação
			(l/cliente/dia)	(l/cliente/dia)	(l/cliente/dia)	(l/cliente/dia)	(l/cliente/dia)	(-)	(-)
Capitação - Dias úteis	Média	95	162,1	146,5	38,5	536,7	88,0	2,3	0,54
	Mediana	95	157,8	138,6	7,0	565,0	92,6	2,2	0,59
	Quartil 25	95	108,2	99,5	0,0	342,5	70,7	1,0	0,65
	Quartil 75	95	207,2	179,0	46,0	707,5	114,4	2,5	0,55
	Máximo	95	427,2	362,0	126,5	1930,0	290,8	2,7	0,68
	Mínimo	95	12,7	0,0	0,0	91,0	24,1	1,9	1,90
Capitação - Sábados	Média	95	141,5	118,0	23,1	462,6	84,3	1,6	0,60
	Mediana	95	138,7	116,5	6,5	527,0	92,4	1,8	0,67
	Quartil 25	95	96,2	83,0	0,0	407,0	77,6	1,2	0,81
	Quartil 75	95	175,7	154,3	15,5	630,0	107,8	1,9	0,61
	Máximo	95	277,1	230,3	57,0	900,0	164,0	1,8	0,59
	Mínimo	95	36,4	14,0	0,0	180,0	48,4	1,4	1,33
Capitação - Domingos	Média	95	128,2	113,2	3,6	373,4	75,4	1,1	0,59
	Mediana	95	124,6	109,7	0,0	390,0	81,7	0,9	0,66
	Quartil 25	95	80,1	70,3	0,0	297,3	65,2	1,1	0,81
	Quartil 75	95	168,9	147,2	0,0	510,5	98,9	1,2	0,59
	Máximo	95	269,1	235,0	47,0	965,0	162,6	2,0	0,60
	Mínimo	95	24,2	1,5	0,0	185,0	40,3	2,1	1,66



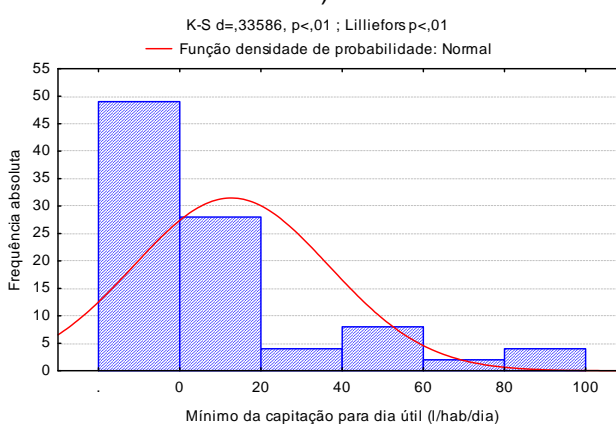
a)



b)

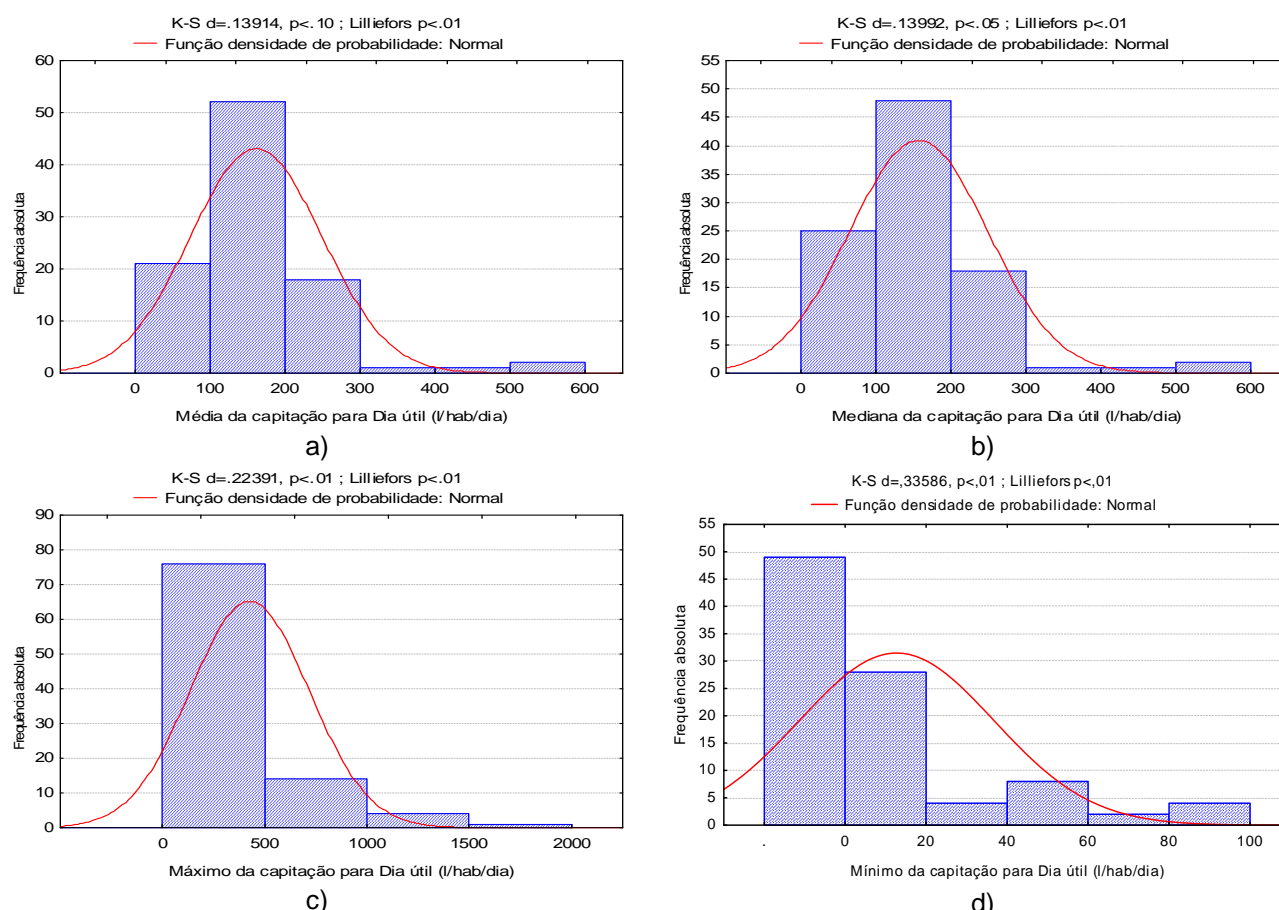


c)



d)

**Figura 6.7 – Histogramas de frequências absolutas do consumo por cliente para os dias úteis, para os clientes inquiridos: a) média, b) mediana, c) máximo, d) mínimo.**



**Figura 6.8 - Histogramas de frequências absolutas da capitação para os dias úteis, para os clientes inquiridos: a) média, b) mediana, c) máximo, d) mínimo.**

### iii) Clientes associados a consumos extremos

Nos Quadros 6.4 e 6.5 caracterizam-se os clientes cujo valor da mediana da capitação para os dias úteis entre Setembro e Novembro é inferior a 80 l/hab/dia ou superior a 250 l/hab/dia, de forma a melhor caracterizar o comportamento dos clientes associados a consumos extremos. No que se refere aos clientes com capitação inferior a 80 l/hab/dia, verifica-se que estes se caracterizam por um número significativo de dias úteis com consumo nulo, indicativo de períodos de ausência, e correspondendo, também, nalguns casos a clientes com idade média do agregado familiar elevada. No que se refere aos clientes cuja capitação é superior a 250 l/hab/dia, verifica-se que estes correspondem na maioria dos casos a clientes com um único residente. Este facto poderá indicar a existência de outros consumidores para além dos habitantes indicados ou a utilização do alojamento para outros fins não exclusivamente domésticos (e.g., consultório).

**Quadro 6.4 - Clientes cujo valor da mediana da capitação, para os dias úteis, é inferior a 80 l/hab/dia.**

N.º	N.º de cliente	consumo por cliente (l/cliente/dia)		capitação (l/hab/dia)		N.º de dias com consumo nulo	Tipologia do alojamento	N.º de residentes	Idade média
		mediana	quartil 25	mediana	quartil 25				
1	4072478	7,0	0,0	7,0	0,0	25	T1	1	25
2	4072352	44,0	8,0	22,0	4,0	12	T1	2	62
3	4072765	54,0	41,5	27,0	20,8	3	T3	2	41,5
4	4072722	228,0	135,5	57,0	33,9	4	T2	4	37,8
5	4184982	123,0	55,5	61,5	27,8	7	T3	2	65
6	4072789	129,0	78,5	64,5	39,3	2	T2	2	49
7	4072780	195,0	144,0	65,0	48,0	0	T3	3	31,7
8	4072760	206,0	108,5	68,7	36,2	9	T3	3	24
9	4072749	75,0	28,5	75,0	28,5	11	T2	1	31
10	4184901	151,0	21,5	75,5	10,8	16	T2	2	50
11	4072376	79,0	49,5	79,0	49,5	7	T1	1	32

**Quadro 6.5 - Clientes cujo valor da mediana da capitação, para os dias úteis, é superior a 250 l/hab/dia.**

N.º	N.º de cliente	consumo por cliente (l/cliente/dia)		capitação (l/hab/dia)		N.º de dias com consumo nulo	Tipologia do alojamento	N.º de residentes	Idade média
		mediana	máximo	mediana	máximo				
1	4184911	565	1930	565	1930	2	T2	1	40
2	4072720	546	1404	546	1404	0	T2	1	34
3	4072730	480,5	1108	480,5	1108	1	T3	1	32
4	4072344	363	803	363	803	2	T1	1	37
5	4184919	547	2515	273,5	1257,5	0	T3	2	24
6	4184958	534	1483	267	741,5	17	T5	2	41,5
7	4072771	252	768	252	768	1	T2	1	48

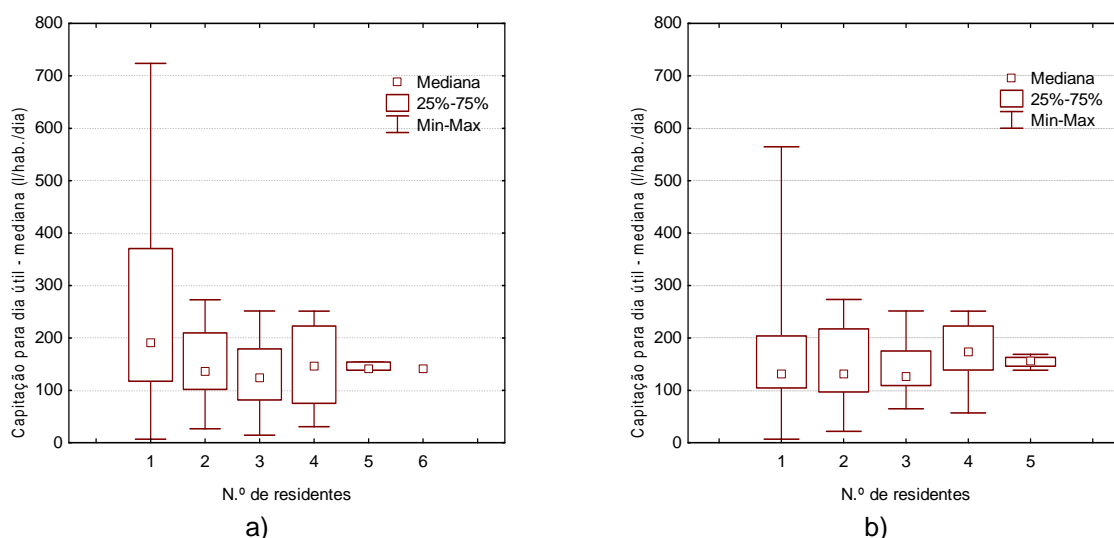
**iv) Impacto da actualização do número de residentes**

Tendo por base a actualização efectuada a partir do inquérito realizado, no que se refere ao número de residentes, pretende-se avaliar o seu efeito ao nível das estatísticas de capitação para os dias úteis, sábados e domingos construídas a partir dos dados fornecidos pela EPAL, S.A.

De acordo com os Quadros V.3 e V.4 do Anexo V, e a Figura 6.9 verifica-se que a capitação diminuiu com a actualização do número de residentes, tal como se pode observar através das estatísticas média, mediana e máximo. Esta actualização tem um maior impacto no grupo de 1 habitante, verificando-se uma diminuição apreciável na diferença entre o 1º e o 3º quartis (*cf.* Figura 6.9). Em termos de medidas de dispersão, observa-se que há uma diminuição quase generalizada nos valores do desvio-padrão e do coeficiente de variação das diferentes variáveis no caso em que se actualizou o número de residentes. Observa-se também que o coeficiente de assimetria diminui com a actualização do número de habitantes, indicativo de uma redução da dispersão nos valores mais elevados das várias variáveis. Saliente-se a redução acentuada no coeficiente de assimetria para a distribuição do valor mínimo para os sábados, que passou de um valor de 4,7 para um valor de 1,4 (*cf.* Quadros V.3 e V.4 do Anexo V).

Note-se que a comparação foi efectuada para 91 clientes inquiridos e não para 95 clientes porque existiam 4 clientes para os quais inicialmente a EPAL, S.A. não dispunha de informação sobre o número de residentes.





**Figura 6.9 - Variação da captação para os dias úteis com o n.º de residentes, tendo por base: a) o n.º de residentes fornecido pela EPAL, S.A., b) o número de residentes obtido a partir do inquérito.**

### 6.3.1.3 Análise dos factores de ponta mensal e diário

Para a caracterização dos factores de ponta mensal e diário é apresentado no Quadro 6.6 e na Figura 6.10 um conjunto de parâmetros estatísticos. Deste modo, obteve-se uma mediana de 1,3 e de 2,8, respectivamente para os factores de ponta mensal e diário. De acordo com o Quadro 6.6, o factor de ponta mensal apresenta um máximo de 4,3 e um mínimo de 1,1. De forma análoga, o factor de ponta diário apresenta um máximo de 11,2 e um mínimo de 1,5.

Em relação aos coeficientes de assimetria, no caso do factor de ponta mensal, o seu valor é de 3,3 enquanto que para o factor de ponta diário é igual a 2,8. Em ambos os casos a assimetria é positiva, mais acentuada no factor de ponta mensal do que no factor de ponta diário, significando que os valores mais elevados dos factores de ponta apresentam uma maior dispersão.

Em termos de coeficiente de variação, e de acordo com o Quadro 6.6, os seus valores são indicativos da existência de desvios em relação à média, sendo o factor de ponta mensal aquele que apresenta um maior desvio.

**Quadro 6.6 – Análise estatística do factor de ponta mensal e diário.**

	Dimensão da amostra	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio-padrão	Coef. de assimetria	Coef. de variação
		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Factor de ponta mensal	95	1,5	1,3	1,1	4,3	0,5	3,3	0,34
Factor de ponta diário	95	3,0	2,8	1,5	11,2	1,4	2,8	0,45

Na Figura 6.11 são apresentados histogramas de frequências absolutas para o factor de ponta mensal e para o factor de ponta diário. Na avaliação da qualidade do ajustamento à distribuição normal através do teste de *Kolmogorov-Smirnov* com a correcção de *Lilliefors*, verifica-se que nenhum dos factores de ponta segue a distribuição normal ( $p < 0.05$  de acordo com a correcção de *Lilliefors*).

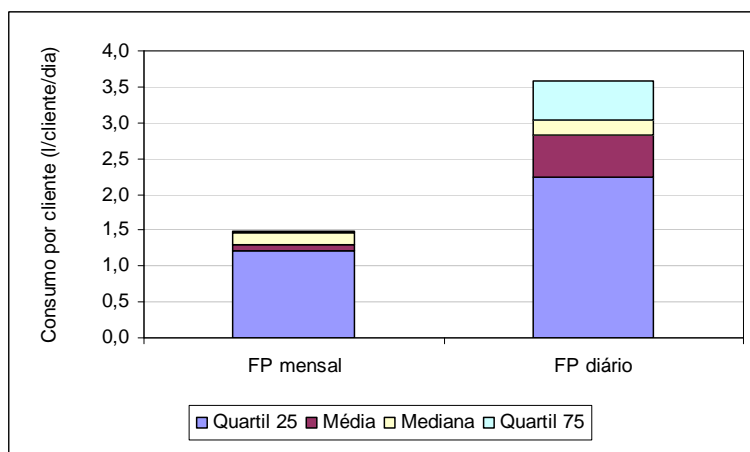


Figura 6.10 – Representação estatística do factor de ponta mensal e diário.

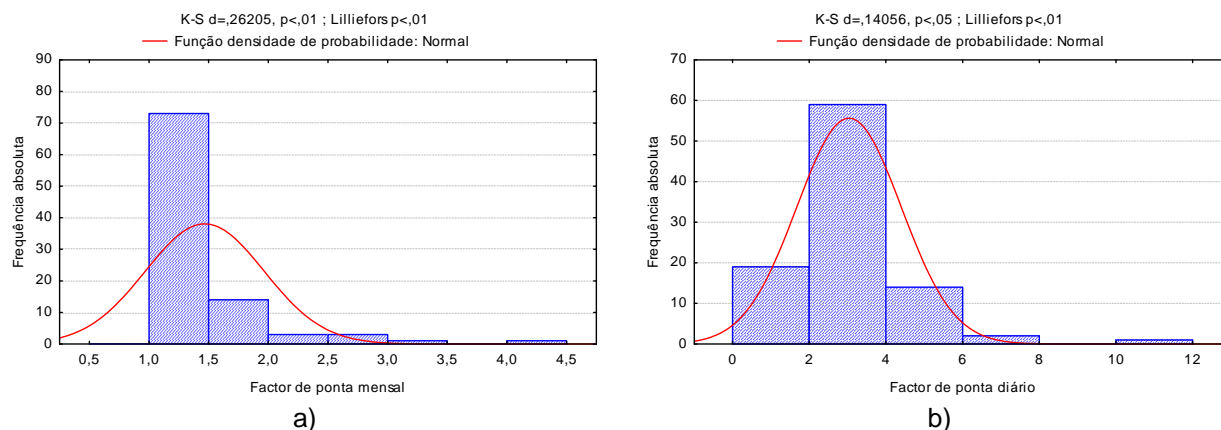


Figura 6.11 – Histogramas de frequência absoluta para: a) factor de ponta mensal, b) factor de ponta diário.

## 6.3.2 Análise dos dados do inquérito

### 6.3.2.1 Análise estatística das variáveis sócio-demográficas

#### i) Alojamento

Em relação ao *Alojamento*, as variáveis numéricas e ordinais consideradas foram o “*n.º do piso*”, o “*diâmetro nominal*” e a “*pressão média*”. A mediana do “*n.º do piso*” é igual a 8, sendo o piso mais baixo o 2º e o mais alto o 25º. O “*diâmetro nominal*” toma valores de 15 e de 20 mm. A “*pressão média*” é de 34,3 m c.a., sendo o seu mínimo de 22 e o máximo de 46 m c.a. (cf. Figura 6.12 b). O número de casos válidos, para esta variável, é de 80 uma vez que são desconhecidas algumas das pressões médias no Edifício IV, como referido em no sub-capítulo 4.3.1 (cf. Quadro 6.7 e Figura 6.12 e Figura IV.1).

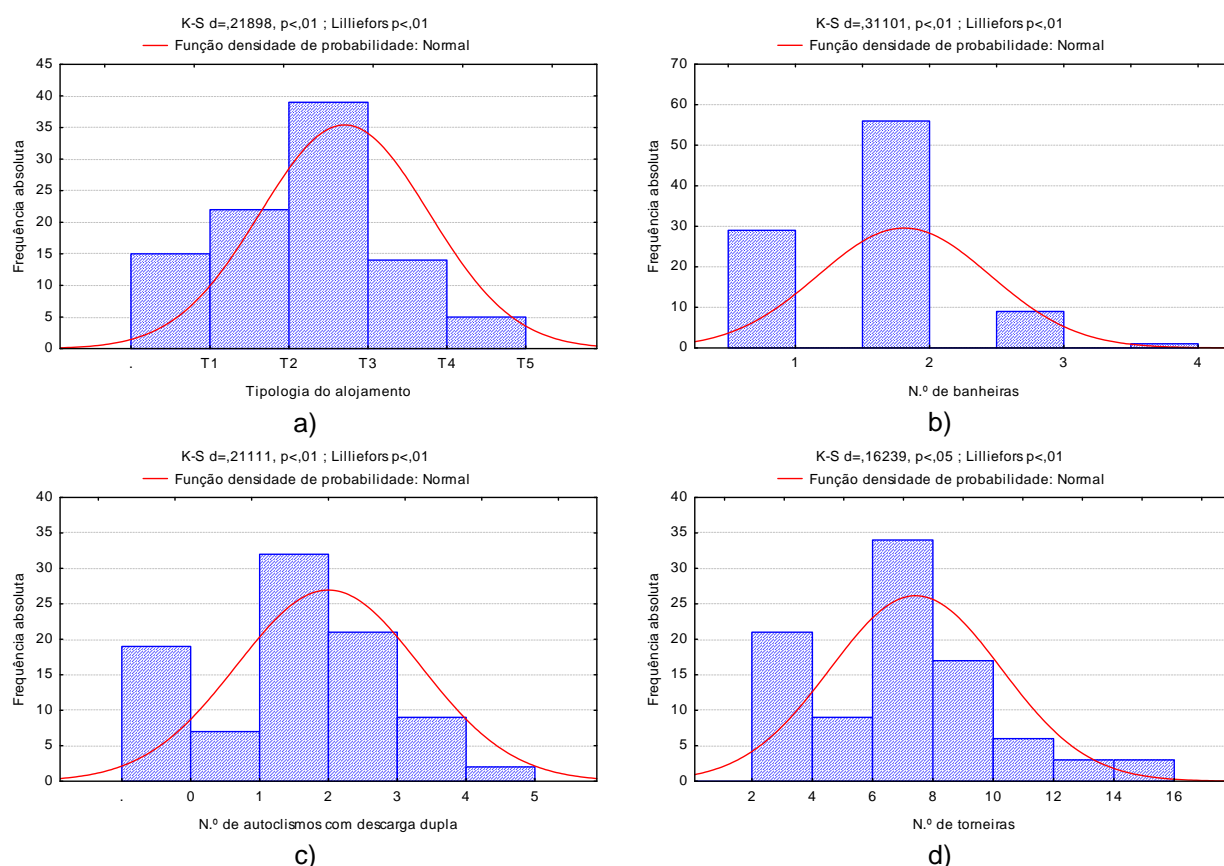
De um modo geral todos os clientes possuem máquina de lavar roupa e de loiça. A mediana do “*n.º de polibans*” é de 1,0, e o máximo de 3. Em relação à variável “*n.º de banheiras*”, a sua mediana é de 2,0, enquanto que o seu máximo é de 4 banheiras. Em termos da variável “*n.º de torneiras*”, existem em média 7,4 por alojamento, sendo o seu mínimo e máximo, respectivamente de 3 e 15 torneiras (cf. Quadro 6.7 e Figura 6.12 e Figura IV.3).

Foram consideradas as variáveis categoriais “*tipologia do alojamento*” e “*tipo de ocupação do alojamento*”. A tipologia predominante é o T3, seguida pela tipologia T2. De um universo de 95 alojamentos, 39 correspondem à tipologia T3 enquanto que 22 correspondem à tipologia T2. Em menor número encontram-se os alojamentos correspondentes à tipologia T1, T2 e T5, respectivamente com 15, 14 e 5 alojamentos (cf. Figura 6.12 a).

A análise da variável “*tipo de ocupação do alojamento*” mostra que a grande maioria dos clientes têm alojamento próprio (91) (cf. Figura IV.1). Foram ainda consideradas as variáveis categoriais “*máquina de lavar loiça e/ou roupa*” e “*n.º de autoclismos com descarga simples*”. A categoria predominante na primeira variável é a presença das duas máquinas, correspondendo a 86 dos casos, sendo que às restantes categorias correspondem os restantes 9 clientes. A outra variável mostra que 71 dos clientes possuem autoclismos com descarga dupla (cf. Figura IV.3).

**Quadro 6.7 – Análise estatística das variáveis numéricas e ordinais do alojamento.**

Variável	N.º válido de casos	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	CV
N.º do piso	95	10,1	8,0	2	25	6,43	0,64
Diâmetro nominal	95	-	-	15	20	-	-
Pressão média	80	34,3	34,0	22	46	6,20	0,18
N.º de máquinas de lavar loiça	95	0,9	1,0	0	1	0,26	0,28
N.º de máquinas de lavar roupa	95	1,0	1,0	0	1	0,14	0,15
N.º de <i>polibans</i>	95	0,2	0,0	0	3	0,54	2,31
N.º de banheiras	95	1,8	2,0	1	4	0,64	0,35
N.º de autoclismos com descarga dupla	90	2,0	2,0	0	5	1,33	0,67
N.º de torneiras	93	7,4	7,0	3	15	2,84	0,38



**Figura 6.12 - Histogramas de frequência absoluta para as variáveis pertencentes à categoria alojamento: a) tipologia do alojamento, b) n.º de banheiras, c) n.º de autoclismos com descarga dupla, d) n.º de torneiras.**

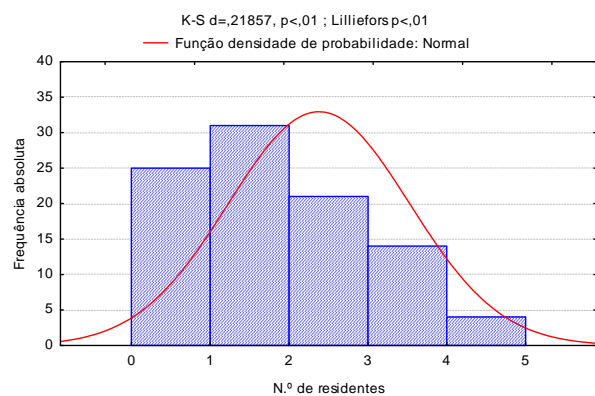
## ii) Agregado familiar

Em relação ao *Agregado familiar*, em média, existem 2,4 residentes por alojamento, sendo o mínimo de 1 e o máximo verificado de 5 residentes por alojamento. A “idade média” dos agregados é de 40 anos, sendo o agregado mais novo de 16 anos e o mais velho de 71 anos. A “escolaridade média” é cerca de 15 anos, o “n.º de horas de empregada” é de 12,6 e o “n.º de dias de empregada” é de 2,3. O “n.º de profissionais activos” varia entre 0 e 4 elementos, e apresenta uma média de 1,5 elementos. Em relação ao “n.º de estudantes”, esta variável tem uma média de 0,5 estudantes e o “n.º de elementos não activos” tem uma média de 0,4 elementos (cf. Quadro 6.8 e Figura 6.13 e Figura IV.2).

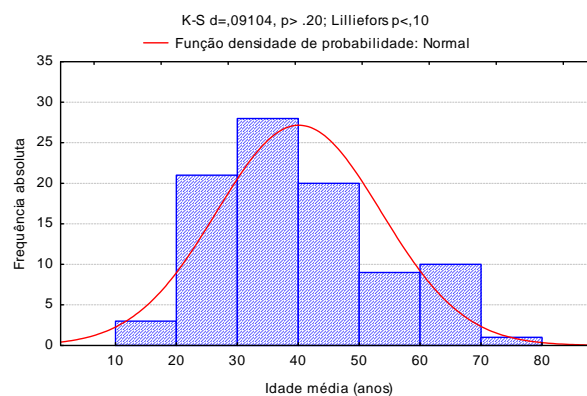
As variáveis categoriais consideradas foram a “*unidade familiar*”, o “*sector de actividade*” e a “*empregada de limpeza*”. A categoria predominante na “*unidade familiar*” são os *casais com filhos*, correspondendo a 46 dos clientes inquiridos. As outras duas categorias, *casais sem filhos* e *pessoas sós* correspondem, a ambas, 23 clientes. A categoria “*sector de actividade*” têm uma predominância no *sector terciário*, ao qual correspondem 75 dos clientes, sendo que ao conjunto das outras categorias correspondem um número muito baixo de clientes. A categoria “*empregada de limpeza*” apresenta 73 de clientes que têm empregada de limpeza, (cf. Figura 6.13 e Figura IV.2).

Quadro 6.8 – Análise estatística das variáveis numéricas e ordinais do agregado familiar.

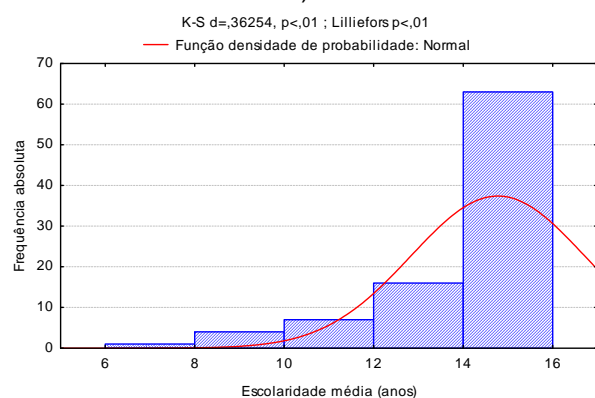
Variável	N.º válido de casos	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	CV
N.º de residentes	95	2,4	2,0	1	5	1,15	0,48
Idade média	92	40,1	37,5	16	71	13,51	0,34
N.º de profissionais activos	93	1,5	1,0	0	4	0,75	0,50
N.º de estudantes	93	0,5	0,0	0	3	0,84	1,56
N.º de elementos não activos	93	0,4	0,0	0	2	0,62	1,70
Escolaridade média	91	14,8	16,0	8	16	1,94	0,13
N.º de horas de empregada	88	12,6	7,0	0	60	14,48	1,15
N.º de dias de empregada	89	2,3	2,0	0	5	2,01	0,88



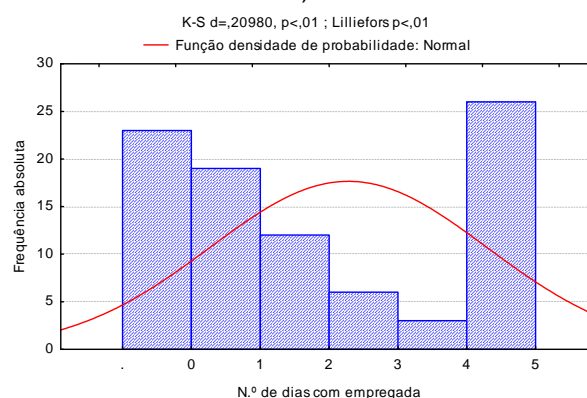
a)



b)



c)



d)

Figura 6.13 - Histogramas de frequência absoluta para as variáveis pertencentes à categoria agregado familiar: a) n.º de residentes, b) idade média, c) escolaridade média, d) n.º de dias de empregada.

### 6.3.2.2 Análise estatística das variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água

#### i) Hábitos domésticos

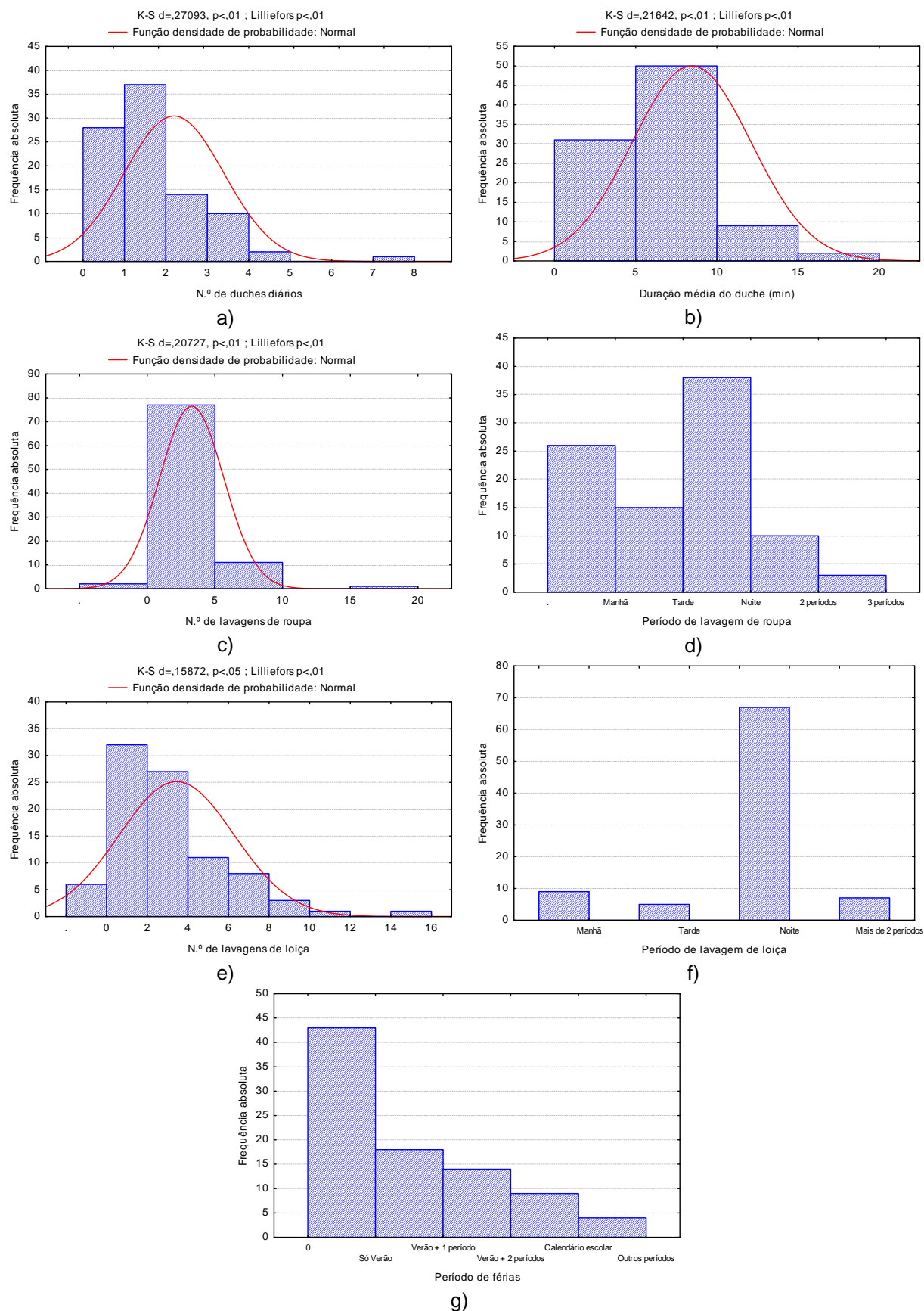
Em relação aos *Hábitos domésticos* a análise estatística mostra que, em média, são tomados 2,2 duches diários, com uma duração de 8,5 minutos por agregado. O “n.º de banhos de imersão/hidromassagem” situa-se nos 0,8 banhos por semana.

Em relação ao hábitos alimentares, são preparados 1,2 almoços por pessoa durante a semana e 0,7 almoços por pessoa ao fim-de-semana. São preparados 2,7 jantares durante a semana, enquanto que ao fim de semana apenas 0,8 jantares. O número médio de lavagens de roupa e loiça são respectivamente 3,3 e 3,5 lavagens. Em termos de “n.º de floreiras”, em média, cada cliente possui cerca de 4 floreiras (cf. Quadro 6.9 e Figura 6.14 e Figura IV.4).

Foram ainda consideradas as variáveis categoriais “período de lavagem de roupa”, “período de lavagem de loiça”, “rega” e o “período de férias”. A variável “período de lavagem de roupa” apresenta dois períodos em que é mais usual fazer a lavagem de roupa: o período da noite e o período da manhã. Em conjunto estes dois períodos representam 79 dos períodos de lavagens de roupa. A variável “período de lavagem de loiça” tem um comportamento bastante diferente, pois existe uma grande predominância do período da noite, representado 67 dos períodos. A variável “rega” tinha sido inicialmente categorizada em: regador, rega automática e não rega. Como o número de clientes que tinha rega automática e de apenas um, optou-se por reagrupar esta variável em: rega e não rega. Em relação ao “período de férias”, verifica-se que cerca de metade dos clientes fazem férias apenas no Verão (cf. Figura 6.14 e Figura IV.4).

**Quadro 6.9 – Análise estatística das variáveis numéricas e ordinais dos hábitos domésticas.**

Variável	N.º válido de casos	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	CV
N.º de duches diário	92	2,2	2,0	1	8	1,21	0,55
Duração média do duche	92	8,5	10,0	3	20	3,67	0,43
N.º de banhos de imersão/hidromassagem	93	0,8	0,0	0	7	1,76	2,19
N.º de almoços por semana	95	1,2	1,0	0	5	1,29	1,05
N.º de jantares por semana	95	2,7	2,5	0	5	1,58	0,59
N.º de almoços ao fim de semana	95	0,7	0,5	0	2	0,67	0,96
N.º de jantares ao fim de semana	95	0,8	0,5	0	2	0,63	0,83
N.º de lavagens de roupa	91	3,3	3,0	0	16	2,37	0,72
N.º de lavagens de loiça	89	3,5	3,0	0	15	2,82	0,82
N.º de floreiras	95	3,4	1,0	0	30	5,48	1,60



**Figura 6.14 - Histogramas de frequência absoluta para as variáveis pertencentes à categoria hábitos domésticos: a) n.º de duchas diárias, b) duração média do duche, c) n.º de lavagens de roupa, d) período de lavagem de roupa, e) n.º de lavagens de loiça, f) período de lavagem de loiça, g) período de férias.**

## ii) Hábitos de poupança de água e energia

As variáveis categoriais consideradas foram a “tarifa bi-horária”, o “ciclo bi-horária” e um conjunto de medidas preconizado pela EPAL, S.A para hábitos de poupança de luz e água (cf. Figura 6.15 e Figura IV. 5).

Em relação à primeira variável, é notório a baixa adesão à tarifa bi-horária, pois verifica-se que apenas 18 clientes respondem positivamente à sua adesão (cf. Figura 6.15 a). Destes clientes que têm tarifa bi-horária, 8 possuem ciclo diário enquanto que 7 possuem ciclo semanal.

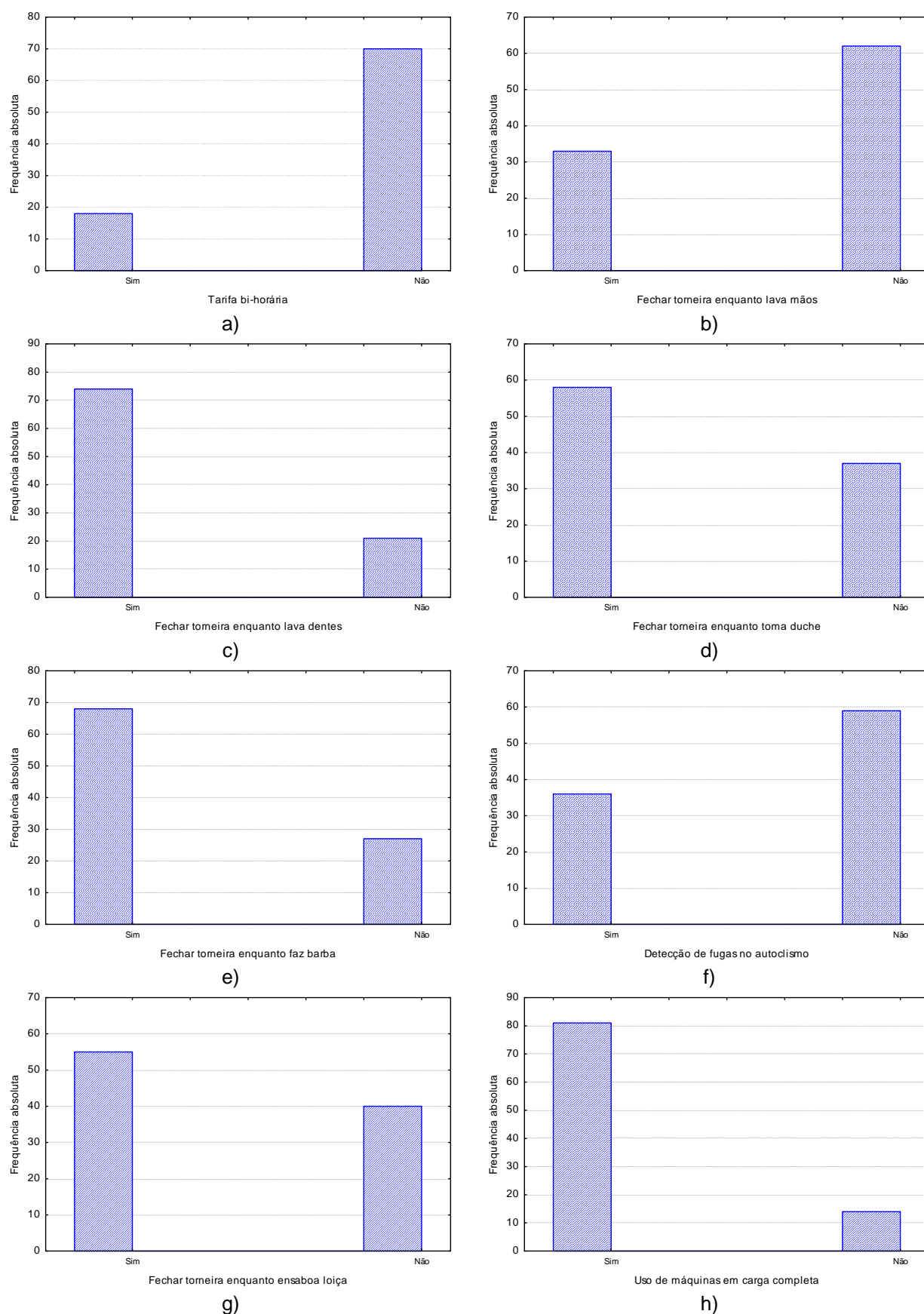
Em relação as medidas preconizadas pela EPAL, S.A., apenas constituem práticas utilizadas pelos clientes as seguintes medidas: fechar a torneira enquanto lava os dentes, fechar a torneira enquanto toma duche, fechar a torneira enquanto faz a barba, fechar a torneira enquanto ensaboia a loiça, e o uso de máquinas em carga completa. Pelo contrário, fechar a torneira enquanto lava as mãos e a detecção de fugas no autoclismo não são práticas correntes entre os clientes do complexo de edifícios das *Twin-Towers* (cf. Figura 6.15).

Neste subgrupo foi considerada a variável “n.º de medidas” preconizadas pela EPAL, S.A. De um total de 7 medidas, os clientes domésticos das Twin-Towers apresentam uma média de 4,3 medidas (cf. Quadro 6.10).

**Quadro 6.10 – Análise estatística das variáveis numéricas e ordinais dos hábitos de poupança de água e energia.**

Variável	N.º válido de casos	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	CV
N.º de medidas	95	4,3	5,00	0	7	1,82	0,43





**Figura 6.15 - Histogramas de frequência absoluta para as variáveis pertencentes à categoria hábitos de poupança de água e energia: a) tarifa bi-horária, e b), c), d), e), f), g), h) medidas de poupança de água preconizadas pela EPAL, S.A.**

### 6.3.2.3 *Análise de correlações entre as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água*

Depois de terem sido estabelecidas, descritas, identificadas e analisadas as variáveis sócio-demográficas utilizadas para a caracterização dos consumo domiciliários, apresenta-se a matriz de correlação entre as variáveis sócio-demográficas e as variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água, a qual foi elaborada tendo em conta as formulações teóricas apresentadas no Capítulo 6.2 .

Assinalou-se a vermelho os valores de correlações superiores a 0,2 e a azul os valores de correlação inferiores a -0,2 (cf. Quadro 6.11). Não foram representadas todas as variáveis que se correlacionavam entre si, mas apenas aquelas que apresentavam um maior número de correlações e uma maior valor de correlação entre si.

De acordo com as correlações entre as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança e água (cf. Quadro 6.11), sintetizam-se as seguintes relações:

- A “*tipologia do alojamento*” está positivamente correlacionada com “*n.º de horas de empregada*” e com o “*n.º do piso*”, pelo que se torna necessário perceber a relação entre a “*tipologia do alojamento*” e o “*n.º do piso*”. Esta relação será avaliada no sub-capítulo 6.4.2 .
- A “*idade média*” está positivamente correlacionada com a “*escolaridade média*” e inversamente correlacionada com o “*n.º de estudantes*”.
- Em relação às variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água, o “*n.º de duches diários*” correlaciona-se positivamente com a “*tipologia do alojamento*”, com o “*n.º de residentes*”, com o “*n.º de profissionais activos*” e com o “*n.º de estudantes*”. Por outro lado, o “*n.º de duches diários*” correlaciona-se negativamente com a “*idade média*” e a “*escolaridade média*”, ou seja, verifica-se um menor “*n.º de duches diários*” à medida que a “*idade média*” e a “*escolaridade média*” do agregado vai aumentando.
- As variáveis “*n.º de lavagens de roupa*” está positivamente correlacionada com o “*n.º de residentes*” do agregado familiar, com o “*n.º de profissionais activos*”, assim como com o “*n.º de dias de empregada*” e com o “*n.º de horas de empregada*”.
- As variáveis “*n.º de jantares por semana*” e “*n.º de almoços ao fim-de-semana*” estão negativamente correlacionadas com o “*n.º de residentes*”.

De salientar que muitas das relações obtidas por correlação entre diferentes variáveis são expectáveis e “óbvias” para uma população, como a em estudo, caracterizada por um nível socio-económico elevado, onde predominam profissionais activos e casais com filhos. Por exemplo, é de esperar que à medida que aumenta a tipologia do alojamento, aumentem também o n.º. de dispositivos instalados ou n.º de habitantes. É de esperar, também, que à medida diminui a idade média num alojamento, aumentam o n.º de jovens e diminua a escolaridade média.

**Quadro 6.11 - Matriz de correlação entre as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água.**

		Variáveis sócio-demográficas																Variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água													
		Alojamento				Agregado familiar								Dispositivos				Hábitos domésticos e Hábitos de poupança de água e energia													
		N.º do piso	Tipologia do alojamento	Pressão média	Diâmetro nominal	N.º de residentes	Idade média	N.º de profissionais activos	N.º de estudantes	Escolaridade média	N.º de horas de empregada	N.º de dias de empregada	N.º de banheiras	N.º de autoclismos com descarga dupla	N.º de torneiras	N.º de duchas diárias	N.º de almoços por semana	N.º de jantares por semana	N.º de almoços ao fim-de-semana	N.º de jantares ao fim-de-semana	N.º de lavagens de roupa	N.º de lavagens de loiça	N.º de Floresiras								
Variáveis sócio-demográficas	Alojamento	N.º do piso	1,00	0,39	-0,07	0,14	0,20	0,06	0,13	0,14	-0,02	0,32	0,39	0,32	0,27	0,45	0,12	0,21	0,01	-0,07	-0,07	0,00	0,16	-0,09							
		N=95	N=80	N=95	N=95	N=95	N=92	N=93	N=93	N=91	N=88	N=89	N=95	N=90	N=93	N=92	N=95	N=95	N=95	N=95	N=95	N=92	N=88	N=95							
		p=---	0,00	0,51	0,18	0,05	0,56	0,21	0,20	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,24	0,05	0,91	0,51	0,51	0,99	0,13	0,39							
		Tipologia do alojamento	0,39	1,00	-0,07	0,67	0,65	0,04	0,39	0,42	-0,19	0,54	0,59	0,66	0,54	0,79	0,43	0,11	-0,15	-0,14	-0,12	0,15	0,14	0,07							
	Pressão média	N=95	N=95	N=80	N=95	N=95	N=92	N=93	N=93	N=91	N=88	N=89	N=95	N=90	N=93	N=92	N=95	N=95	N=95	N=95	N=95	N=92	N=88	N=95							
		p=---	0,00	0,54	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	p=0,00	0,00	0,30	0,14	0,16	0,25	0,15	0,19	0,51							
		Tipologia do alojamento	-0,07	-0,07	1,00	-0,05	-0,06	0,13	-0,04	-0,09	0,06	-0,12	-0,04	-0,04	-0,27	-0,08	-0,10	0,05	0,09	0,04	0,15	-0,01	0,04	-0,04							
		Pressão média	N=80	N=80	N=80	N=80	N=80	N=77	N=78	N=78	N=76	N=75	N=75	N=80	N=76	N=78	N=79	N=80	N=80	N=80	N=80	N=77	N=74	N=80							
	Diâmetro nominal	p=---	0,51	0,54	0,64	0,62	0,28	0,73	0,45	0,58	0,32	0,74	0,71	0,02	0,50	0,39	0,68	0,41	0,74	0,19	0,93	0,75	0,74								
		Tipologia do alojamento	0,14	0,67	-0,05	1,00	0,37	0,09	0,22	0,15	-0,13	0,30	0,34	0,53	0,38	0,50	0,25	0,10	-0,18	-0,01	0,03	0,03	0,05	0,19							
		N=95	N=95	N=80	N=95	N=95	N=92	N=93	N=93	N=91	N=88	N=89	N=95	N=90	N=93	N=92	N=95	N=95	N=95	N=95	N=95	N=92	N=88	N=95							
		Diâmetro nominal	0,18	0,00	0,64	p=---	0,00	0,38	0,03	0,16	0,22	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,36	0,08	0,90	0,79	0,77	0,64	0,06							
Agregado familiar	Idade média	N.º de residentes	0,20	0,65	-0,06	0,37	1,00	-0,29	0,54	0,70	-0,42	0,46	0,44	0,47	0,49	0,48	0,74	0,08	-0,30	-0,26	-0,18	0,25	0,11	0,18							
		N=95	N=85	N=80	N=95	N=95	N=92	N=93	N=93	N=91	N=88	N=89	N=95	N=90	N=93	N=92	N=95	N=95	N=95	N=95	N=92	N=88	N=95								
		p=---	0,05	0,00	0,62	0,00	p=---	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00	0,01	0,09	0,02	0,30	0,08							
		Idade média	0,06	0,04	0,13	0,09	-0,29	1,00	-0,17	-0,43	0,00	-0,25	-0,12	-0,20	0,00	0,07	0,03	-0,22	-0,04	0,11	0,02	0,00	0,00	-0,03	-0,06						
	N.º de profissionais activos	N=92	N=92	N=77	N=92	N=92	N=92	N=91	N=91	N=89	N=85	N=86	N=92	N=88	N=90	N=89	N=92	N=92	N=92	N=92	N=92	N=89	N=85	N=92							
		p=---	0,56	0,70	0,28	0,38	p=---	0,10	0,00	0,00	0,04	0,02	0,29	0,05	0,49	0,80	0,04	0,72	0,32	0,87	0,98	0,98	0,78	0,58							
		Idade média	0,13	0,39	-0,04	0,22	0,54	-0,17	1,00	0,07	-0,19	0,33	0,39	0,23	0,26	0,38	0,40	-0,09	-0,18	-0,16	-0,06	0,34	-0,21	0,10							
		N.º de profissionais activos	N=93	N=93	N=78	N=93	N=93	N=91	N=93	N=93	N=90	N=86	N=87	N=93	N=89	N=91	N=90	N=91	N=93	N=93	N=93	N=90	N=86	N=93							
	N.º de estudantes	N=93	N=93	N=78	N=93	N=93	N=91	N=93	N=93	N=90	N=86	N=87	N=93	N=89	N=91	N=90	N=93	N=93	N=93	N=93	N=90	N=86	N=93								
		p=---	0,14	0,42	-0,09	0,15	0,70	-0,43	0,07	1,00	-0,47	0,38	0,35	0,37	0,31	0,26	0,62	0,13	-0,10	-0,10	-0,06	0,12	0,27	0,08							
		N.º de estudantes	N=93	N=93	N=78	N=93	N=93	N=91	N=93	N=93	N=90	N=86	N=87	N=93	N=89	N=91	N=90	N=93	N=93	N=93	N=90	N=86	N=93								
		Escolaridade média	0,20	0,00	0,45	0,16	0,00	0,00	0,53	p=---	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,23	0,35	0,34	0,59	0,27	0,01	0,43							
N.º de horas de empregada	-0,02	-0,19	0,06	-0,13	-0,42	0,22	-0,19	-0,47	1,00	-0,18	-0,11	-0,21	-0,26	-0,12	-0,32	-0,14	-0,05	0,05	0,00	-0,01	0,07	-0,13									
	N=91	N=91	N=76	N=91	N=91	N=89	N=90	N=90	N=91	N=85	N=85	N=91	N=87	N=89	N=88	N=91	N=91	N=91	N=91	N=91	N=84	N=91									
	Escolaridade média	0,84	0,08	0,58	0,22	0,00	0,04	0,07	0,00	p=---	0,11	0,32	0,05	0,01	0,27	0,00	0,19	0,66	0,63	0,99	0,96	0,54	0,20								
	N.º de horas de empregada	0,32	0,54	-0,12	0,30	0,46	-0,25	0,33	0,38	-0,18	1,00	0,84	0,48	0,40	0,51	0,31	0,25	-0,09	-0,22	-0,20	0,35	0,25	0,21								
N.º de dias de empregada	N=88	N=88	N=75	N=88	N=88	N=85	N=86	N=86	N=85	N=88	N=86	N=88	N=83	N=86	N=85	N=88	N=88	N=88	N=88	N=85	N=81	N=88									
	p=---	0,00	0,00	0,32	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,11	p=---	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,38	0,04	0,07	0,00	0,03	0,05								
	N.º de dias de empregada	0,39	0,59	-0,04	0,34	0,44	-0,12	0,39	0,35	-0,11	0,84	1,00	0,52	0,43	0,55	0,28	0,14	-0,09	-0,16	-0,15	0,34	0,26	0,17								
	N=89	N=89	N=75	N=89	N=89	N=86	N=87	N=87	N=85	N=86	N=89	N=89	N=84	N=87	N=86	N=86	N=89	N=89	N=89	N=86	N=82	N=89									
Dispositivos	N.º de banheiras	0,00	0,00	0,74	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,32	0,00	p=---	0,00	0,00	0,00	0,01	0,19	0,38	0,13	0,16	0,00	0,02	0,11								
		N=95	N=95	N=80	N=95	N=95	N=92	N=93	N=93	N=91	N=88	N=89	N=95	N=90	N=93	N=92	N=95	N=95	N=95	N=95	N=92	N=88	N=95								
		p=---	0,00	0,00	0,71	0,00	0,00	0,05	0,03	0,00	0,05	0,00	0,00	p=---	0,00	0,00	0,00	0,27	0,38	0,41	0,57	0,85	0,02	0,91							
		N.º de banheiras	0,27	0,54	-0,27	0,38	0,49	0,07	0,26	0,31	-0,26	0,40	0,43	0,40	1,00	0,59	0,21	-0,07	-0,14	-0,29	-0,21	0,09	0,18	0,08							
	N.º de autoclismos com descarga dupla	N=90	N=90	N=76	N=90	N=90	N=88	N=89	N=89	N=87	N=83	N=84	N=90	N=90	N=88	N=88	N=88	N=90	N=90	N=90	N=89	N=83	N=90								
		p=---	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,49	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	p=---	0,00	0,05	0,49	0,17	0,01	0,05	0,41	0,10	0,48							
		N.º de autoclismos com descarga dupla	0,45	0,79	-0,08	0,50	0,48	0,03	0,38	0,26	-0,12	0,51	0,55	0,65	0,59	1,00	0,26	0,09	-0,05	-0,12	-0,08	0,17	0,17	0,02							
		N=93	N=93	N=78	N=93	N=93	N=90	N=91	N=91	N=89	N=86	N=87	N=93	N=88	N=90	N=93	N=93	N=93	N=93	N=93	N=90	N=86	N=93								
	N.º de torneiras	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,80	0,00	0,01	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	p=---	0,01	0,41	0,62	0,24	0,43	0,11	0,12	0,86							
		N=95	N=95	N=80	N=95	N=95	N=92	N=93	N=93	N=91	N=88	N=89	N=95	N=90	N=93	N=92	N=95	N=95	N=95	N=95	N=95	N=92	N=88	N=95							
		p=---	0,00	0,00	0,71	0,00	0,00	0,05	0,03	0,00	0,05	0,00	0,00	p=---	0,00	0,00	0,00	0,27	0,38	0,41	0,57	0,85	0,02	0,91							
		N.º de torneiras	0,27	0,54	-0,27	0,38	0,49	0,07	0,26	0,31	-0,26	0,40	0,43	0,40	1,00	0,59	0,21	-0,07	-0,14	-0,29	-0,21	0,09	0,18	0,08							
Hábitos domésticos e Hábitos de poupança de água e energia	N.º de duchas diárias	N=90	N=90	N=76	N=90	N=90	N=88	N=89	N=89	N=87	N=83	N=84	N=90	N=90	N=88	N=88	N=88	N=90	N=90	N=90	N=89	N=83	N=90								
		p=---	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,49	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	p=---	0,00	0,05	0,49	0,17	0,01	0,05	0,41	0,10	0,48							
		N.º de duchas diárias	0,45	0,79	-0,08	0,50	0,48	0,03	0,38	0,26	-0,12	0,51	0,55	0,65	0,59	1,00	0,26	0,09	-0,05	-0,12	-0,08	0,17	0,17	0,02							
		N=93	N=93	N=78	N=93	N=93	N=90	N=91	N=91	N=89	N=86	N=87	N=93	N=88	N=90	N=93	N=93	N=93	N=93	N=93	N=90	N=86	N=93								
	N.º de almoços por semana	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,80	0,00	0,01	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	p=---	0,01	0,41	0,62	0,24	0,43	0,11	0,12	0,86							
		N=92	N=92	N=79	N=92	N=92	N=89	N=90	N=90	N=88	N=85	N=86	N=92	N=88	N=90	N=92	N=95	N=95	N=95	N=95	N=95	N=92	N=88	N=95							
		p=---	0,13	0,32	0,26	0,59	0,01	0,59	0,01	0,59	0,02	0,91	0,07	0,11	0,07	0,09	0,16	1,00	0,39	0,19	0,18	-0,03	0,01	-0,15							
		N.º de almoços por semana	0,05	0,30	0,68	0,36	0,47	0,72	0,41	0,23	0,19	0,02	0,19	0,27	0,49	0,41	0,13	p=---	0,00	0,06	0,09	0,79	0,96	0,14							
	N.º de jantares por semana	0,01	-0,15	0,09	-0,18	-0,30	0,11	-0,18	-0,10	-0,05	-0,09	-0,09	-0,09	-0,14	-0,05	-0,10	0,39	1,00	0,41	0,50	-0,21	-0,08	-0,13								
		N=95	N=95	N=80	N=95	N=95	N=92	N=93	N=93	N=91	N=88	N=89	N=95	N=90	N=93	N=92	N=95	N=95	N=95	N=95	N=95	N=92	N=88	N=95							
		p=---	0,91	0,14	0,41	0,08	0,00	0,32	0,09	0,35	0,66	0,38	0,38	0,38	0,17	0,62	0,32	0,00	p=---	0,00	0,04	0,49	0,21								
		N.º de jantares por semana	-0,07	-0,14	0,04	-0,01	-0,26	0,02	-0,16	-0,10	0,05	-0,22	-0,16	-0,09	-0,29	-0,12	-0,12	0,19	0,41	1,00	0,71	-0,10	0,06	0,05							
N.º de almoços ao fim-de-semana	N=95	N=95	N=80	N=95	N=95	N=92	N=93	N=93	N=91	N=88	N=89	N=95	N=90	N=93	N=92	N=95	N=95	N=95	N=95	N=95	N=92	N=88	N=95								
	p=---	0,51	0,16	0,74	0,90	0,01	0,87	0,13	0,34	0,63	0,40	0,13	0,41	0,01	0,24	0,26	0,06	0,00	p=---	0,00	0,33	0,57	0,64								
	N.º de almoços ao fim-de-semana	-0,07	-0,12	0,15	0,03	-0,18	0,00	-0,06	-0,06	0,00	-0,20	-0,15	-0,06	-0,21	-0,08	-0,0															

## 6.4 Análise estatística bivariada

### 6.4.1 Análise para a totalidade dos clientes

A análise para a totalidade dos clientes foi efectuada com o intuito de serem comparados os resultados da totalidade dos clientes (*i.e.*, 240 clientes domésticos residentes nas *Twin-Towers*), com os resultados da análise dos clientes inquiridos. Deste modo, apresenta-se no Quadro 6.12 a matriz de correlação entre as variáveis de consumo para dia útil (sub-capítulo 5.2 ) e as variáveis sócio-demográficas, construídas a partir da informação fornecida pela EPAL (sub-capítulo 5.3 ), para a totalidade dos clientes. Esta análise foi feita apenas para as variáveis sócio-demográficas “*n.º de piso*”, “*tipologia do alojamento*”, “*pressão média*”, “*diâmetro nominal*” e “*n.º de residentes*”, uma vez que era essa a informação disponibilizada inicialmente pela EPAL, S.A. (ver sub-capítulo 4.3.1 ).

Verifica-se que o “*n.º de residentes*” constitui a variável sócio-demográfica com a qual se obtiveram valores de correlação mais elevados (*cf.* Quadro 6.12). O consumo por cliente varia directamente com esta variável, enquanto que a capitação varia inversamente (*cf.* Figura 6.16), ou seja, quanto maior for o número de residentes maior será o consumo e menor os valores de capitação. O coeficiente de variação varia inversamente com o aumento do número de residentes (*cf.* Figura 6.16) e com a tipologia do alojamento (*cf.* Quadro 6.12).

Não se obtiveram correlações significativas entre as variáveis de consumo e as variáveis “*n.º do piso*” e “*pressão média*”. Obtiveram-se relações expectáveis entre as variáveis de consumo e o “*diâmetro nominal*” do contador, isto é, o consumo por cliente varia directamente com o “*diâmetro nominal*” do contador e o coeficiente de variação relaciona-se inversamente com o calibre do contador (*cf.* Quadro 6.12).

A análise de relações obtidas para os sábados e os domingos são muito idênticas às obtidas para os dias úteis. Apresentam-se em anexo as matrizes de correlação entre as variáveis de consumo, para os sábados e domingos, e as variáveis sócio-demográficas para a totalidade dos clientes (Anexo VI).

No entanto, comparando o Quadro 6.12 com o Quadro 6.16 (quadro referente à matriz de correlações entre as variáveis de consumo características dos dias úteis, e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água) para os 95 clientes inquiridos, verifica-se que os valores de correlação com a tipologia do alojamento e com o número de residentes diminuíram, relativamente às variáveis características do consumo por cliente. Relativamente às variáveis estatísticas da capitação verifica-se que os coeficientes de correlação com o número de residentes são superiores e negativos.

Os resultados obtidos encontram-se em concordância com os resultados obtidos para a amostra de 95 clientes inquiridos (sub-capítulo 6.4.2 ).

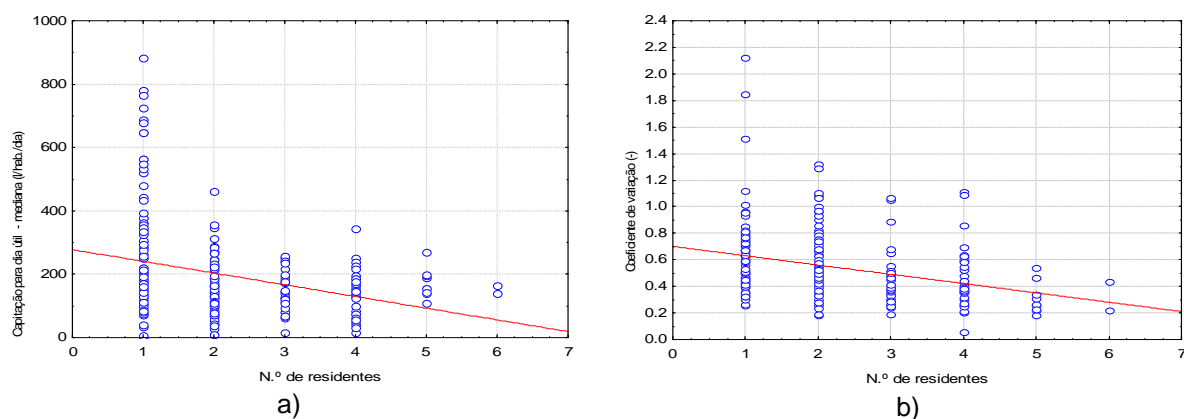


Figura 6.16 – Variação para dias úteis: a) da capitação com o n.º de residentes, b) do coeficiente de variação com o n.º de residentes para a totalidade da amostra.

Quadro 6.12 – Matriz de correlação entre as variáveis de consumo para dia útil e as variáveis sócio-demográficas relativas ao alojamento e agregado familiar para a totalidade dos clientes.

Variável	Estatística	Variáveis sócio-demográficas				
		Alojamento				Agregado familiar
		N.º do piso	Tipologia do alojamento	Pressão média	Diâmetro nominal	N.º de residentes
Consumo por cliente	Média	0,18	0,21	-0,02	0,37	0,57
		0,01	0,00	0,73	0,00	0,00
	Mediana	240	240	203	240	240
		0,19	0,22	-0,04	0,38	0,55
	Quartil 25	0,00	0,00	0,57	0,00	0,00
		240	240	203	240	240
	Quartil 75	0,14	0,23	-0,03	0,38	0,57
		0,03	0,00	0,63	0,00	0,00
	Máximo	240	240	203	240	240
		0,19	0,20	-0,03	0,36	0,54
	Mínimo	0,00	0,00	0,69	0,00	0,00
		240	240	203	240	240
	Desvio-padrão	0,04	0,06	0,08	0,16	0,31
		0,59	0,39	0,24	0,02	0,00
Capitação	Média	240	240	203	240	240
		0,18	0,08	0,03	0,17	0,28
	Mediana	0,01	0,19	0,62	0,01	0,00
		240	240	203	240	240
	Quartil 25	0,04	0,04	-0,06	0,10	-0,35
		0,57	0,56	0,37	0,12	0,00
	Quartil 75	240	240	203	240	240
		0,05	0,07	-0,09	0,13	-0,32
	Máximo	0,47	0,30	0,20	0,04	0,00
		240	240	203	240	240
	Mínimo	0,03	0,12	-0,08	0,20	-0,19
		0,65	0,07	0,24	0,00	0,00
	Desvio-padrão	240	240	203	240	240
		0,03	0,01	-0,05	0,05	-0,41
Coef. de variação	Coef. de variação	0,64	0,93	0,47	0,45	0,00
		240	240	203	240	240
	Coef. de variação	0,10	-0,05	-0,01	-0,04	-0,35
		0,13	0,42	0,86	0,52	0,00
Coef. de variação	Coef. de variação	240	240	203	240	240
		-0,05	0,00	0,09	0,10	0,04
	Coef. de variação	0,40	0,98	0,23	0,11	0,49
		240	240	203	240	240
Coef. de variação	Coef. de variação	0,05	-0,11	0,01	-0,13	-0,47
		0,44	0,10	0,89	0,05	0,00
	Coef. de variação	240	240	203	240	240
		-0,04	-0,25	0,12	-0,35	-0,32

Apresenta-se na Figura 6.17 a variação dos parâmetros estatísticos mais relevantes (média, mediana, quartil 25 e quartil 75) da capitação média diária com o “n.º de residentes”. Esta análise foi efectuada para os 240 consumidores e para os dias úteis, sábados e domingos. Da análise da Figura 6.17 verifica-se que os consumidores correspondentes à categoria de “1 habitante” apresentam os valores médios e as medianas da capitação mais elevados (200-285 l/hab/dia), assim como a maior dispersão de valores de capitação, associados a intervalos maiores os percentis 25 e 75 (150-100 l/hab/dia). Os consumidores correspondentes às categorias de “2, 3 e >3 habitantes” apresentam valores característicos das capitações muito similares, sendo esta tendência mais acentuada para as classes de “2 e 3 habitantes”. Em relação às capitações médias, estas diminuem dos dias úteis para os sábados e para os domingos em qualquer das quatro categorias do n.º de habitantes.

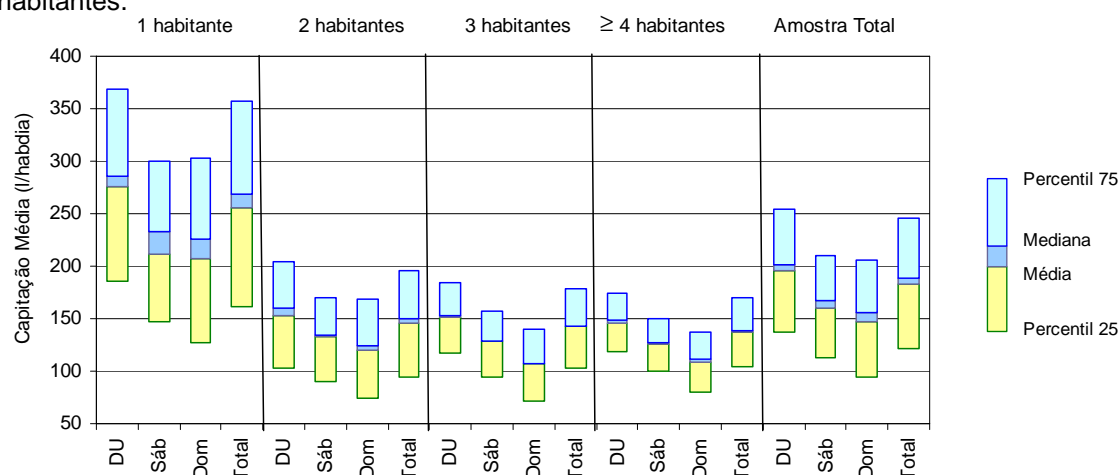


Figura 6.17 - Variação dos parâmetros estatísticos (média, mediana e quartis 25 e 75) da capitação com o n.º de habitantes e com os dias da semana para a globalidade da amostra.

Procedeu-se a uma análise similar à apresentada anteriormente mas com o objectivo de estudar a variação das capitações médias com a “tipologia dos alojamentos”. De acordo com a Figura 6.18, os consumidores correspondentes à tipologia de alojamento T5 apresentam os valores mais elevados das capitações médias e com maior dispersão. Em relação às capitações médias, estas diminuem dos dias úteis para os sábados e para os domingos em qualquer das cinco categorias de tipologia, indicando que os residentes passa o fim-de-semana fora.

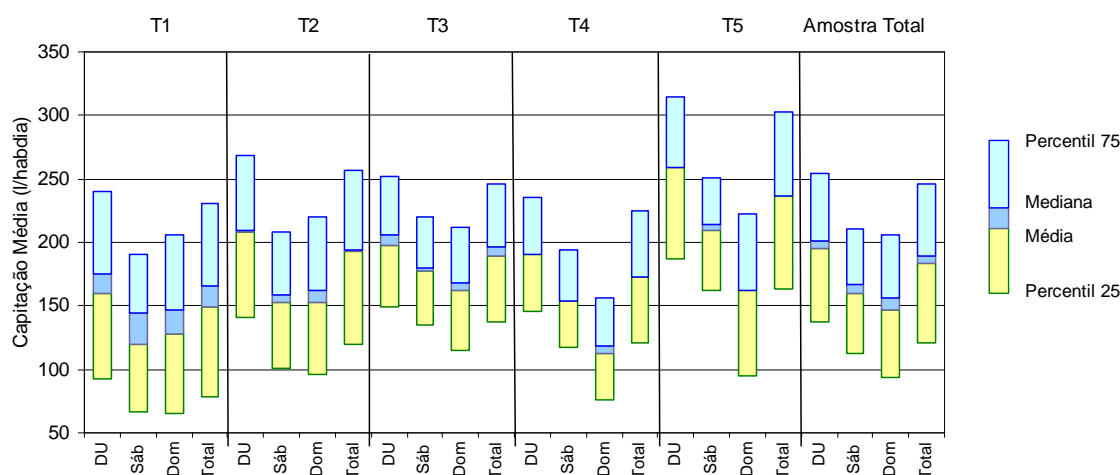


Figura 6.18 - Variação dos parâmetros estatísticos (média, mediana e quartis 25 e 75) da capitação média com a tipologia dos alojamentos e com os dias da semana para a globalidade da amostra.

## 6.4.2 Análise para os clientes inquiridos

### **Análise de variância a um factor (One-Way Anova)**

Por forma a verificar quais as variáveis categoriais que influenciam o consumo foi feita uma análise de variância a um factor (*One-Way Anova*), para todas as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água. Para tal, foram comparadas as diferenças entre médias de consumo e foram verificadas as que eram significativas ( $p < 0,05$ ).

De acordo com a análise de variância a um factor (*One-Way Anova*), cuja formulação teórica se apresenta no Capítulo 6.2, as diferenças entre médias de consumo não são significativas para a generalidade das variáveis categoriais, uma vez que estamos num universo onde não existem diferenças significativas entre as diferentes variáveis. Verifica-se que as variáveis sócio-demográficas “*tipo de ocupação do alojamento*”, “*sector de actividade*”, “*n.º de máquinas de lavar loiça e/ou roupa*”, “*n.º de autoclismos com descarga simples e/ou dupla*”, “*período de lavagens de roupa*”, “*período de lavagens de loiça*”, “*rega*” e “*período de férias*” não influenciam as estatísticas de consumo ( $p > 0,05$ ).

No caso de variáveis como o “*tipo de ocupação do alojamento*” e o “*sector de actividade*”, estas caracterizam-se por elevadas frequências numa das categorias (cf. Figura IV.1 c e Figura IV.2 e, no Anexo IV), o que limita este tipo de análise, uma vez que o número de observações para uma dada categoria é muito superior à que se obtém para a outra categoria.

No caso de variáveis como “*máquina de lavar loiça e/ou roupa*” (cf. Figura IV.3 c, no Anexo IV), “*período de lavagens de roupa*” e o “*período de lavagens de loiça*” (cf. Figura 6.14 d e Figura 6.14 f), a sua contribuição para o consumo diário é reduzida, pois geralmente todos os alojamentos possuem uma máquina de lavar roupa e loiça, e como se está a fazer a análise em termos de consumo total diário e não consumo ao longo do dia, variáveis como o período de lavagens não é relevante para a análise, contrariamente ao número de lavagens de roupa e loiça por semana, por exemplo.

No que se refere aos hábitos de consumo e de poupança de água, a única variável categorial para a qual se obtiveram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as médias de consumo foi o hábito de consumo de “*fechar a torneira no duche enquanto se ensaboa*”.

No Quadro 6.13, sublinham-se, para cada variável categorial, as categorias cujas respectivas médias não são estatisticamente diferentes entre si ( $p > 0,05$ ), de acordo com a análise estatística de variância a um factor (*One-Way ANOVA*). Por exemplo, verifica-se que para a variável categorial “*unidade familiar*”, a categoria *casais sem filhos* não é estatisticamente diferente da categoria *pessoas sós*, para a variável de consumo por cliente.

No que se refere à variável “*unidade familiar*” (Quadro 6.13), verifica-se que o consumo por cliente é superior na categoria *casais com filhos* e que a esta categoria está associada uma menor dispersão do consumo para os dias úteis, sábados e domingos. No que se refere à capitação observam-se valores mais elevados de consumo na categoria *pessoas sós*, no entanto, não se obtiveram diferenças entre médias significativas para as categorias da variável unidade familiar. Em termos do coeficiente de variação verifica-se que as médias das categoriais *casais sem filhos* e *pessoas sós* não são estatisticamente distintas ( $p>0.05$ ) para os dias úteis, sábados e domingos.

A existência de empregada de limpeza no agregado familiar está associada a maiores consumos, quer em termos de consumo por cliente, quer em termos de capitação, assim como a uma menor dispersão em torno da média.

De acordo com as correlações entre as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança e água verifica-se que a variável “*empregada de limpeza*” se correlaciona negativamente com a “*tipologia do alojamento*”, com o “*n.º de horas de empregada*” e com o “*n.º de dias de empregada*”, isto é, na presença de maiores tipologias é de esperar que exista empregada de limpeza, e com o aumento do número de dias e horas de empregada de limpeza é de esperar maiores consumos.

No que se refere ao hábito de “*fechar a torneira enquanto toma duche*”, o consumo (*i.e.*, o consumo por cliente e a capitação) é menor no caso dos clientes que adoptam esta prática. Verifica-se assim esta medida é a única, de entre as várias medidas preconizadas pela EPAL, S.A, que influencia efectivamente o consumo para os dias úteis, sábados e domingos, contribuindo para a sua redução.

**Quadro 6.13 – Comparação entre médias de consumo segundo as categorias descritas para as variáveis Unidade familiar, Empregada de Limpeza e Fechar a torneira no duche enquanto se ensaboa.**

		Unidade familiar			Empregada de limpeza		Fechar a torneira no duche enquanto se ensaboa	
	Variável de consumo	Casais sem filhos	Casais com filhos	Pessoas sós	Sim	Não	Sim	Não
Dia útil	CPC (l/cliente/dia)	<u>277.65</u>	509.57	<u>190.80</u>	400.24	245.31	312.97	447.08
	Capitação (lhab./dia)	<u>138.83</u>	<u>152.68</u>	<u>190.80</u>	<u>167.15</u>	<u>124.87</u>	134.90	193.58
	Coef. de variação (-)	<u>0.698</u>	0.398	<u>0.676</u>	0.518	0.636	<u>0.578</u>	<u>0.487</u>
Sábado	CPC (l/cliente/dia)	<u>245.02</u>	445.64	<u>168.59</u>	358.07	192.35	270.64	396.94
	Capitação (lhab./dia)	<u>122.51</u>	<u>133.39</u>	<u>168.59</u>	150.69	98.74	114.58	176.52
	Coef. de variação (-)	<u>0.721</u>	0.409	<u>0.743</u>	0.525	0.746	0.628	0.487
Domingo	CPC (l/cliente/dia)	<u>236.61</u>	361.06	<u>160.24</u>	307.83	172.10	241.85	332.41
	Capitação (lhab./dia)	<u>116.69</u>	<u>110.64</u>	<u>158.72</u>	134.21	91.26	110.73	146.26
	Coef. de variação (-)	<u>0.852</u>	<u>0.516</u>	<u>0.891</u>	0.626	0.912	<u>0.759</u>	<u>0.576</u>



### 6.4.2.1 Consumo mensal

No Quadro 6.14 apresentam-se a matriz de correlação entre as variáveis características do consumo mensal e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos e medidas de poupança de água.

Para o estudo da relação entre as variáveis de consumo e as variáveis sócio-demográfica e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água, apresenta-se o valor do coeficiente de correlação de *Pearson* ( $r$ ), o nível de significância do teste (valor  $p$ ) e o número de elementos ( $N$ ) com o qual foi estabelecida a correlação. Assinalaram-se a vermelho os valores de correlação positivos e superiores a 0,2 e a azul os valores de correlação negativos e inferiores a -0,2.

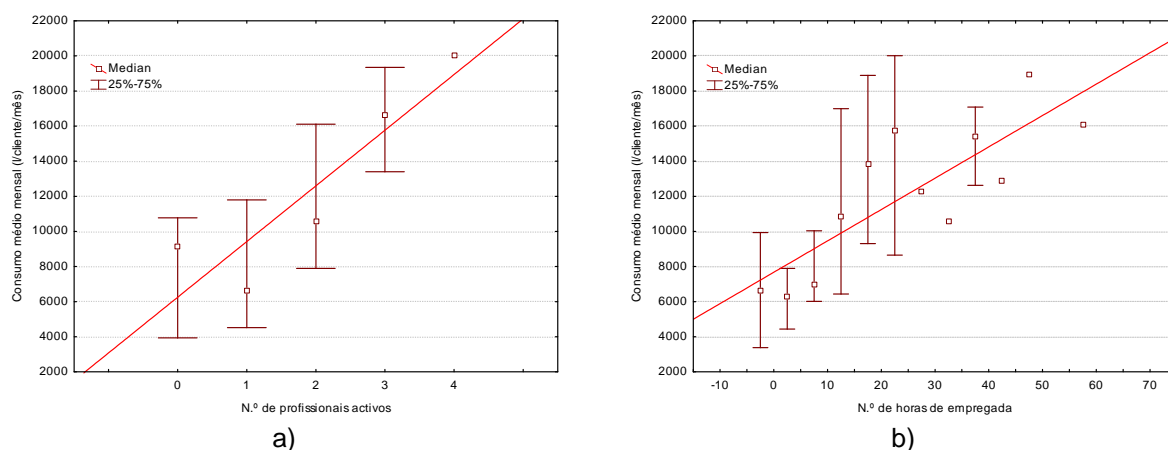
**Quadro 6.14 - Matriz de correlações entre as variáveis características do consumo mensal e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água.**

Variável	Variáveis sócio-demográficas										Variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água										
	Alojamento			Agregado familiar						Dispositivos			Hábitos domésticos e Hábitos de poupança de água e energia								
	N.º do piso	Tipologia do alojamento	Pressão média	N.º de residentes	Idade média	N.º de profissionais activos	N.º de estudantes	Escolaridade média	N.º de horas de empregada	N.º de dias de empregada	N.º de banheiras	N.º de autoclismos com descarga dupla	N.º de torneiras	N.º de duchas elétricas	N.º de almoços por semana	N.º de jantares por semana	N.º de almoços ao fim-de-semana	N.º de jantares ao fim-de-semana	N.º de lavagens de roupa	N.º de lavagens de loiça	N.º de Florestas
Consumo mensal	0,31 0,00 95	0,60 0,00 95	-0,10 0,39 80	0,72 0,00 95	-0,25 0,01 92	0,34 0,00 93	0,61 0,00 93	-0,34 0,00 91	0,53 0,00 88	0,57 0,00 89	0,50 0,00 95	0,41 0,00 90	0,47 0,00 93	0,64 0,00 92	0,16 0,11 95	-0,29 0,00 95	-0,11 0,29 95	-0,15 0,16 95	0,61 0,00 91	0,39 0,00 89	0,09 0,40 95

Em relação às variáveis sócio-demográficas, e em termos de variáveis características do *Alojamento* e dos *Dispositivos* (cf. Quadro 6.14), verifica-se que o consumo mensal varia directamente com a “*tipologia do alojamento*”, com o “*n.º de banheiras*”, com o “*n.º de autoclismos com descarga dupla*” e com o “*n.º de torneiras*”, variáveis que se encontram fortemente correlacionadas entre si (cf. Quadro 6.11).

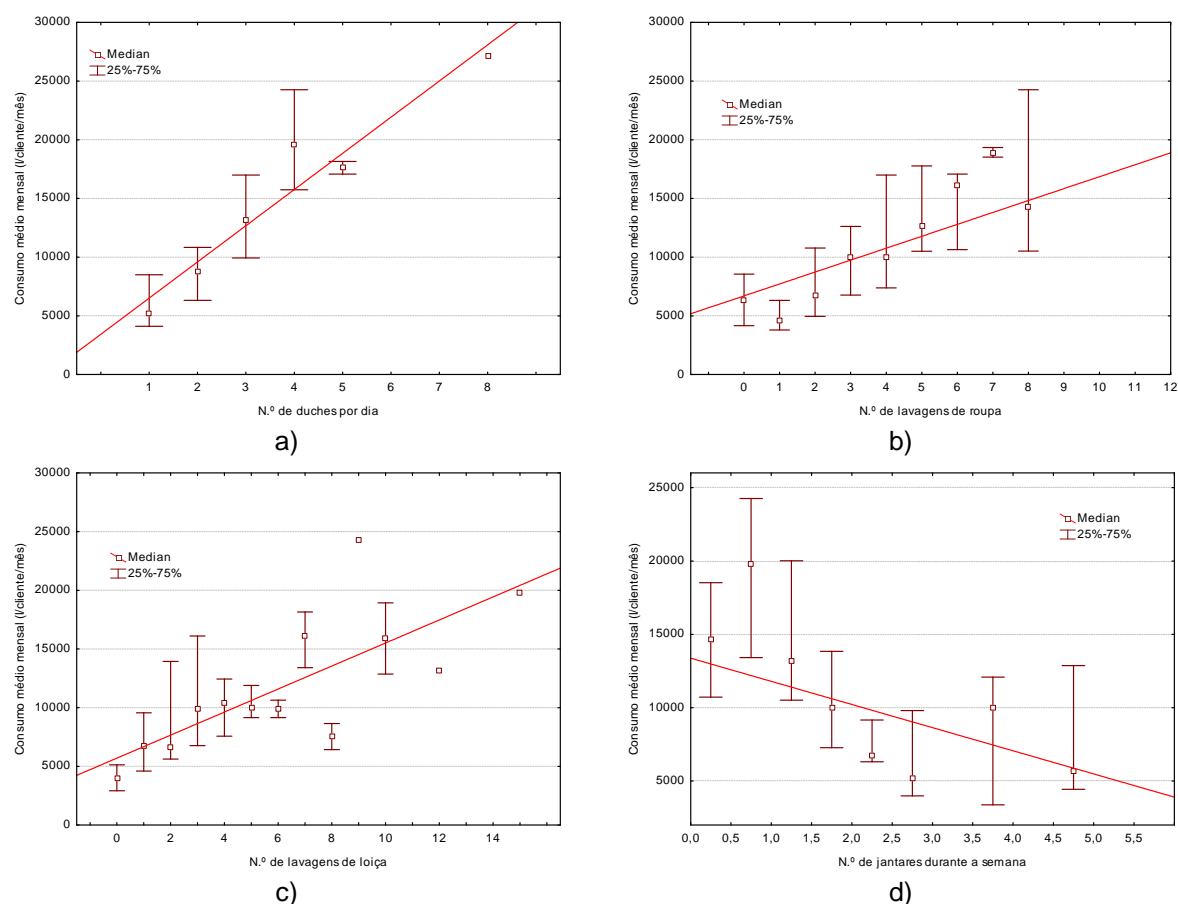
O facto de existirem variáveis sócio-demográficas relacionadas a influenciar as variáveis de consumo, como por exemplo, o “*n.º do piso*” encontrar-se relacionado com a “*tipologia do alojamento*”, leva a que o valor da correlação do “*n.º do piso*” com o consumo mensal não possa ser tida em conta. Isto porque, se for retirado o efeito da variável “*tipologia do alojamento*” ao “*n.º do piso*”, deixam de existir correlações significativas (ver sub-capítulo 6.4.2.2 ).

Em termos de variáveis características do *Agregado familiar*, e de acordo com a Figura 6.19 e com o Quadro 6.14, verifica-se que o consumo por cliente varia directamente com o “*n.º de residentes*”, com o “*n.º de profissionais activos*” (cf. Figura 6.19 a), com o “*n.º de estudantes*”, com o “*n.º de dias de empregada*” e com o “*n.º de horas de empregada*” (cf. Figura 6.19 b), e varia inversamente com a “*idade média*”, com a “*escolaridade média*” e com a “*empregada de limpeza*”. De acordo com o Quadro 6.11, verifica-se que a variável sócio-demográfica “*idade média*” está directamente relacionada com a “*escolaridade média*” e inversamente relacionada com o “*n.º de estudantes*” (cf. Figura 6.23).



**Figura 6.19 - Relação entre as variáveis características do Agregado familiar: a) n.º de profissionais activos, b) n.º de horas de empregada.**

Em relação às variáveis relativas aos *Hábitos de consumo e de poupança de água*, o consumo mensal tem um comportamento bastante semelhante ao consumo por cliente para os dias úteis (ver sub-capítulo 6.4.2.2). Assim, o consumo mensal varia directamente com o “n.º de duchas diárias” (cf. Figura 6.20 a), com o “n.º de lavagens de roupa”, com o “n.º de lavagens de loiça” (cf. Figura 6.20 b e c), e varia inversamente com o “n.º de jantares por semana” (cf. Figura 6.20 d).



**Figura 6.20 - Relação entre as variáveis características dos Hábitos domésticos e hábitos de poupança de água e energia: a) n.º de duchas diários, b) n.º de lavagens de roupa, b) n.º de lavagens de loiça, d) n.º jantares por semana.**

No Quadro 6.15 apresenta-se uma síntese das correlações entre o consumo mensal e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água, para as quais se obtiveram as correlações mais significativas.

**Quadro 6.15 – Síntese das correlações entre as variáveis características do consumo mensal e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água.**

Variáveis de consumo	Correlações	
	Positiva (com $r > 0.2$ )	Negativa (com $r < -0.2$ )
<b>Consumo mensal</b>	Tipologia do alojamento N.º de residentes N.º de profissionais activos N.º de estudantes N.º de horas de empregada N.º de dias com empregada N.º de banheiras N.º de autoclismos com descarga dupla N.º de torneiras N.º de duchas diários N.º de lavagens de roupa N.º de lavagens de loiça Fechar torneira no duche enquanto se ensaboa	Idade média Escolaridade média do agregado N.º de jantares por semana

## 6.4.2.2 Dias úteis, sábados e domingos

No Quadro 6.16 apresenta-se a matriz de correlação entre as variáveis de consumo para dia útil (*i.e.*, consumo por cliente, capitação e coeficiente de variação) e as variáveis sócio-demográficas e variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água construídas a partir inquérito.

Atendendo aos coeficientes de correlação significativos ( $p < 0.05$ ), verifica-se que as variáveis relativas ao consumo por cliente, para dias úteis, se relacionam em maior número e com valores de correlação mais elevados com as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água, do que as variáveis relativas à capitação (*cf.* Quadro 6.16).

**Quadro 6.16 - Matriz de correlações entre as variáveis de consumo, características dos dias úteis, e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água.**

Variável	Estatística	Variáveis sócio-demográficas										Variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água											
		Alojamento			Agregado familiar						Dispositivos			Hábitos domésticos e Hábitos de poupança de água e energia									
		N.º do piso	Tipologia do alojamento	Pressão média	N.º de residentes	Idade média	N.º de profissionais activos	N.º de estudantes	Escolaridade média	N.º de horas de empregada	N.º de dias de empregada	N.º de banheiras	N.º de autoclismos com descarga dupla	N.º de torneiras	N.º de duchas diárias	N.º de almoços por semana	N.º de jantares por semana	N.º de almoços ao fim-de-semana	N.º de jantares ao fim-de-semana	N.º de lavagens de roupa	N.º de lavagens de loiça	N.º de Floresitas	
Consumo por cliente	Média	0,31	0,64	-0,07	0,74	-0,28	0,34	0,65	-0,35	0,53	0,57	0,52	0,42	0,52	0,62	0,17	-0,28	-0,18	-0,21	0,62	0,43	0,08	
		0,00	0,00	0,51	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,01	0,07	0,04	0,00	0,00	0,42	
	95	95	80	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95	
	Mediana	0,32	0,64	-0,06	0,73	-0,26	0,34	0,63	-0,34	0,54	0,58	0,52	0,42	0,52	0,61	0,17	-0,27	-0,21	-0,22	0,63	0,42	0,09	
		0,00	0,00	0,57	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,01	0,05	0,03	0,00	0,00	0,40	
	95	95	80	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95	
	Quartil 25	0,28	0,60	-0,11	0,75	-0,31	0,38	0,66	-0,33	0,48	0,54	0,43	0,44	0,45	0,62	0,12	-0,27	-0,15	-0,16	0,61	0,41	0,12	
		0,01	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,01	0,14	0,12	0,00	0,00	0,24	
	95	95	80	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95	
	Quartil 75	0,30	0,64	-0,07	0,70	-0,25	0,33	0,61	-0,34	0,54	0,57	0,55	0,39	0,53	0,60	0,19	-0,28	-0,21	-0,25	0,61	0,41	0,06	
		0,00	0,00	0,55	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,01	0,04	0,02	0,00	0,00	0,59	
	95	95	80	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95	
Máximo	0,35	0,52	0,10	0,47	-0,26	0,21	0,46	-0,30	0,44	0,41	0,45	0,30	0,48	0,41	0,26	-0,13	-0,18	-0,22	0,43	0,36	-0,08		
	0,00	0,00	0,36	0,00	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,43		
95	95	80	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95		
Mínimo	0,07	0,30	0,04	0,47	-0,10	0,20	0,39	-0,06	0,20	0,35	0,29	0,19	0,12	0,36	-0,05	-0,20	0,08	0,05	0,25	0,35	0,27		
	0,48	0,00	0,73	0,00	0,32	0,06	0,00	0,57	0,06	0,00	0,00	0,07	0,25	0,00	0,62	0,05	0,46	0,61	0,02	0,00	0,01		
95	95	80	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95		
Desvio-padrão	0,27	0,51	0,03	0,39	-0,19	0,19	0,35	-0,24	0,42	0,37	0,48	0,23	0,47	0,36	0,31	-0,19	-0,19	-0,24	0,42	0,29	-0,12		
	0,01	0,00	0,81	0,00	0,07	0,06	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,07	0,07	0,02	0,00	0,01	0,23		
95	95	80	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95		
Dias Úteis	Média	0,10	0,09	0,04	-0,16	-0,06	-0,13	0,02	0,08	0,22	0,29	0,15	-0,06	0,10	-0,03	0,19	-0,09	-0,04	-0,16	0,13	0,03	-0,08	
		0,33	0,37	0,73	0,12	0,54	0,21	0,88	0,46	0,04	0,01	0,15	0,55	0,34	0,76	0,07	0,41	0,70	0,11	0,23	0,78	0,42	
	95	95	80	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95	
	Mediana	0,12	0,13	0,05	-0,10	-0,05	-0,11	0,04	0,06	0,26	0,33	0,18	-0,03	0,13	0,00	0,20	-0,10	-0,09	-0,20	0,18	0,06	-0,06	
		0,24	0,20	0,69	0,36	0,65	0,32	0,68	0,60	0,01	0,00	0,08	0,77	0,21	0,98	0,05	0,36	0,38	0,05	0,09	0,61	0,53	
	95	95	80	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95	
	Quartil 25	0,12	0,20	-0,03	0,08	-0,16	0,04	0,19	-0,02	0,27	0,36	0,15	0,08	0,14	0,15	0,14	-0,15	-0,07	-0,16	0,28	0,13	0,01	
		0,24	0,06	0,82	0,42	0,12	0,67	0,07	0,83	0,01	0,00	0,14	0,44	0,19	0,16	0,17	0,16	0,53	0,12	0,01	0,23	0,93	
	95	95	80	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95	
	Quartil 75	0,07	0,05	0,05	-0,23	-0,03	-0,17	-0,05	0,10	0,20	0,25	0,15	-0,12	0,09	-0,09	0,21	-0,05	-0,06	-0,18	0,08	-0,03	-0,12	
		0,47	0,63	0,63	0,03	0,79	0,10	0,64	0,33	0,06	0,02	0,16	0,26	0,41	0,40	0,04	0,60	0,60	0,08	0,48	0,78	0,25	
	95	95	80	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95	
Máximo	0,16	0,01	0,18	-0,29	-0,06	-0,20	-0,08	0,12	0,15	0,15	0,08	-0,15	0,08	-0,16	0,26	0,03	-0,02	-0,14	-0,07	-0,03	-0,21		
	0,11	0,89	0,11	0,00	0,55	0,06	0,47	0,24	0,17	0,17	0,44	0,16	0,43	0,12	0,01	0,80	0,81	0,18	0,54	0,81	0,04		
95	95	80	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95		
Mínimo	-0,02	0,20	0,03	0,23	-0,01	0,08	0,23	0,01	0,12	0,27	0,20	0,16	0,05	0,17	-0,08	-0,13	0,16	0,15	0,16	0,31	0,25		
	0,85	0,05	0,81	0,02	0,89	0,45	0,03	0,90	0,27	0,01	0,05	0,14	0,65	0,10	0,44	0,21	0,12	0,16	0,13	0,00	0,01		
95	95	80	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95		
Desvio-padrão	0,06	-0,12	0,15	-0,46	0,04	-0,29	-0,24	0,19	0,06	0,05	0,03	-0,25	-0,01	-0,29	0,25	0,06	0,01	-0,11	-0,16	-0,18	-0,24		
	0,55	0,26	0,20	0,00	0,70	0,01	0,02	0,07	0,60	0,67	0,80	0,02	0,94	0,01	0,01	0,58	0,91	0,29	0,12	0,10	0,02		
95	95	80	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95		
Coef. de variação		-0,08	-0,40	0,12	-0,52	0,15	-0,30	-0,39	0,20	-0,36	-0,45	-0,29	-0,31	-0,25	-0,40	0,10	0,25	0,10	0,13	-0,43	-0,33	-0,25	
		0,43	0,00	0,29	0,00	0,15	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,34	0,02	0,34	0,21	0,00	0,00	0,02	
	95	95	80	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95	

Em relação às variáveis estatísticas relativas ao consumo por cliente verifica-se que os valores e os sinais das correlações significativas são semelhantes em termos dos parâmetros estatísticos média, mediana, percentil 25 e percentil 75.

Relativamente aos valores extremos (*i.e.*, mínimo e máximo), os valores das correlações são, de uma forma geral, inferiores. No caso das estatísticas relativas à capitação, pode observar-se o mesmo comportamento, embora o número de correlações significativas seja muito inferior (*cf.* Quadro 6.16).

Este facto indicia ser mais fácil o estabelecimento de correlações em termos de consumo por cliente do que em termos de capitação.

Analizando as correlações entre a estatística desvio-padrão, em termos do consumo por cliente e da capitação, e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água, verifica-se que estas são distintas, quer em termos do valor absoluto, quer em termos do sinal. Comparando estas estatísticas com o coeficiente de variação, verifica-se que este se relaciona da mesma forma com as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água, que a estatística desvio-padrão da capitação.

Em relação às variáveis sócio-demográficas, e em termos de variáveis características do *Alojamento* e dos *Dispositivos*, de acordo com as Figuras 6.21 e o Quadro 6.16, verifica-se que o consumo por cliente varia directamente com a “*tipologia do alojamento*”, com o “*n.º de banheiras*”, com o “*n.º de autoclismos com descarga dupla*”, e com o “*n.º de torneiras*”, variáveis sócio-demográficas que se encontram fortemente correlacionadas entre si (cf. Quadro 6.11).

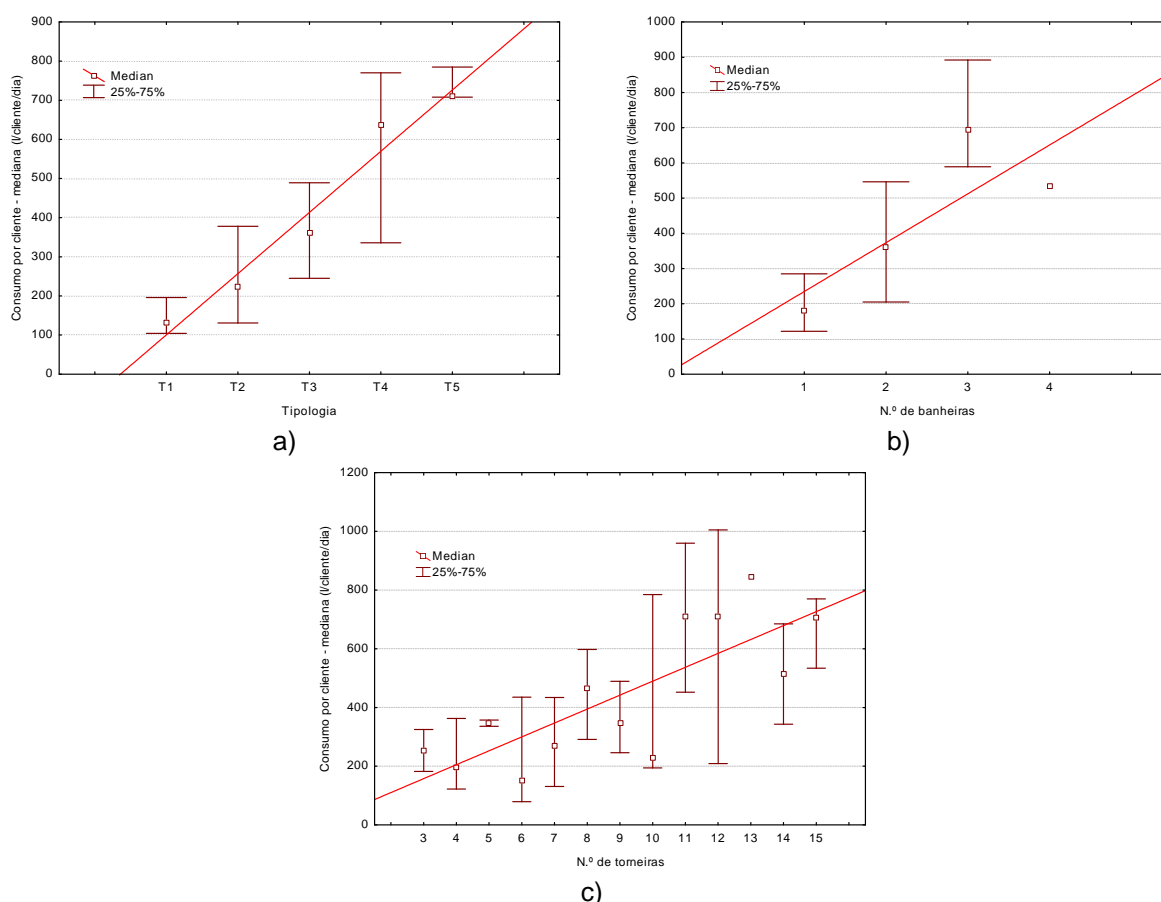
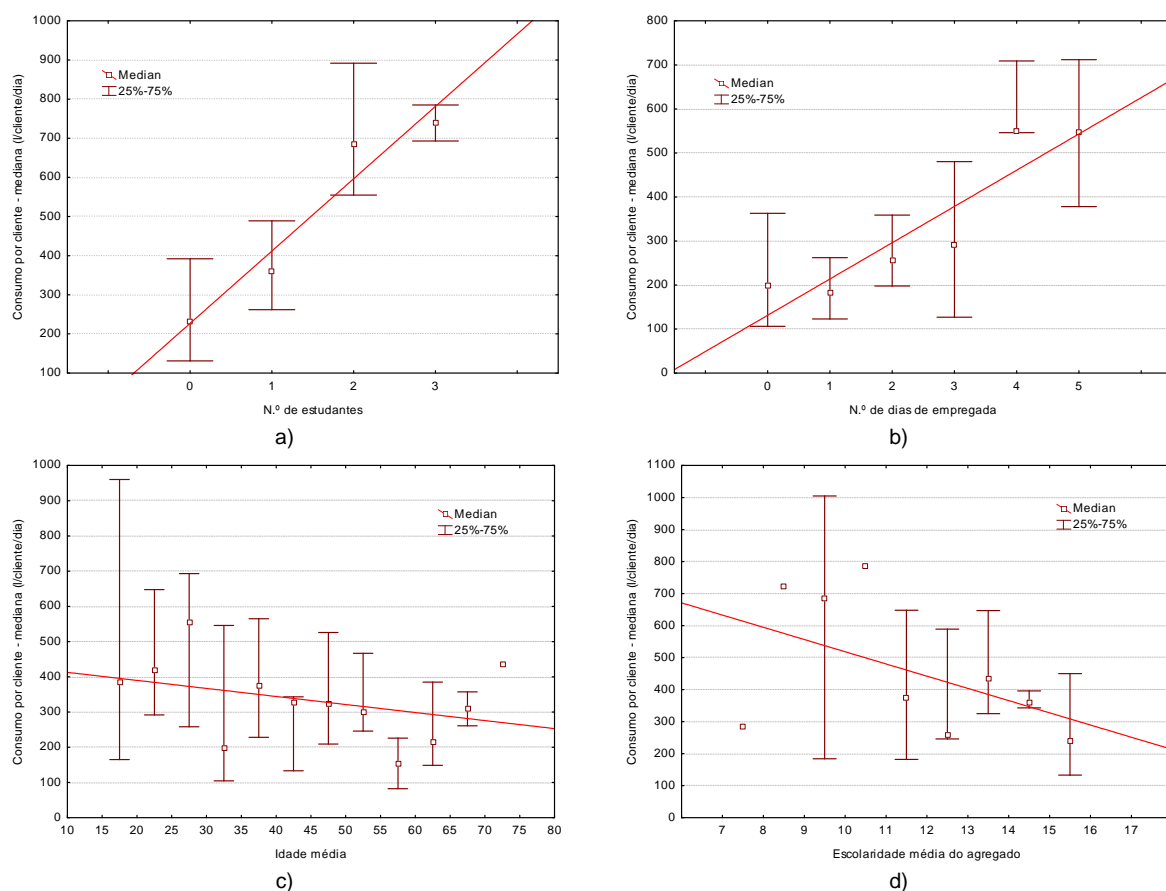
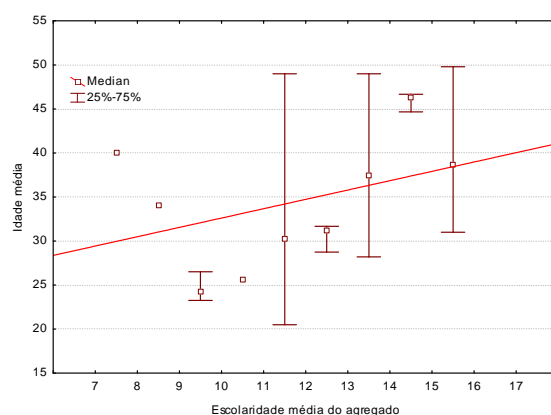


Figura 6.21 – Relação entre as variáveis características do Alojamento e dos Dispositivos: a) tipologia do alojamento, b) n.º de banheiras, c) n.º de torneiras com o consumo por cliente para dia útil.

Em termos de variáveis características do *Agregado familiar*, e de acordo com a Figura 6.22 e com o Quadro 6.16, verifica-se que o consumo por cliente varia directamente com o “n.º de residentes”, com o “n.º de profissionais activos”, com o “n.º de estudantes” (cf. Figura 6.22 a), com o “n.º de dias de empregada” (cf. Figura 6.22 b) e varia inversamente com a “idade média” (cf. Figura 6.22 c) e com a “escolaridade média” (cf. Figura 6.22 d), embora no caso destas últimas o coeficiente de correlação seja mais baixo. Isto significa que o consumo é tanto maior quanto maior for o número de residentes, o n.º de profissionais activos e de estudantes e o n.º de dias de empregada de limpeza. De forma semelhante, o consumo é tanto menor quanto menor for a idade média do agregado e a escolaridade média do agregado. De acordo com o Quadro 6.11, verifica-se que a variável sócio-demográfica “idade média” está directamente relacionada com a “escolaridade média” (cf. Figura 6.23).



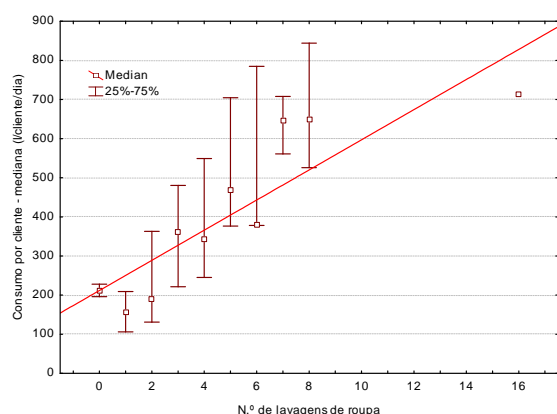
**Figura 6.22 – Relação entre as variáveis características do Agregado familiar: a) número de estudantes, b) número de dias com empregada, c) idade média, d) escolaridade média com o consumo por cliente para dia útil.**



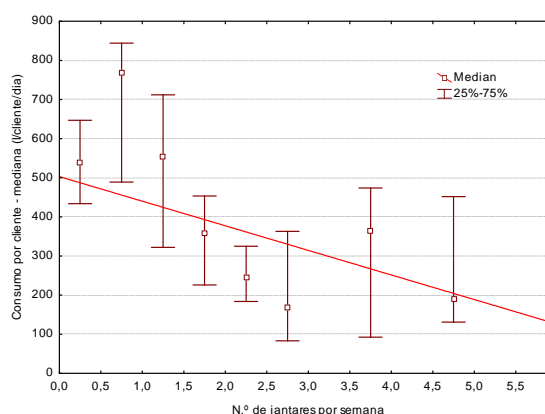
a)

**Figura 6.23 – Relação entre as variáveis sócio-demográficas escolaridade média e idade média.**

No que se refere aos *Hábitos de consumo e de poupança de água*, o consumo por cliente varia directamente com o “n.º de duchas diários”, com o “n.º de lavagens de roupa” (cf. Figura 6.24 a) e com o “n.º de lavagens de loiça”, isto é, o consumo por cliente é tanto maior quanto maior for o número de duchas diários e o número de lavagens de roupa e de loiça. De modo contrário, varia inversamente com o “n.º de jantares por semana” (cf. Figura 6.24 b), com o “n.º de almoços ao fim-de-semana” e com o “n.º de jantares ao o fim-de-semana” (cf. Quadro 6.16). De acordo com o Quadro 6.11, o n.º de jantares e de almoços por semana e os jantares ao fim-de-semana estão associados a agregados com um menor número de residentes e com menor número de profissionais activos.



a)



b)

**Figura 6.24 – Relação entre as variáveis relativas aos Hábitos de consumo e de poupança de água: a) n.º de lavagens de roupa, b) n.º jantares por semana com o consumo por cliente para dia útil.**

Relativamente à capitação (mediana), verifica-se que os valores de correlação são baixos (cf. Quadro 6.16), e que esta aumenta com o “n.º de horas de empregada”, com o “n.º de dias de empregada” e com o “n.º de almoços por semana”.

No Quadro 6.17 apresenta-se uma síntese das variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água que se relacionam com as estatísticas de consumo para dia útil, para as quais se obtiveram as correlações mais significativas.

**Quadro 6.17 – Síntese das correlações entre as variáveis características do consumo dos dias úteis, sábados e domingos e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água.**

Variáveis de consumo	Correlações	
	Positiva (com $r > 0.2$ )	Negativa (com $r < -0.2$ )
<b>Consumo por cliente</b>	Tipologia do alojamento N.º de residentes N.º de profissionais activos N.º de estudantes N.º de horas de empregada N.º de dias com empregada N.º de banheiras N.º de autoclismos com descarga dupla N.º de torneiras N.º de duchas diários N.º de lavagens de roupa N.º de lavagens de loiça Fechar torneira no duche enquanto se ensaboa	Idade média Escolaridade média do agregado N.º de jantares por semana N.º de almoços ao fim-de-semana N.º de jantares ao fim-de-semana
<b>Capitação</b>	N.º de horas de empregada N.º de dias de empregada	

### **Análise de correlações parciais**

De acordo com Quadro 6.16, verifica-se que a variável “*n.º do piso*” (que poderia constituir uma indicação indirecta da pressão média, uma vez que são de esperar menores pressões em pisos mais elevados) se relaciona positivamente com as variáveis estatísticas relativas ao consumo por cliente (excepto no caso do valor mínimo), enquanto que a variável “*pressão média*” não se relaciona com qualquer variável de consumo de dia útil, o que merece uma análise mais detalhada.

Por outro lado, de acordo com a revisão bibliográfica efectuada, existem estudos que demonstram que a capitação varia inversamente com o número de elementos do agregado familiar e directamente com a tipologia do alojamento (Edwards e Martin, 1995; Arbués *et al.*, 2003; Loh e Coghlan, 2003). De acordo com os resultados obtidos, não se obteve de forma explícita estas relações com as variáveis estatísticas da capitação, pelo que se analisou melhor o significado das correlações obtidas.

O facto de poderem existir variáveis relacionadas entre si a influenciar as variáveis de consumo pode conduzir a valores de correlações que incorporam o efeito de vários factores (Pestana e Gageiro, 2003). Por exemplo, se o número do piso estiver relacionado com a tipologia do alojamento, ou seja, se as maiores tipologias de alojamento tenderem a corresponder aos pisos mais elevados, o valor da correlação do piso com as estatísticas de consumo pode ser diferente se o efeito da tipologia do alojamento for identificado e eliminado da correlação.

Deste modo, de forma a poder esclarecer melhor as correlações obtidas, em particular com as variáveis “*n.º do piso*”, “*pressão média*”, “*tipologia do alojamento*” e “*n.º de residentes*”, analisou-se a matriz de correlação das variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos e



medidas de poupança de água que se relacionam com as estatísticas de consumo (Quadro 6.11). Verifica-se que a “*tipologia do alojamento*” se relaciona positivamente com o “*n.º do piso*” ( $r=0.39$ ), indicando que as maiores tipologias se encontram nos pisos mais elevados, e que, tal como esperado, a “*tipologia do alojamento*” se relaciona com o “*n.º de habitantes*” ( $r=0.65$ ).

#### ***i) Influência da relação tipologia – piso***

Para se perceber se a “*tipologia do alojamento*” influencia a relação entre o “*n.º do piso*” e as variáveis de consumo, prosseguiu-se a análise com o estudo da correlação parcial, introduzindo a “*tipologia do alojamento*” como variável de controlo (Quadro 6.18).

Verifica-se que os valores de correlação entre o “*n.º do piso*” e as variáveis de consumo deixaram de ser significativos, uma vez que ( $p>0.05$ ), resultado que é coerente com o facto de também não se terem obtido correlações significativas com a “*pressão média*” (cf. Quadro 6.16). Verifica-se assim que o facto da “*tipologia do alojamento*” se relacionar com o “*n.º do piso*” influencia a correlação entre o “*n.º do piso*” e as variáveis de consumo.

Introduzindo a variável “*n.º do piso*” como variável de controlo no estudo da relação entre a “*tipologia do alojamento*” e as variáveis de consumo, verifica-se, por comparação entre o Quadro 6.16 e o Quadro 6.18, que os valores de correlação se mantêm praticamente inalterados.

#### ***ii) Influência da relação tipologia – n.º de residentes***

Se for considerada como variável de controlo o “*n.º de residentes*”, verifica-se que os valores de correlação entre a “*tipologia do alojamento*” e as variáveis de consumo se alteram significativamente, diminuindo no caso das variáveis relativas ao consumo por cliente e passando a ser significativas e positivas no caso das variáveis relativas à capitação (excepto no caso das estatísticas percentil 25 e mínimo), ou seja, a capitação aumenta com a tipologia.

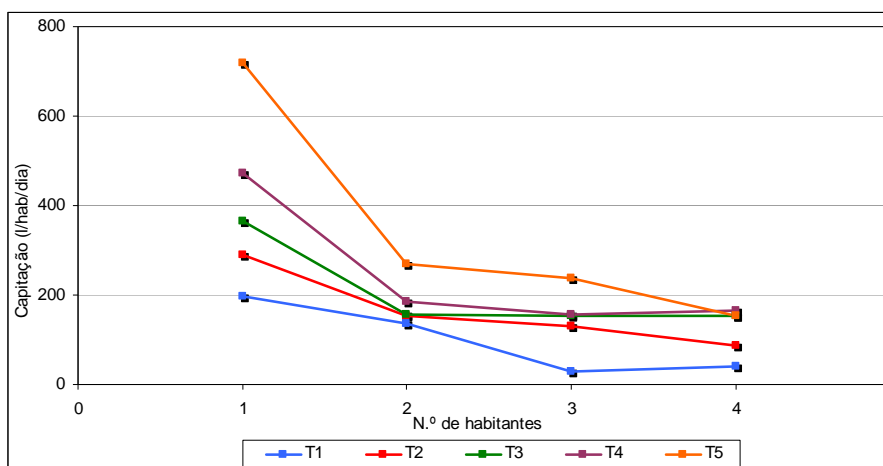
Introduzindo a “*tipologia do alojamento*” como variável de controlo no estudo da correlação entre o “*n.º de residentes*” e as variáveis de consumo, verifica-se que os valores de correlação entre o “*n.º de residentes*” e as variáveis de consumo se alteram significativamente, diminuindo no caso das variáveis relativas ao consumo por cliente e passando a ser significativas e negativas no caso das variáveis relativas à capitação (excepto no caso das estatísticas percentil 25 e mínimo), ou seja, a capitação aumenta com a diminuição do n.º de habitantes. Este facto confirma os resultados obtidos na bibliografia em termos da relação da capitação com o número de residentes e com a tipologia, e os resultados obtidos para a globalidade dos clientes (ver sub-capítulo 6.4.1 ).

**Quadro 6.18 - Matriz de correlações parciais para as variáveis sócio-demográficas piso, tipologia e número de habitantes.**

Variável	Estatística	N.º do piso	Tipologia do alojamento	Tipologia do alojamento	N.º de residentes
		var. controlo: Tipologia do alojamento	var. controlo: N.º de residentes	var. controlo: N.º do piso	var. controlo: Tipologia do alojamento
Consumo por cliente	Média	0.09	0.32	0.60	0.55
		0.387	0.002	0	0
		95	95	95	95
	Mediana	0.10	0.31	0.59	0.54
		0.339	0.002	0	0
		95	95	95	95
	Quartil 25	0.07	0.21	0.55	0.60
		0.495	0.044	0	0
		95	95	95	95
	Quartil 75	0.07	0.34	0.60	0.49
		0.485	0.001	0	0
		95	95	95	95
	Máximo	0.19	0.32	0.45	0.20
		0.065	0.002	0	0.053
		95	95	95	95
	Mínimo	-0.05	-0.01	0.29	0.38
		0.653	0.904	0.004	0
		95	95	95	95
	Desvio-padrão	0.09	0.36	0.45	0.10
		0.4	0	0	0.352
		95	95	95	95
Capitação	Média	0.07	0.26	0.06	-0.29
		0.499	0.01	0.575	0.004
		95	95	95	95
	Mediana	0.08	0.26	0.09	-0.24
		0.459	0.012	0.374	0.018
		95	95	95	95
	Quartil 25	0.05	0.19	0.16	-0.06
		0.625	0.069	0.116	0.564
		95	95	95	95
	Quartil 75	0.06	0.27	0.02	-0.35
		0.566	0.008	0.822	0.001
		95	95	95	95
	Máximo	0.17	0.28	-0.06	-0.40
		0.096	0.006	0.599	0
		95	95	95	95
	Mínimo	-0.11	0.07	0.23	0.14
		0.301	0.521	0.028	0.193
		95	95	95	95
	Desvio-padrão	0.12	0.27	-0.15	-0.51
		0.258	0.008	0.142	0
		95	95	95	95
Coef. de variação		0.09	-0.10	-0.40	-0.37
		0.404	0.349	0	0
		95	95	95	95

Apresenta-se na Figura 6.25 a variação da capitação média, para a totalidade dos clientes, com o n.º de habitantes e com a tipologia do alojamento. Verifica-se que:

- As capitações médias diminuem com o aumento do n.º de habitantes, para qualquer uma das tipologia.
- A capitação média aumenta com a tipologia do alojamento. Este resultado encontra-se de acordo com o exposto atrás, no que diz respeito à avaliação da influência da relação tipologia - n.º de residentes
- Os consumidores da categoria “1 habitante” apresentam os valores médios da capitação mais elevados. Estes valores são tanto mais elevados quanto maior for a categoria da tipologia.
- Os consumidores com as tipologias T3 e T4 apresentam valores médios de capitação muito similares para todas as categorias do n.º de habitantes, à excepção da de “1 habitante”. Estes valores médios são da ordem dos 160 a 175 l/hab/dia.

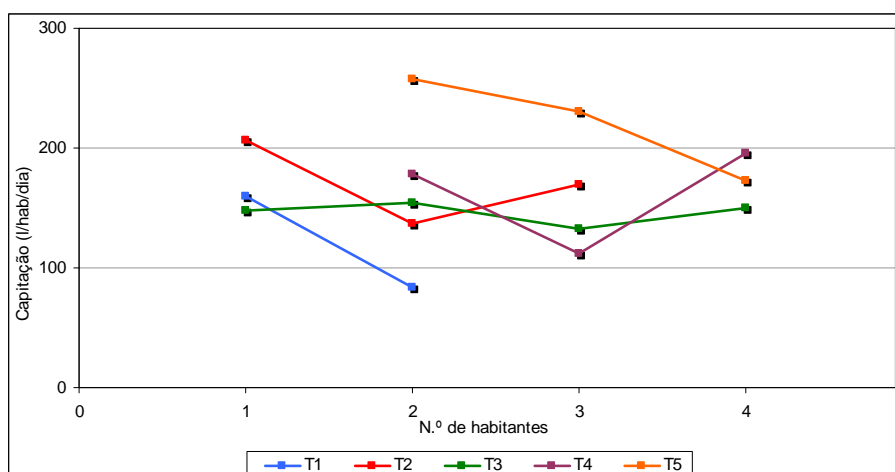


**Figura 6.25 - Capitulações médias para a totalidade dos clientes, em função do n.º de habitantes e da tipologia do alojamento.**

Efectuou-se a mesma análise para a amostra de clientes inquiridos após a actualização do n.º. de habitantes. Apresenta-se na Figura 6.26 variação da capitulação média para esta amostra com o n.º de habitantes e com a tipologia do alojamento. Verifica-se que:

- Observa-se uma tendência de diminuição das capitulações médias para as tipologias T1 e T5 com o aumento do n.º de habitantes, analogamente ao observado para a totalidade da amostra, no entanto para as restantes tipologias esta relação não é evidente.
- Contrariamente à análise para a totalidade da amostra, não se observa um aumento da capitulação média com a tipologia do alojamento à excepção da categoria “2 habitantes”.

A análise para os clientes inquiridos não permite retirar conclusões quanto à tendência da variação da capitulação com a tipologia e o n.º de habitantes.



**Figura 6.26 - Capitulações médias para os clientes inquiridos, em função do n.º de habitantes e da tipologia do alojamento.**

### 6.4.2.3 Factores de ponta mensal e diário

No Quadro 6.19 apresentam-se as matrizes de correlação entre as variáveis de consumo para o factor de ponta (*i.e.*, factor de ponta mensal e factor de ponta diário) (ver sub-capítulo 5.2 ), com as variáveis sócio-demográficas e variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água construídas a partir do inquérito (ver sub-capítulo 5.3 ).

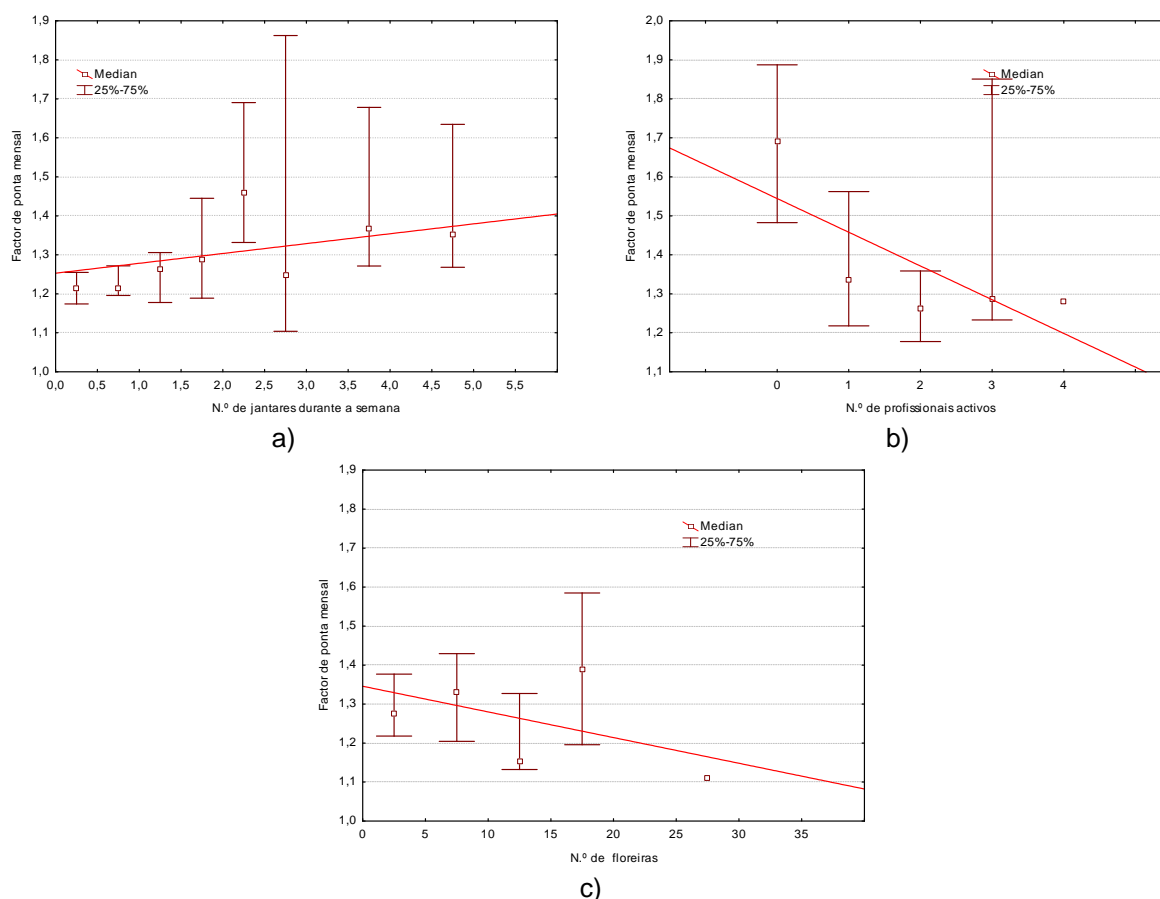
Analisando as correlações entre os factores de ponta mensal e diário, verifica-se que o factor de ponta diário correlaciona-se com um maior número de variáveis do que o factor de ponta mensal

No que se refere às variáveis sócio-demográficas para as quais não se obtiveram valores de correlação significativos, estas correspondem, na sua maioria, a variáveis com elevadas frequências numa das categorias, tal como descrito no sub-capítulo anterior. Em relação aos dispositivos domiciliários, também na análise dos factores de ponta, tal como no consumo para os dias úteis, as variáveis como o “*n.º de máquinas de roupa*” e “*n.º de máquinas de loiça*” é praticamente constante entre as várias tipologias, não se relacionando com consumo, ao contrário de variáveis como o “*n.º de lavagens de roupa*” ou o “*n.º de lavagens de loiça*”.

**Quadro 6.19- Matriz de correlações entre as variáveis de consumo para o factor de ponta e as variáveis sócio-demográficas.**

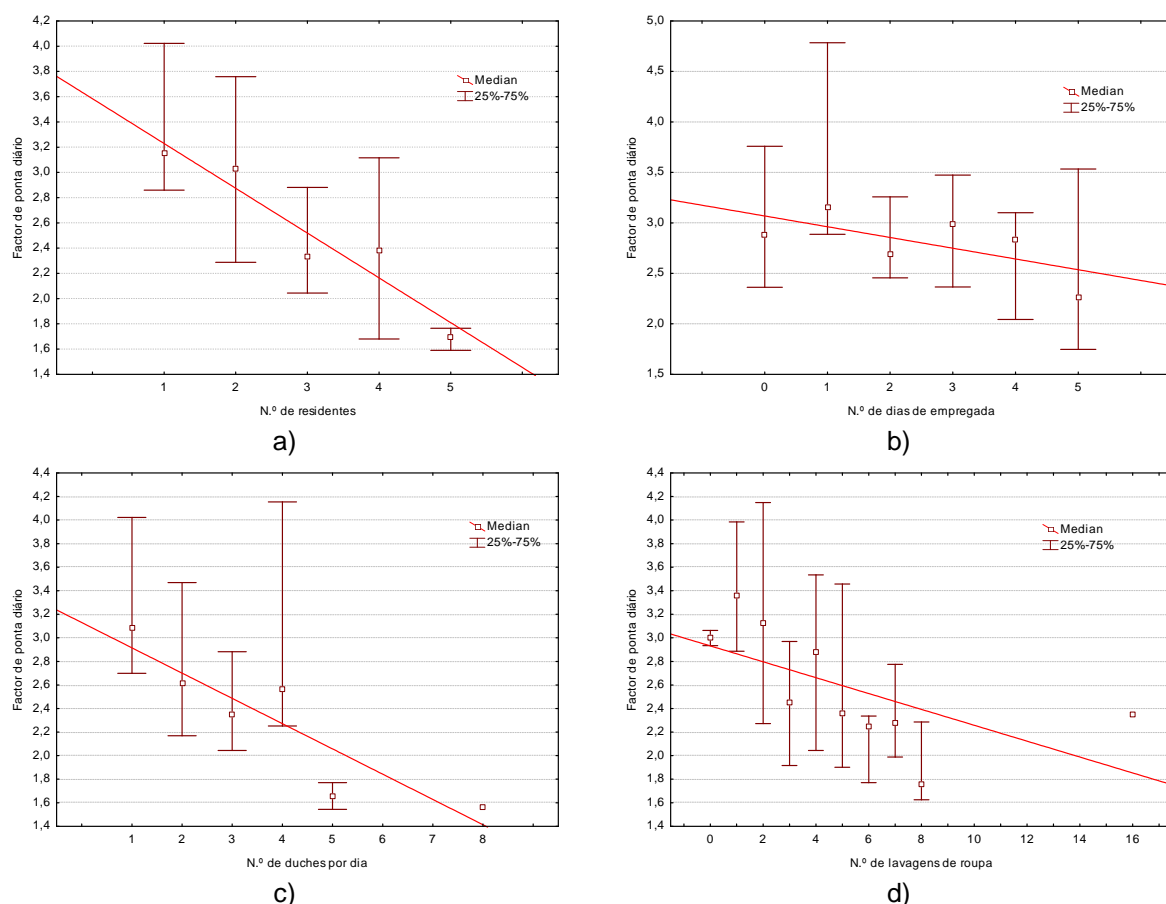
Variável	Variáveis sócio-demográficas										Variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água										
	Alojamento			Agregado familiar							Dispositivos			Hábitos domésticos e Hábitos de poupança de água e energia							
	N.º de piso	Tipologia do alojamento	Pressão média	N.º de residentes	Idade média	N.º de profissionais activos	N.º de estudantes	Escolaridade média	N.º de horas de empregada	N.º de dias de empregada	N.º de banheiras	N.º de autoclismos com descarga dupla	N.º de torneiras	N.º de duchas diárias	N.º de almoços por semana	N.º de jantares por semana	N.º de almoços ao fim-de-semana	N.º de jantares ao fim-de-semana	N.º de lavagens de roupa	N.º de lavagens de loiça	N.º de Floresiras
Factor de ponta mensal	0,06	-0,11	-0,15	-0,15	0,06	-0,24	0,03	0,00	-0,10	-0,10	-0,08	-0,11	-0,07	-0,13	0,20	0,25	0,14	0,07	-0,16	-0,07	-0,21
	0,53	0,28	0,18	0,15	0,59	0,02	0,76	1,00	0,34	0,36	0,45	0,29	0,53	0,22	0,06	0,01	0,18	0,48	0,13	0,52	0,04
	95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95
Factor de ponta diário	0,10	-0,23	0,07	-0,34	-0,08	-0,22	-0,16	0,08	-0,18	-0,25	-0,12	-0,15	-0,09	-0,23	0,18	0,23	0,04	0,04	-0,29	-0,13	-0,16
	0,33	0,03	0,55	0,00	0,47	0,04	0,12	0,45	0,10	0,02	0,23	0,16	0,38	0,03	0,08	0,03	0,70	0,70	0,01	0,24	0,12
	95	95	80	95	92	92	92	91	89	89	95	90	92	92	95	95	95	95	91	89	95

De acordo com o Quadro 6.19, verifica-se que o factor de ponta mensal varia positivamente com o “*n.º de jantares por semana*” (*cf.* Figura 6.27 a). De modo contrário, varia negativamente com o “*n.º de profissionais activos*” (*cf.* Figura 6.27 c) e com o “*n.º de floreiras*” (*cf.* Figura 6.27 d). Isto significa que o factor de ponta mensal é tanto maior quanto maior for o número de jantares por semana, e tanto menor quanto menor forem o número de profissionais activos e o número de floreiras.



**Figura 6.27 - Relação entre as variáveis características dos hábitos de consumo e de poupança de água: a) n.º de jantares por semana, b) n.º de profissionais activos, c) n.º de floreiras com o factor de ponta mensal.**

De acordo com o Quadro 6.19 verifica-se que o factor de ponta diário varia positivamente com o “n.º de jantares por semana”. Varia negativamente com a “tipologia do alojamento”, com o “n.º de residentes” (cf. Figura 6.28 a), com o “n.º de profissionais activos”, com o “n.º de dias de empregada” (cf. Figura 6.28 b), com o “n.º de duchas diários” (cf. Figura 6.28 c) e com o “n.º de lavagens de roupa” (cf. Figura 6.28 d), isto é, o factor de ponta diário diminui à medida que vai diminuindo a tipologia do alojamento, o número de residentes, o número de profissionais activos, o número de duchas diários e o número de lavagens de roupa. De acordo com o Quadro 6.11, o “n.º de jantares por semana” está associado a agregados com um menor número de residentes.



**Figura 6.28 - Relação entre as variáveis características dos Hábitos de consumo e de poupança de água: a) n.º de residentes, b) n.º de dias de empregada, c) n.º de duchas por dia, d) n.º de lavagens de roupa com o factor de ponta mensal.**

No Quadro 6.20 apresenta-se uma síntese das correlações entre as variáveis características dos factores de ponta e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água, para as quais se obtiveram as correlações mais significativas.

**Quadro 6.20 – Síntese das correlações entre as variáveis características dos factores de ponta e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água.**

Variáveis de consumo	Correlações	
	Positiva (com $r > 0.2$ )	Negativa (com $r < -0.2$ )
<b>Factor de ponta mensal</b>	N.º de jantares por semana	N.º de profissionais activos N.º de floreiras
<b>Factor de ponta diário</b>	Número de jantares por semana	Tipologia do alojamento N.º de residentes N.º de profissionais activos N.º de dias com empregada N.º de duchas diários N.º de lavagens de roupa

## 6.5 Síntese conclusiva

### **Análise estatística univariada**

A análise estatística univariada foi dividida em: **análise de dados de consumo**, onde são analisados o consumo mensal, o consumo para dias úteis, sábados, domingos e os factores de ponta mensal e diário; e a **análise de dados do inquérito**, onde são analisadas estatísticas para as variáveis sócio-económicas e variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água, e ainda, são estabelecidas correlações para estas variáveis.

#### **i) Análise de dados de consumo**

- Em relação ao **consumo mensal** regista-se um menor consumo nos meses de Fevereiro e Abril. O consumo diminui significativamente no trimestre de Verão, sendo mínimo no mês de Agosto. Verifica-se, também, que entre Setembro e Dezembro o consumo é relativamente estável. Em termos do consumo por escalão, verifica-se uma predominância do consumo no 2º escalão, excepto nos meses de Junho e Agosto, em que predomina o consumo no 1º escalão. O consumo no 3º escalão, embora reduzido, apresenta um comportamento praticamente constante ao longo do ano.

O consumo mensal apresenta uma mediana de 9310,3 l/cliente/mês, tendo-se obtido um máximo de 28781,2 l/cliente/mês, e um mínimo de 6314,2 l/cliente/mês. O coeficiente de variação, é de 0,60, indicativo da existência de desvios em relação à media. O coeficiente de assimetria apresenta um valor positivo e igual 1,0 mostrando que os valores mais elevados do consumo mensal apresentam uma maior dispersão. Na avaliação da qualidade do ajustamento à distribuição normal através do teste de *Kolmogorov-Smirnov* com a correcção de *Lilliefors* verifica-se que o consumo mensal não segue a distribuição normal.

- Em relação ao consumo nos **dias úteis, sábados e domingos**, pode salientar-se que as estatísticas de consumo, em termos de consumo por cliente e capitação, para os 240 clientes e para os 95 clientes inquiridos são muito semelhantes, facto que é indicativo da representatividade dos clientes inquiridos.

Para os 95 clientes inquiridos, o consumo máximo durante os dias úteis é de 328 l/cliente/dia (valor da mediana) e a capitação é de 139 l/hab/dia (valor da mediana). Embora a diferença entre o consumo ao sábado e ao domingo não seja significativa, o consumo é mais baixo ao domingo, apresentando um valor de 258 l/cliente/dia (valor da mediana) e uma capitação de 110 l/hab/dia (valor da mediana). O coeficiente de variação é superior a 0,5 para todas as variáveis estatísticas consideradas o que é indicativo de um desvio significativo em relação à média. Em termos do coeficiente de assimetria, este é positivo e, em geral, superior no caso das estatísticas de extremos, indicativo de uma maior dispersão nos valores mais elevados destas estatísticas. Na avaliação da qualidade do ajustamento à distribuição normal através do teste de *Kolmogorov-Smirnov* com a correcção de *Lilliefors*, verifica-se que apenas o máximo do consumo por cliente ao domingo segue a distribuição normal.

A caracterização dos clientes cujo valor da mediana da capitação para dia útil entre Setembro e Novembro é inferior a 80 l/hab/dia e superior a 250 l/hab/dia, mostrou que: no que se refere aos clientes com capitação inferior a 80 l/hab/dia, estes caracterizam-se por um número significativo de dias úteis com consumo nulo, indicativo de períodos de ausência, e correspondendo também, nalguns casos, a clientes com idade média do agregado familiar elevada, e no que se refere aos clientes cuja capitação é superior a 250 l/hab/dia, verifica-se que estes correspondem na maioria dos casos a clientes com um único residente.

Tendo por base a actualização efectuada no número de habitantes com base nos inquéritos realizados, verifica-se que a capitação diminuiu com a actualização do número de residentes. Em termos de medidas de dispersão, observa-se que há uma diminuição quase generalizada nos valores do desvio-padrão e do coeficiente de variação das diferentes variáveis no caso em que se actualizou o número de residentes. Observa-se, também, que o coeficiente de assimetria se reduziu, indicativo de uma redução da dispersão nos valores mais elevados das várias variáveis.

- Em relação ao **factor de ponta mensal e diário** obteve-se, respectivamente, uma mediana de 1,3 e de 2,8. O factor de ponta mensal apresenta um máximo de 4,3 e um mínimo de 1,1, enquanto que o factor de ponta diário apresenta um máximo de 11,2 e um mínimo de 1,5. Em relação aos coeficientes de assimetria, no caso do factor de ponta mensal, o seu valor é de 3,3, enquanto que para o factor de ponta diário é igual a 2,8. Em ambos os casos a assimetria é positiva, pelo que os valores mais elevados dos factores de ponta apresentam uma maior dispersão. Em termos de coeficiente de variação, os seus valores são indicativos da existência de desvios em relação à media, sendo o factor de ponta mensal aquele que apresenta um maior desvio-padrão. Na avaliação da qualidade do ajustamento à distribuição normal através do teste de *Kolmogorov-Smirnov* com a correcção de *Lilliefors* verifica-se que nenhum dos factores de ponta segue a distribuição normal.

## ii) Análise de dados do inquérito

- Em relação à análise das **variáveis sócio-demográficas**, o diâmetro nominal toma valores de 15 e de 20 mm, a pressão média apresenta uma média de 34,3 m c.a., e a tipologia do alojamento predominante é o T3. A grande maioria dos clientes têm alojamento próprio e, de um modo geral, todos os clientes possuem máquina de lavar roupa e loiça. Em média existem 1,81 banheiras e 7,43 torneiras por alojamento. O agregado familiar é constituído, em média, por 2,38 residentes por alojamento, sendo a idade média de 40 anos e a escolaridade média próxima dos 15 anos. O número de horas semanais de empregada de limpeza é de 12,6, enquanto que o número de dias de empregada de limpeza é de 2,3. O número de profissionais activos apresenta uma média de 1,4 elementos, e o número de estudantes uma média de 0,54. Predominam os casais com filhos, e o sector de actividade predominante é o terciário.



- Em relação à análise das **variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água**, são tomados 2,2 duches diários com uma duração de 8,5 minutos. São preparados 1,2 almoços por pessoa durante a semana e 0,7 almoços ao fim de semana. São preparados 2,7 jantares por semana, enquanto que ao fim de semana apenas 0,8 jantares por pessoa. O número médio de lavagens de roupa e loiça são respectivamente 3,3 e 3,5 lavagens por semana. Em termos de número de floreiras, em média, cada cliente/alojamento possui cerca de 4 floreiras. No que diz respeito ao período de férias, verifica-se que cerca de metade dos clientes das *Twin-Towers* fazem férias apenas no Verão. Em relação às medidas preconizadas pela EPAL, S.A., apenas constituem práticas utilizadas pelos clientes o fecho da torneira enquanto lavam os dentes, o fecho da torneira enquanto tomam duche, o fecho da torneira enquanto fazem a barba, o fecho da torneira enquanto ensaboam a loiça, e o uso de máquinas em carga completa. Pelo contrário, fechar a torneira enquanto lava as mãos e a detecção de fugas no autoclismo não são práticas correntes entre os clientes dos edifícios das *Twin-Towers*.
- Em relação às **correlações** entre variáveis verifica-se que a tipologia está positivamente correlacionada com número de horas de empregada de limpeza e com o n.º do piso. O número de duches diários correlaciona-se positivamente com a tipologia do alojamento, com o número de residentes do agregado, número de profissionais activos e com o número de estudantes. Por outro lado, o número de duches diários correlaciona-se negativamente com a idade média e a escolaridade média. As variáveis número de lavagens de roupa está positivamente correlacionada com o número de residentes do agregado familiar, com o número de profissionais activos, assim como com o número de dias e de horas de empregada de limpeza. As variáveis n.º de jantares por semana e n.º de almoços ao fim-de-semana estão negativamente correlacionadas com o n.º de residentes.

### **Análise estatística bivariada**

A análise estatística bivariada foi dividida em análise para a **totalidade dos clientes** e análise para os **clientes inquiridos**, onde são analisadas estatísticas para o consumo mensal, para os dias úteis, sábados, domingos e para os factores de ponta mensal e diário. Na análise de clientes inquiridos, iniciou-se o estudo com uma análise de variância a um factor (*One-Way Anova*) para as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água. Esta análise é comum a todas as categorias consideradas (*i.e.*, consumo mensal, consumo nos dias úteis, sábados, domingos e para os factores de ponta mensal e diário), apresentando-se de seguida a síntese da análise de correlações para as diferentes categorias.

#### **i) Totalidade dos clientes**

A análise para a totalidade dos clientes foi efectuada com o intuito de serem comparados os resultados da população com os resultados da análise dos 95 clientes inquiridos.

Verifica-se que o “n.º de residentes” constitui a variável sócio-demográfica com a qual se obtiveram valores de correlação mais elevados, verificando-se que o consumo por cliente varia directamente

com esta variável, enquanto que a capitação varia inversamente. O coeficiente de variação varia também inversamente com o aumento do “*n.º de residentes*” e com a “*tipologia do alojamento*”. Não se obtiveram correlações significativas entre as variáveis de consumo e as variáveis “*n.º do piso*” e “*pressão média*”.

A análise de relações obtidas para os sábados e os domingos são muito idênticas às obtidas para os dias úteis, assim como, se encontram em concordância com os resultados obtidos para a amostra de 95 clientes inquiridos

### ii) Clientes inquiridos

Por forma a verificar quais as variáveis categoriais que influenciam o consumo foi feita uma análise de variância a um factor (*One-Way Anova*) para as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água.

Verifica-se que as variáveis sócio-demográficas “*alojamento próprio*”, “*sector de actividade*”, “*máquinas de lavar loiça e/ou roupa*”, “*autoclismo com descarga simples e/ou dupla*”, “*período de lavagens de roupa*”, “*período de lavagens de loiça*”, “*rega*” e “*período de férias*” não influenciam as estatísticas de consumo. No que se refere aos hábitos de consumo e de poupança de água, a única variável categorial para a qual se obtiveram diferenças significativas entre as médias de consumo foi o hábito de consumo de “*fechar a torneira no duche enquanto se ensaboia*”.

No que se refere à variável “*unidade familiar*” verifica-se que o consumo por cliente é superior na categoria *casais com filhos*. No que se refere à capitação, observam-se valores mais elevados de consumo na categoria *pessoas sós*. Em termos do consumo por cliente e do coeficiente de variação, verifica-se que as médias das variáveis categoriais *casais sem filhos* e *pessoas sós* não são estatisticamente distintas para os dias úteis, sábados e domingos.

A existência de “*empregada de limpeza*” no agregado familiar está associada a maiores consumos, quer em termos de consumo por cliente, quer em termos de capitação.

No que se refere ao hábito de “*fechar a torneira enquanto toma duche*”, o consumo é menor no caso dos clientes que adoptam esta prática. Verifica-se, assim, esta medida é a única, de entre as várias medidas preconizadas pela EPAL, S.A, que influencia efectivamente o consumo para dia útil, sábado e domingo, contribuindo para a sua redução.

- Para o **consumo mensal**, em relação às variáveis sócio-demográficas, e em termos de variáveis características do *Alojamento* e dos *Dispositivos*, verifica-se que o consumo mensal varia directamente com a “*tipologia do alojamento*”, com o “*n.º de banheiras*”, com o “*n.º de autoclismos com descarga dupla*” e com o “*n.º de torneiras*”.

Em termos de variáveis características do *Agregado familiar* o consumo por cliente varia directamente com o “*n.º de residentes*”, com o “*n.º de profissionais activos*”, com o “*n.º de estudantes*”, com o “*n.º de dias de empregada*” e com o “*n.º de horas de empregada*”, e varia inversamente com a “*idade média*”, com a “*escolaridade média*” e com a “*empregada de limpeza*”.

Em relação às variáveis relativas aos *Hábitos de consumo e de poupança de água*, o consumo mensal tem um comportamento bastante semelhante ao consumo por cliente para os dias úteis. Assim, o consumo mensal varia directamente com o “n.º de duchas diários”, com o “n.º de lavagens de roupa”, com o “n.º de lavagens de loiça”, e varia inversamente com o “n.º de jantares por semana”. Muitas destas relações são expectáveis e óbvias pelo que foram omitidas destas conclusões.

- Para os **dias úteis, sábados e domingos**, verifica-se que as variáveis relativas ao consumo por cliente se relacionam em maior número e com valores de correlação mais elevados com as variáveis sócio-demográficas relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água, do que as variáveis relativas à capitação. Os valores e os sinais das correlações significativas são semelhantes em termos dos parâmetros estatísticos média, mediana, percentil 25 e percentil 75. Relativamente aos valores extremos, os valores das correlações são de uma forma geral inferiores. No caso das estatísticas relativas à capitação, pode observar-se o mesmo comportamento, embora o número de correlações significativas seja muito inferior.

Em relação às variáveis sócio-demográficas e em termos de variáveis características do *Alojamento* e dos *Dispositivos*, verifica-se que o consumo por cliente varia directamente com a “tipologia do alojamento”, com o “n.º de banheiras”, com o “n.º de autoclismos com descarga dupla”, e com o “n.º de torneiras”. Em termos de variáveis características do *Agregado familiar*, verifica-se que o consumo é tanto maior quanto maior for o “n.º de residentes”, o “n.º de profissionais activos”, o “n.º de estudantes” e o “n.º de dias de empregada”. De forma semelhante, o consumo é tanto menor quanto menor for a “idade média” do agregado e a “escolaridade média” do agregado.

No que se refere aos *Hábitos de consumo e de poupança de água*, verifica-se que o consumo por cliente é tanto maior quanto maior for o “n.º de duchas diários”, o “n.º de lavagens de roupa” e o “n.º de lavagens de loiça”. De modo contrário, varia inversamente com o “n.º de jantares por semana”, com o “n.º de almoços ao fim-de-semana” e com o “n.º de jantares durante o fim-de-semana”.

Relativamente à capitação (mediana da capitação), verifica-se que os valores de correlação são baixos, tendo-se obtido que esta varia positivamente com o “n.º de horas de empregada”, com o “n.º de dias empregada” e com o “n.º de almoços por semana”.

Pelo facto de poderem existir variáveis relacionadas entre si a influenciar as variáveis de consumo foram avaliadas as influências da relação tipologia - piso, e a influência da relação tipologia - n.º de residentes.

Para se perceber se a “tipologia do alojamento” influencia a relação entre o “n.º do piso” e as variáveis de consumo, prosseguiu-se a análise com o estudo da correlação parcial, introduzindo a “**tipologia do alojamento**” como variável de controlo. Verifica-se que os valores de correlação entre o “n.º do piso” e as variáveis de consumo deixaram de ser significativos. Verifica-se assim que o facto da “tipologia do alojamento” se relacionar com o

“*n.º do piso*” influencia a correlação entre o “*n.º do piso*” e as variáveis de consumo. Introduzindo a variável “*n.º do piso*” como variável de controlo no estudo da relação entre a “*tipologia do alojamento*” e as variáveis de consumo, verifica-se que os valores de correlação se mantêm praticamente inalterados.

Para a influência da relação tipologia - n.º de residentes, se for considerada como variável de controlo o “*n.º de residentes*”, verifica-se que os valores de correlação entre a “*tipologia do alojamento*” e as variáveis de consumo se alteram significativamente, diminuindo no caso das variáveis relativas ao consumo por cliente e passando a ser significativas e positivas no caso das variáveis relativas à capitação, ou seja, a capitação aumenta com a tipologia. Introduzindo a “*tipologia do alojamento*” como variável de controlo no estudo da correlação entre o “*n.º de residentes*” e as variáveis de consumo, verifica-se que os valores de correlação entre o “*n.º de residentes*” e as variáveis de consumo se alteram significativamente, diminuindo no caso das variáveis relativas ao consumo por cliente e passando a ser significativas e negativas no caso das variáveis relativas à capitação, ou seja, a capitação aumenta com a diminuição do n.º de habitantes.

- Para os **factores de ponta mensal e diário** verifica-se que o factor de ponta diário correlaciona-se com um maior número de variáveis do que o factor de ponta mensal

O factor de ponta mensal é tanto maior quanto maior for o “*n.º de jantares por semana*”, e tanto menor quanto menor for o “*n.º de profissionais activos*” e o “*n.º de floreiras*”.

O factor de ponta diário diminui à medida que vai diminuindo a “*tipologia do alojamento*”, o “*n.º de residentes*”, o “*n.º de profissionais activos*”, o “*n.º de duchas diários*” e o “*n.º de lavagens de roupa*”.

## 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 7.1 Conclusões

Neste capítulo apresenta-se uma síntese do trabalho desenvolvido, descrevem-se as principais conclusões e apresentam-se sugestões para desenvolvimentos futuros.

O objectivo principal desta dissertação consistiu na identificação e análise dos factores sócio-demográficos mais relevantes para a caracterização dos consumos domésticos em sistemas de distribuição de água. Para a identificação e análise desses factores foi seguida a seguinte metodologia:

- Estado da arte sobre a caracterização de consumos, onde foi efectuada uma revisão bibliográfica dos temas mais relevantes para o desenvolvimento deste trabalho de investigação.
- Descrição do caso de estudo, onde foi apresentada uma caracterização sumária do edifício, do alojamento, dos clientes abastecidos, uma caracterização dos contadores domiciliários e do sistema de telemetria domiciliária instalado em sistemas de distribuição de água.
- Recolha e processamento de dados sócio-demográficos e relativos aos hábitos de consumo e de poupança de água, e de dados de consumo.
- Construção de variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água, e de variáveis de consumo.
- Análise de resultados, onde se apresentam os métodos de análise para os dados analisados e se efectuam análises estatísticas univariada e bivariada.

De seguida, são descritas as principais conclusões organizadas por capítulo.

#### ***Estado da arte***

Este tema tem sido largamente estudado por especialistas, um pouco por todo o mundo, dada a sua importância sob o ponto de vista económico-financeiro, técnico, ambiental, de saúde pública e social, pelo que foram citadas as contribuições mais relevantes nesta matéria.

A análise da bibliografia permitiu concluir que existe consenso sobre a influência de variáveis tais como o preço da água, a tarifa, os factores climáticos, os factores sócio-demográficos, os factores psico-sociais, as características dos alojamentos e os hábitos do agregado familiar, no consumo doméstico de água.

No entanto, enquanto que alguns estudos apontam a regulação do preço da água como uma das formas mais eficientes de controlar a procura e reduzir o consumo, outros defendem que a regulação do preço é uma ferramenta praticamente ineficaz.

De um modo geral, a grande maioria dos autores defende que o consumo deve ser facturado com base na medição de consumos domiciliários. Contudo, embora as medições de consumos de água seja prática comum em muitos países desenvolvidos, a sua implementação não é generalizada. Exemplos disso são países como a Noruega, a Irlanda, a Inglaterra ou o Canadá. Nalguns destes países, ainda se discutem os custos e os benefícios da instalação de contadores domiciliários. Em diversos estudos realizados, a caracterização dos consumidores é efectuada no início do programa de monitorização. Deste modo, factores como o crescimento da família, mortes, divórcios, novos empregos ou despedimentos são alterados ao longo do tempo, e não são actualizados, conduzindo à degradação da qualidade da amostra.

No que diz respeito aos sistemas de telemetria na medição de consumos domésticos, em sistemas de distribuição de água, estes sistemas permitem que os dados de telemetria possam ser utilizados no controlo e operação da rede, no planeamento e dimensionamento de novas redes ou expansão das existentes e no processamento de facturação. Do mesmo modo, oferecem a possibilidade da criação de novas áreas de negócio, através da implementação de serviços adicionais aos clientes (e.g., facturação detalhada, alertas sobre aumentos súbitos de consumo).

### **Caso de estudo**

O caso de estudo permitiu a análise de uma amostra significativa de clientes domésticos. O caso de estudo para a caracterização de consumos domésticos corresponde ao complexo de edifícios das *Twin-Towers*, localizado na freguesia de Campolide, em Lisboa, tendo sido analisada uma amostra de 240 clientes domésticos. O facto dos contadores domiciliários estarem instalados em bateria, permitiu a implementação e teste de um sistema de telemetria domiciliário, do tipo M-Bus/GSM para aquisição remota de dados de consumo.

### **Recolha e processamento de dados**

O objectivo da recolha e processamento de dados foi o estudo de clientes domésticos com vista à obtenção de estatísticas de consumo. Para a recolha e processamento de dados de consumo foram analisados os dados cujas leituras foram efectuadas simultaneamente pelo sistema de telemetria e pelo sistema tradicional de leitura manual. Foi seleccionado um período temporal para a análise de dados de consumo, correspondente ao trimestre de Outono e ao trimestre de Verão de 2006. Após a selecção do período temporal foram identificadas e corrigidas falhas nos registos diários de consumo obtidos por telemetria, para o período seleccionado. Os volumes diários da amostra obtidos por telemetria foram validados por comparação com os volumes registados mensalmente pelas leituras recolhidas manualmente, verificando-se que as diferenças encontradas não são significativas, dado que os erros relativos apresentam valores máximos inferiores a 16% e são da ordem de grandeza do erro associado à leitura manual (*i.e.*,  $1 \text{ m}^3$ ).

Para a recolha e processamento de dados sócio-demográficos e de dados relativos aos hábitos de consumo e de poupança de água foram analisados dados fornecidos pela EPAL, S.A., assim como foi efectuada a recolha de outros dados através de um inquérito, procurando-se construir uma metodologia para futuros estudos nesta área.

### **Construção de variáveis**

Para a construção de variáveis foram estabelecidas variáveis de consumo para a totalidade da amostra de clientes domésticos e para os clientes inquiridos, tendo por base os volumes, as capitações e os escalões de consumo. As variáveis de consumo associadas aos clientes inquiridos foram ainda agrupadas tendo em conta períodos temporais com uma base anual, trimestral, mensal, semanal e diária.

Foi ainda considerado um outro grupo de variáveis que inclui as variáveis sócio-demográficas e as variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água. As primeiras são constituídas pelas categorias *Alojamento* e *Agregado familiar*, enquanto que as segundas são constituídas pelos *Hábitos domésticos* e pelos *Hábitos de poupança de água e energia*. Para além da construção das variáveis provenientes do questionário, foram ainda descritas variáveis obtidas através da informação cedida pela EPAL, S.A.

### **Resultados**

Os resultados do presente estudo tiveram por base análises estatísticas distintas: univariada e bivariada. A análise estatística univariada incidiu em dois grupos de dados:

- análise de dados de consumo, onde foram analisados o consumo mensal, o consumo para os dias úteis, sábados e domingos e os factores de ponta mensal e diário;
- análise de dados do inquérito, onde foram analisadas estatísticas para as variáveis sócio-económicas e as variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água, e ainda, foram estabelecidas correlações entre estas variáveis.

A análise estatística bivariada incidiu no estudo de relações entre as variáveis sócio-demográficas e as variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água, com as variáveis de consumo. Esta análise foi efectuada para:

- a totalidade da amostra (240 clientes), onde foram analisadas matrizes de correlação e estatísticas descritivas.
- a amostra dos clientes inquiridos (95 clientes), onde foram feitas análises de variância a um factor e analisadas matrizes de correlação para o consumo mensal, o consumo para os dias úteis, sábados e domingos e para os factores de ponta mensal e diário;

Como principal conclusão deste trabalho apresenta-se uma síntese das variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água que se correlacionam com as variáveis de consumo. Para este trabalho foram apenas consideradas as variáveis de consumo referentes ao

consumo mensal e por cliente para os dias úteis, sábados e domingos e para os factores de ponta mensal e diário. Assim, apresenta-se no Quadro 7.1 as variáveis que apresentam uma correlação mais forte com as variáveis de consumo.

**Quadro 7.1 – Síntese das correlações entre as variáveis de consumo e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água.**

Variáveis de consumo	Correlações	
	Positiva (com $r > 0.2$ )	Negativa (com $r < -0.2$ )
<b>Consumo mensal e consumo por cliente</b>	Tipologia do alojamento N.º de residentes N.º de profissionais activos N.º de estudantes N.º de horas de empregada N.º de dias com empregada N.º de banheiras N.º de autoclismos com descarga dupla N.º de torneiras N.º de duchas diários N.º de lavagens de roupa N.º de lavagens de loiça Fechar torneira no duche enquanto se ensaboa	Idade média Escolaridade média do agregado N.º de jantares por semana
<b>Capitação</b>	N.º de horas de empregada N.º de dias de empregada	N.º de residentes
<b>Factor de ponta mensal</b>	N.º de jantares por semana	N.º de profissionais activos N.º de floreiras
<b>Factor de ponta diário</b>	Número de jantares por semana	Tipologia do alojamento N.º de residentes N.º de profissionais activos N.º de dias com empregada N.º de duchas diários N.º de lavagens de roupa



## 7.2 Recomendações

O trabalho realizado na presente dissertação não esgotou, de forma alguma, todos os aspectos da caracterização de consumos domésticos em sistemas de distribuição de água com base em análises sócio-demográficas, abrangendo apenas aqueles considerados mais relevantes para um primeiro desenvolvimento. São apresentados de seguida alguns tópicos para o desenvolvimento de trabalhos de investigação futuros nesta área.

O estudo permitiu também ganhar sensibilidade sobre a variabilidade própria de um grupo “homogénio”. Permitiu identificar as variáveis sócio-demográficas mais interdependentes, de modo a, em estudos posteriores, se poder proceder à partida a uma relação de um menor número de variáveis.

Em termos de trabalhos futuros a desenvolver no âmbito da caracterização de consumos, salientam-se os seguintes:

- Alargar a análise efectuada a outras amostras de clientes de universos estatísticos diferentes, para a validação dos resultados obtidos e identificar outras correlações distintas das obtidas nestes estudo.
- Alargar a análise efectuada para a caracterização de consumos domésticos considerando outros factores sócio-demográficos não contemplados nesse estudo, como por exemplo, o tipo de habitação, a sazonalidade, a temperatura, religião, e incluir a análise da variação dos consumos domésticos com a pressão disponível à entrada do alojamento.
- Aplicar a metodologia utilizada neste trabalho para a caracterização de outros tipos de consumidores não domésticos.
- Aplicar a metodologia de análise tendo por base dados de consumo instantâneos e perfis de consumo ao longo do dia, por forma a obter correlações adicionais (e.g., período de lavagem de roupa e número de refeições ao longo da semana) e separar a componente de consumo da componente de perdas de água na habitação.

Em termos de continuidade do presente trabalho no âmbito do projecto de investigação em que está inserido, salientam-se os seguintes desenvolvimentos a ser efectuados:

- Aplicar a análise efectuada a diferentes períodos temporais (e não apenas aos trimestres de Verão e de Outono), de forma a obter um conjunto base de variáveis de consumo que sejam mais abrangentes e que incluam o efeito da sazonalidade.
- Aplicar técnicas complementares de análise exploratória de dados que complementem a análise efectuada (e.g., análise em componentes principais, análise de clusters);
- Desenvolver um modelo para a inferência de consumos domésticos através de técnicas de regressão ou da utilização de redes neuronais.



## 8. BIBLIOGRAFIA

- Agthe, D. E. and R. B. Billings (1987). "Equity, price elasticity, and household income under increasing block rates for water." *American Journal of Economics and Sociology* 46(3): 273 - 286.
- Agthe, D. E., R. B. Billings, et al. (1986). "A simultaneous equation demand model for block rates." *Water Resources Research WRERA0* 22(1): 1 - 4.
- Alegre, H., S. T. Coelho, et al. (2005). Controlo de perdas de água em sistemas públicos de adução e distribuição. Lisboa, IRAR, INAG, LNEC: 306 p.
- Alegre, H., P. Machado, et al. (1992). Caracterização dos consumos domésticos de água na cidade de Lisboa. Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- Almeida, M. C., J. M. Baptista, et al. (2004). Efficient use of water in Portugal: a national program. IWA World Water Congress. 19-24 of September 2004, Marrakech, Morocco.
- Almeida, M. C. and D. Buttler (1999). "At source domestic wastewater quality." *Urban Water* 1(1): 49-55.
- Almeida, M. C., P. Vieira, et al. (2005). Uso eficiente da água no sector urbano. Relatório 324/05 - NES. Lisboa, LNEC.
- Andre, P. A. and E. R. Pelin (1999). Brazilian national program to prevent the waste of water. Economic analysis of domestic consumption, Office for urban development, Brazil.
- ANSI/AWWA C706-96 "Direct-reading, remote-registration systems for cold-water meters ".American Water Works Association: 6 p.
- APDA (1999). Água, quem é quem?. Suplementaria. Lisboa, Portugal.
- Arbués, F., R. Barberán, et al. (2000). Water price impact on residential water demand in the city of Zaragoza. A dynamic panel data approach. Paper presented at the 40th European Congress of the European Regional Studies Association, August 30-31 Barcelona.
- Arbués, F., M. A. García-Valiñas, et al. (2003). "Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review." *Journal of Socio-Economics* 32(1): 81 -102.
- Arregui, F., Cabrera Jr., E., et al (2006). Integrated water meter managment. IWA Publishing, London.
- AWWA (1999). "Water use: indoor & annual." *waterwiser.org*.
- Ball, A., M. Styles, et al. (2003). Measuring microcomponents for demand forecasting. Proccedings of the International Conference on Computing and Control for the Water Industry. Advances in Water Supply Management – Maksimovic', Butler & Memon (eds), London, UK.
- Baptista, J. M., M. C. Almeida, et al. (2001). Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água. Lisbon, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território - Estudo elaborado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) com apoio do Instituto Superior de Agronomia (ISA): 212 p.
- Barkatullah, N. (2002). OLS and instrumental variable price elasticity estimates for water in mixed-effects model under multiple tariff struture. London, London Economics Working Papers and Economic Briefs: 28 p.
- Bartoszczuk, P. and Y. Nakamuri (2002). Modeling sustainable water prices. , Handbook of Sustainable Development Planning: Studies in Modelling and Decision Support. M Quaddus and A Siddique (Eds), Edward Elgar Publishers (Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA). .
- Bau, J. (1983). Gestão da procura em sistemas de abastecimento de água a aglomerados urbanos. Lisboa. Programa de investigação apresentado a concurso para provimento na categoria de Investigador Coordenador do Laboratório Nacional de Engenharia Civil: 225 p.
- Bennett, R. E. (2005). "Direct billing of multi-famaly customers for water use presents new opportunities and challenges to water providers in the United Sates." *IWA Publishing Journal - Water Suplly* 5(3 - 4): 43 - 48.
- Billings, B. R. (1982). "Specification of Block Rate Price Variables in Demand Models." *Land Economics - University of Wisconsin Press* 58 (3): 386 - 394.

- Billings, R. B. (1987). "Alternative demand model estimators for block rate pricing." *Journal of the American Water Resources Association* 23(2): 341 - 345.
- Billings, R. B. and D. E. Agthe (1981). "Price elasticities for water: a case of increasing block rates." *Land Economics - University of Wisconsin Press* 57(2): 276 - 278.
- Bryant, R. and S. M. Tillman (1998). Analysis of the variables affecting water consumption for the city of Hays, Kansas. Proceedings of a Symposium. American Water Resources Association, Bethesda, Maryland. 1988, Bethesda, Maryland.
- Buchberger, S. G. and G. J. Wells (1996). "Intensity, duration, and frequency of residential water demands." *Journal of Water Resources Planning and Management* 122 (1): 11 - 19.
- Bucker, M. and J. Zimmer (1999). Water quality in distribution system operation, storage, cross-connections. National report from Germany. Proceedings of the IWSA World Water Congress. Buenos Aires, Argentina.
- Cabrera, E., M. Dubois, et al. (2003). Setting the right water tariff for targeted standard of service. Proceedings of the International Conference on Computing and Control for the Water Industry. Advances in Water Supply Management – Maksimovic', Butler & Memon (eds), London, UK.
- Carver, P. H. (1980). "Short and long run effects of price on municipal water use." *Water Resources Research* 16(4): 609 - 616.
- Charney, A. H. and G. C. Woodard (1984). "A Test of Consumer Demand Response to Water Prices: Comment." *Land Economics - University of Wisconsin Press* 60(4): 414 - 416.
- Chicoine, D. L., S. C. Deller, et al. (1986). "Water demand estimation under block rate pricing: a simultaneous equation approach." *Water Resources Research WREAO* 22(6): 859 - 863.
- Colombo, A. F. and B. W. Karney (2003). The labyrinth of water distribution systems: demand, energy and climate change. First Joint Conference IAHR-IWA on Pumps, Electromechanical Devices and Systems, Valência, Spain.
- Covas, D., Ramos, H. (2007) "Minimização de Perdas de Água em Sistemas de Abastecimento". In *Abastecimento de Água - O estado da arte e técnicas avançadas*. Ed. Gomes, H.P., Garcia, R.P., Rey, P.L.I., Editora Universitária UFPB, pp.47-66 (ISBN 978-85-7745-078-3)
- Covas, D., Jacob, A., and Ramos, H. (2006). "Bottom-up analysis for assessing water losses: a case study." 8th Annual International Symposium on Water Distribution Systems Analysis, Cincinnati, Ohio, August 27-30.
- Dale, L. L., C. D. Whitehead, et al. (2003). Trends in California water metering: a preliminary analysis. Proceedings of the International Conference on Computing and Control for the Water Industry. Advances in Water Supply Management – Maksimovic', Butler & Memon (eds), London, UK.
- Dalhuisen, J. M., R. Florax, et al. (2003). "Price and income elasticities of residential water demand : A meta-analysis." *Land Economics - University of Wisconsin Press* 79 (2): 292 - 308.
- Dalhuisen, J. M. and P. Nijkamp (2000). The economics of H2O. Economic Instruments and Water Policies in Central and Eastern Europe: Issues and Options. September 28-29, 2000, Szentendre, Hungary.
- Dandy, G., T. Nguyen, et al. (1997). "Estimating Residential Water Demand in the Presence of Free Allowances." *Land Economics - University of Wisconsin Press* 73(1): 125 -139.
- DeOreo, W. B., J. P. Heaney, et al. (1996). "Flow trace analysis to assess water use." *American Water Works Association - AWWA* 88(1): 79 - 90.
- Directiva n.º 2000/60/CE (2000). Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho n.º 2000/60/CE de 23-10-2000, Parlamento Europeu,
- Conselho da União Europeia,.
- Edwards, K. and L. Martin (1995). "A methodology for surveying domestic water consumption." *Journal of the Chartered Institution of Water and Environmental Management* 9: 477-488.
- Foster Jr., H. S. and B. R. Beattie (1981). "On the specification of price in studies of consumer demand under block rate price scheduling." *Land Economics - University of Wisconsin Press* 57(4): 624 - 629.

- Gaudin, S., R. C. Griffin, et al. (2001). "Demand specification for municipal water management: evaluation of the stone geary form." *Land Economics - University of Wisconsin Press* 77(3): 399 - 422.
- Geoffrey, A. and K. Yau (2003). "A study of domestic energy usage patterns in Hong Kong." *Energy* 28(15): 1671 - 1682.
- Griffin, R. C. and C. Chang (1990). "Pretest Analyses of Water Demand in Thirty Communities." *Water Resources Research* 26 (10): 2251 - 2255.
- Guimarães, R. C. and J. A. Sarsfield Cabral (1999). *Estatística*, McGraw-Hill.
- Hall, M. J., B. D. Hooper, et al. (1988). "Domestic per capita water consumption on South West England." *Water and Environmental Journal* 2 (6): 626 - 631.
- Hewitt, J. A. and W. M. Henemann (1995). "A Discrete/Continuous Choice Approach to Residential Water Demand under Block Rate Pricing." *Land Economics - University of Wisconsin Press* 71(2): 173 - 192.
- Higgs, H. and A. Worthington (2001). "Consumer preferences and water charging options in a large urban municipality." *Public Works Management & Policy* 5(3): 209 - 217.
- Hobson, C., P. Jeffrey, et al. (2004). Housing characteristics and their importance in predicting water demand - a study of the Three Valleys water region allocated for regional development. IWA World Water Congress. 19-24 of September 2004, Marrakech, Morocco.
- Hoffmann, M., A. C. Worthington, et al. (2006). "Urban water demand with fixed volumetric charging in a large municipality: the case of Brisbane, Australia." *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 59(3): 347 - 359.
- Höglund, L. (1999). "Household demand for water in Sweden with implications of a potential tax on water use." *Water Resources Research* 35(12): 3853 - 3863.
- Howe, C. W. (1982). "The impact of price on residential water demand: some new insights." *Water Resources Research* 18(4): 713 - 716.
- Howe, C. W. and F. P. Linaweaver (1967). "The impact of price on residential water demand and its relations to system design and price structure." *Water Resources Research* 3(1): 13 - 32.
- INAG (2001). *Plano Nacional da Água*. Lisboa, Instituto da Água.
- Kim, J., D. Lee, et al. (2006). Analysis of household water demand patterns by meters recording, 8th Annual Water Distribution Systems Analysis Symposium, Cincinnati, Ohio, USA, August 27-30, 2006.
- Kim, S. H., S. H. Choi, et al. (2007). "Trend analysis of domestic water consumption depending upon social, cultural, economic parameters." *Water Science & Technology: Water Supply* 7(5 - 6): 61 - 68.
- Klapper, H. (1987). "Pricing of Water Services." *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 73(5): 145 p.
- Klawitter, S. (2003). A methodical approach to multi criteria sustainability assessment pricing in urban areas. Proceedings of the 2003 Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change, Environmental Policy Research Centre: Berlin 2003.
- Loh, M. and P. Coghlan (2003). *Domestic water use study*. Perth, Western Australia, Water Corporation. 2007.
- Lopes, L., C. Paiva, et al. (2004). *Abastecimento de água em Portugal - o mercado e os preços*. Lisboa.
- Loureiro, D., A. Álvares, et al. (2007). Aplicação de sistemas de telemetria domiciliária em sistemas de distribuição de água. I Conferência INSSAA - Modelação de sistemas de abastecimento de água, Barcelos.
- Loureiro, D., S. T. Coelho, et al. (2006). Profiling residential water consumption. 8th Annual Water Distribution Systems Analysis Symposium, Cincinnati, Ohio, USA, August 27-30, 2006, University of Cincinnati.

- Loureiro, D (2006) - Metodologias de análise de consumos para a gestão eficiente de sistemas de distribuição de água, Programa de Doutoramento, LNEC, Lisboa.
- Lyman, R. A. (1992). "Peak and Off-Peak Residential Water Demand." *Water Resources Research* 28(9): 2159 - 2167.
- Maidment, D. R. and S. P. Miaou (1986). "Daily water use in nine cities." *Water Resources Research* WRERO 22(6): 845 - 851.
- Martínez-Espíñeira, R. (2003). "Estimating water demand under increasing-block tariffs using aggregate data and proportions of users per block." *Environmental and Resource Economics* 26(1): 5 - 23.
- Martínez-Espíñeira, R. and C. Nauges (2004). "Is all domestic water consumption sensitive to price control?" *Applied Economics* 36(15): 1697 - 1703
- Martins, R. and A. Fortunato (2005). "Residential water demand under block rates . A Portuguese case study." *Water Policy* 9(2): 217 - 230.
- McDonald, A., S. Bellfield, et al. (2003). Water demand: A UK Perspective. *Proceedings of the International Conference on Computing and Control for the Water Industry. Advances in Water Supply Management – Maksimovic', Butler & Memon (eds), London, UK.*
- Medeiros, N., D. Loureiro, et al. (2007). Conceção, instalação e exploração de sistemas de telemetria domiciliária para apoio à gestão técnica de sistemas de distribuição de água. I Conferência INSSAA - Modelação de sistemas de abastecimento de água, Implementação sustentada e integração na indústria da água, Barcelos.
- Mostert, E. (2000). Water pricing policies in the Netherlands. *Economic Instruments and Water Policies in Central and Eastern Europe: Issues and Options*. September 28-29, 2000, Szentendre, Hungary.
- Murdock, S. H., D. E. Albrecht, et al. (1991). "Role of socio-demographic characteristics in projections of water use." *Journal of Water Resources Planning and Management* 117(2): 235 - 251.
- Mylopoulos, Y., E. Kolokytha, et al. (2003). Urban water demand management – The city of Thessaloniki-Greece case study. *Proceedings of the International Conference on Computing and Control for the Water Industry. Advances in Water Supply Management – Maksimovic', Butler & Memon (eds), London, UK.*
- Nauges, C. and A. Thomas (2000). "Privately operated utilities, municipal price negotiation, and estimation of residential water demand: the case of France." *Land Economics - University of Wisconsin Press* 76(1): 68 - 85.
- Nauges, C. and A. Thomas (2003). "Long-run Study of Residential Water Consumption." *Environmental and Resource Economics* 26(1): 25 - 43.
- Nieswiadomy, M. L. and D. J. Molina (1989). "Comparing residential water demand estimates under decreasing and increasing block rates using household data." *Land Economics - University of Wisconsin Press* 65(3): 280 - 289.
- Nucci, N. (1983). "Evaluation of urban water demand. Economic and urban aspects. The build-up areas as a potential key predictive variable." 44 22-29.
- OCDE (1999). Household water pricing in OCDE countries. OCDE. Paris, OCDE, Paris, unclassified document ENV/EPOC/GEEI(98)12/FINAL: 75 p.
- Pashardes, P., P. Koundouri, et al. (2001). "Household demand and welfare: implications of water pricing in Cyprus." *Discussion Paper 2001-03, Department of Economics, University of Cyprus*
- Pestana, M. H. and J. N. Gageiro (2003). *Análise de dados para ciências sociais - a complementaridade ao SPSS*. Lisboa, Edições Sílabo.
- PNUEA (2001). Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água. Lisbon, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território - Estudo elaborado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) com apoio do Instituto Superior de Agronomia (ISA): 212 p.
- Protopapas, A. L. (2000). "Weather Effects on Daily Water Use in New York City." *Journal of Hydrologic Engineering* 5(3): 332 - 338.

- Renwick, M. E. and S. O. Archibald (1998). "Demand side management policies for residential water use: who bears the conservation burden?" *Land Economics - University of Wisconsin Press* 74(3): 343 - 359.
- Rietveldt, P., J. Rouwendal, et al. (2000). "Block rate pricing of water in indonesia: an analysis of welfare effects." *Bulletin of Indonesian Economic Studies* 36(3): 73 - 92.
- Russac, D. A. V., K. R. Rushton, et al. (1991). "Insights into domestic demand from a metering trial." *Water and Environment Journal* 5(3): 242 - 351.
- Samuelson, P. A. and W. D. Nordhaus (2005). *Economia* - 18<sup>a</sup> ed. Lisboa. McGraw-Hill.
- SAPESB. (2000). "Domestic water supply." from <http://www.sapesb.com.br/uragua/distribuicao.html>.
- Scheffer, J. E. and E. L. David (1985). "Estimating residential water demand under multi-tariffs aggregate data." *Land Economics - University of Wisconsin Press* 61 (3): 272 - 280.
- Shin, J. S. (1985). "Perception of Price When Price Information Is Costly: Evidence from Residential Electricity Demand." *Land Economics - University of Wisconsin Press* 67 (4): 591-598.
- Souto, J. N. (2005). "Telemetria nos sistemas de abastecimento e distribuição de água. Que futuro?" from <http://www.apda.pt/>.
- Stevens, T. H., J. Miller, et al. (1992). "Effect of price structure on residential water demand." *Journal of the American Water Resources Association* 28 (4): 681 - 685.
- Thackray, J. E., V. Cocker, et al. (1978). "The Malvern and Mansfield studies of domestic water usage." *ICE Proceedings* 64(1): 37-61.
- Thomas, J. F. and G. J. Syme (1988). "Estimating residential price elasticity of demand for water: A contingent valuation approach." *Water Resources Research* 24(11): 1847 - 1857.
- Timmins, C. (2002). "Measuring the dynamic efficiency costs of regulators preferences: municipal water utilities in the arid West." 70(March 2002): 603 - 629.
- Vieira, P., M. C. Almeida, et al. (2007). Household water use: a Portuguese field study. 4th Specialist Conference on Efficient Use and Management of Urban Water Supply, Jeju, Korea.
- Warren, R. and A. Cunningham (2007). Leakage Methodology Review: variation in per capita consumption estimates, Tinemarch Systems Engineering Ltd.
- Whitworth, C. (2000). Water pricing in England and Wales. Economic Instruments and Water Policies in Central and Eastern Europe: Issues and Options. September 28-29, 2000, Szentendre, Hungary.
- Williams, M. and B. Suh (1986). "The demand for urban water by customers class." *Applied Economics* 18(12): 1275 - 1289.
- Worthington, A. C. and M. Hoffmann (2006). "A state of the art review of residential water demand modelling." Faculty of Commerce - Papers. University of Wollongong, School of Accounting and Finance Working Paper Series No. 06/27, 2006
- Yepes, G. and A. Dianderas (1996). Water and wastewater utilities indicators, Water and Sanitation Division, Washington D.C., 1996.
- Zhanga, J. J., R. Songb, et al. (2006). Short-term water demand forecasting: a case study. 8th Annual Water Distribution Systems Analysis Symposium, Cincinnati, Ohio, USA, August 27-30, 2006, University of Cincinnati.





---

## **ANEXO I - NOTA INFORMATIVA AOS CONDÓMINOS**

---



# Utilização de dados de telemedição domiciliária na gestão de sistemas de distribuição de água



EPAL



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

**Assunto:** Inquérito sobre hábitos de consumo de água

Lisboa, 17 de Junho de 2008

Exmos Senhores Condóminos,

A EPAL - Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A. (EPAL, S.A.), em parceria com o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), encontra-se a desenvolver um projecto de investigação, co-financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, intitulado “Utilização dos Dados de Telemedição Domiciliária na Gestão de Sistemas de Distribuição de Água”. O objectivo deste projecto é identificar os potenciais benefícios da aplicação de sistemas de telemetria em contadores domiciliários, bem como testar e pôr em prática metodologias que tirem partido dos usos desta tecnologia, como seja o controlo de perdas de água domiciliárias ou o aumento da fiabilidade das leituras.

A instalação de sistemas de telemetria em contadores domiciliários de água, para um n.º significativo de clientes, foi efectuada pela primeira vez em Lisboa pela EPAL, S.A., em 2003, nos edifícios *Twin Towers*, Sete Rios, em Lisboa. A melhoria da qualidade de serviço, através de leituras mais frequentes e fiáveis, da eliminação de leituras por estimativa, da implementação de serviços adicionais aos clientes (e.g., alertas sobre consumos não eficientes ou sobre perdas de água) e da identificação mais rápida de eventuais avarias nos contadores, constituíram as principais motivações para a instalação deste tipo de tecnologia.

O LNEC, por seu lado, dispõe de uma experiência de mais de 20 anos na análise de consumos em sistemas de distribuição de água e pretende aplicar e aprofundar conhecimentos ao nível dos consumos domiciliários, contribuindo, por um lado, para uma melhor gestão destes sistemas e por outro lado para um uso mais eficiente da água.

Deste modo, uma das tarefas do projecto acima citado visa caracterizar o consumo domiciliário em função de dados sócio-demográficos dos clientes abrangidos (e.g., idade dos elementos, n.º de lavagens de roupa semanal, n.º de banhos/duches diários, etc.) e de dados técnicos (e.g., pressão servida). A recolha dos dados sócio-demográficos será efectuada através da realização de um inquérito.

A EPAL S.A. e o LNEC garantem a total confidencialidade da informação recolhida, que será utilizada em exclusivo no âmbito deste estudo. A realização deste inquérito é fundamental para permitir identificar quais os factores que mais influenciam o consumo doméstico de água.

## Utilização de dados de telemedicação domiciliária na gestão de sistemas de distribuição de água



EPAL



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

O inquérito em anexo destina-se a ser preenchido por um dos elementos de cada agregado familiar (um por agregado familiar). O inquérito deverá ser devolvido pelo correio, através de envelope RSF que se anexa até **30 de Abril de 2007**.

O inquérito pode também ser preenchido pela Internet, a partir do *website* da EPAL ([www.epal.pt](http://www.epal.pt)).

Para os condóminos que não tiverem oportunidade de preencher o inquérito até à data indicada, a EPAL S.A e o LNEC, disponibilizará uma equipa de técnicos na semana de **15 a 20 de Maio de 2007** para a realização de eventuais inquéritos em falta.

Neste sentido, agradece-se a colaboração de todos os condóminos na resposta cuidada ao inquérito anexo.

Para qualquer esclarecimento adicional, contacte directamente a Administração do edifício ou o Dr. Nuno Medeiros através do n.º de telefone 21 325 1616.

Com os melhores cumprimentos,

Luís Branco

Nuno Medeiros

Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A

Responsável pela Unidade de Assistência Local

Departamento de Clientes Directos

Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A

---

## **ANEXO II - INQUÉRITO AOS CONSUMOS DOMÉSTICOS DE ÁGUA**

---



# Utilização de dados de telemedição domiciliária na gestão de sistemas de distribuição de água



EPAL



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## INQUÉRITO SOBRE HÁBITOS DE CONSUMO DE ÁGUA

**EPAL, S.A.**

Abril de 2007

### **Nota explicativa sobre o inquérito:**

O inquérito é composto por duas partes: a primeira parte destina-se a uma breve caracterização do seu agregado familiar e do alojamento; a segunda parte destina-se à caracterização dos hábitos do agregado familiar.

A EPAL S.A. e o LNEC garantem a total confidencialidade da informação recolhida, que será utilizada em exclusivo no âmbito deste estudo.

A realização deste inquérito, pioneiro em Portugal, é fundamental para permitir identificar quais os factores que mais influenciam o consumo doméstico de água.

Para responder, por favor preencha os campos assinalados, tentando não deixar nenhuma pergunta por responder.

### **Identificação do Cliente:**

Cod. Cliente:

### **Identificação do alojamento:**

N.º de porta:

Andar:

# Utilização de dados de telemedição domiciliária na gestão de sistemas de distribuição de água



EPAL



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## PARTE I - CARACTERIZAÇÃO DO AGREGADO FAMILIAR E DO ALOJAMENTO

### 1 - Composição do agregado familiar

1.1 - Quantas pessoas compõem o seu agregado familiar?

\_\_\_ pessoas

1.2 - Indique as idades dos elementos que compõem o seu agregado familiar (ordene por ordem crescente de idades):

Membro 1	Membro 2	Membro 3	Membro 4	Membro 5	Membro 6	Membro 7
___anos	___anos	___anos	___anos	___anos	___anos	___anos

### 2 – Actividade profissional

2.1 - Indique o número de membros do seu agregado que são:

Profissionais activos	Estudantes	Não activos <sup>1</sup>
___	___	___

2.2 - Dos elementos activos no seu agregado familiar, indique quantos exercem profissões em cada um dos seguintes sectores de actividade<sup>2</sup>:

Sector Primário	Sector Secundário	Sector Terciário
___	___	___

2.3 - Indique o nível de escolaridade (em curso ou concluído) de cada um dos membros do seu agregado familiar, colocando uma cruz no quadrado apropriado:

	Membro 1	Membro 2	Membro 3	Membro 4	Membro 5	Membro 6	Membro 7
Ainda não anda na escola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1º Ciclo (1ª - 4ª ano)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2º Ciclo (5º - 6º ano)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3º Ciclo (7º - 9º ano)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ensino secundário (10º - 12º ano)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formação universitária <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 3 - Dispositivos instalados no alojamento

3.1 - Indique o número de máquinas de lavar loiça e roupa:

Máquinas de lavar loiça	Máquinas de lavar roupa
___	___

<sup>1</sup> Não activos: Doméstica, Reformados/aposentados, Desempregados.

<sup>2</sup> Sector primário: Agricultura, Pescas e Indústria Extractiva; Sector secundário: Indústria; Sector terciário: comércio e serviços.

<sup>3</sup> Bacharéis, licenciados ou formação pós-graduada.



# Utilização de dados de telemedição domiciliária na gestão de sistemas de distribuição de água



EPAL



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

3.2 - Indique o de número de polibans e o número de banheiras:

Polibans	Banheiras
—	—

3.3 - Indique o de número de sanitas com autoclismo:

Exterior de descarga simples	Exterior de descarga dupla	Interior à parede
—	—	—

3.4 - Indique o de número total de torneiras (excluindo as ligadas a máquinas de lavar):

Nas casas de banho (lavatório, bidé, banheira)	Na cozinha	Exteriores à habitação
—	—	—

## 4 - Empregada de limpeza

4.1 - Tem empregada de limpeza?

☐ Sim ☐ Não

a) Quantas horas por semana tem empregada de limpeza?

— horas

b) Em que dias da semana costuma ter empregada limpeza? Assinale com uma cruz as opções.

Domingo	2ª feira	3ª feira	4ª feira	5ª feira	6ª feira	Sábado
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 5 - Tipo de ocupação do alojamento

5.1 - O presente alojamento é utilizado como habitação permanente?

☐ Sim ☐ Não

5.2 - Se o alojamento não é utilizado como habitação permanente, por favor indique o n.º médio de dias em que é ocupado mensalmente:

— dias

5.3 - O presente alojamento constitui habitação:

☐ Própria ☐ Arrendada

## PARTE II - CARACTERIZAÇÃO DOS HÁBITOS DO AGREGADO FAMILIAR

### 6 - Hábitos domésticos

6.1 - Indique o número de duchas diários do agregado:

— duchas

6.2 - Indique a duração média (aproximada) de cada duche:

— minutos

6.3 - Indique o número de banhos de imersão/hidromassagem semanais do agregado:

— banhos

6.4 - Indique o número total de refeições em casa, em média, de 2ª a 6ª feira:

Almoço	Jantar
—	—

## Utilização de dados de telemedicação domiciliária na gestão de sistemas de distribuição de água



EPAL



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

6.5 - Indique o número total de refeições em casa, em média, durante o fim-de-semana:

Almoço	Jantar
___	___

6.6 - Indique o número de lavagens de roupa, em média, por semana, e o período do dia em que é mais comum fazê-lo:

\_\_\_ lavagens de roupa

Período da manhã (8:00 - 12:00)	Período da tarde (12:00 - 20:00)	Período da noite (20:00 - 8:00)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.7 - Indique o número de lavagens de loiça, em média, por semana, e o período do dia em que é mais comum fazê-lo:

\_\_\_ lavagens de loiça

Período da manhã (8:00 - 12:00)	Período da tarde (12:00 - 20:00)	Período da noite (20:00 - 8:00)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.8 - Indique o número de floreiras ou vasos na varanda?

\_\_\_ Floreiras ou vasos de flores

6.9 - Caso possua floreiras ou vasos na varanda, indique o modo de rega utilizado:

Regador	Rega automática
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.10 - Em que períodos do ano é mais comum os elementos do agregado familiar fazerem férias? (Neste inquérito, entende-se por período de férias um período de ausência superior a 4 dias.)

Natal	Carnaval	Páscoa	Verão	Outros Períodos (por favor, especifique quais.)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____ _____ _____

## 7 - Hábitos de poupança de luz e água

7.1 - Dispõe de tarifário de energia bi-horário (se sim, especifique qual):

☐ Sim ☐ Não

Tarifário bi-horário: ciclo diário	Tarifário bi-horário: ciclo-semanal
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

--	--

--	--

--	--

--	--

--	--

--	--

--	--


--

## ÁGUA É VIDA!

A-11



---

## **ANEXO III - CARTA DE AGRADECIMENTO**

---



# Utilização de dados de telemedição domiciliária na gestão de sistemas de distribuição de água



EPAL



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

**Assunto:** Participação no inquérito sobre hábitos de consumo de água.

Lisboa, 17 de Junho de 2008

Exmos Senhores Clientes,

A EPAL - Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A. (EPAL, S.A.) e o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) agradecem aos clientes residentes nos edifícios *Twin Towers* o interesse e a participação no inquérito sobre hábitos de consumo doméstico de água, recentemente concluído.

Considera-se que a taxa de respostas foi satisfatória para inquéritos desta natureza e é reveladora do interesse destes consumidores em se obter uma melhor caracterização da estrutura de consumos domésticos, objectivo central do estudo em curso<sup>5</sup>. Lembramos que este estudo é precursor em Portugal e tem como objectivos finais testar e pôr em prática metodologias com vista ao controlo de perdas de água domiciliárias e ao aumento da fiabilidade das leituras de consumo de água.

Tal com referido na carta anterior, a EPAL S.A. e o LNEC garantem a total confidencialidade da informação recolhida, que será utilizada em exclusivo no âmbito deste estudo. Os clientes que participaram neste inquérito, e aqueles que ainda venham a fazê-lo, serão informados pela EPAL, S.A. sobre os resultados do projecto.

Uma vez que a fase de análise dos inquéritos se encontra a decorrer, incentivamos todos os clientes, que ainda não tiveram oportunidade de responder ao inquérito, a fazê-lo até ao dia **15 de Novembro**. O recebimento de inquéritos adicionais é fundamental para que os resultados obtidos sejam representativos da população em estudo. Junto se envia novamente o inquérito para preenchimento, caso ainda não o tenha feito.

---

<sup>5</sup> Vidé carta anterior enviada pela EPAL, S.A.

## Utilização de dados de telemedição domiciliária na gestão de sistemas de distribuição de água



EPAL



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

De forma a facilitar o processo de recolha dos inquéritos e para maior comodidade por parte dos clientes, os inquéritos devem ser entregues junto da equipa de segurança do condomínio. Esta equipa encontra-se devidamente informada pela EPAL, S.A. sobre o estudo em curso e tem sido um elo fundamental na ligação entre a EPAL, S.A. e os clientes residentes nos edifícios *Twin Towers*. Neste sentido, agradece-se a colaboração de todos os clientes interessados na resposta cuidada ao inquérito anexo.

Para qualquer esclarecimento adicional, contacte directamente a Administração do edifício ou o Dr. Nuno Medeiros através de nº de telefone 21 325 1616.

Com os melhores cumprimentos,

Luís Branco

Nuno Medeiros

Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A

Responsável pela Unidade de Assistência Local

Departamento de Clientes Directos

Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A

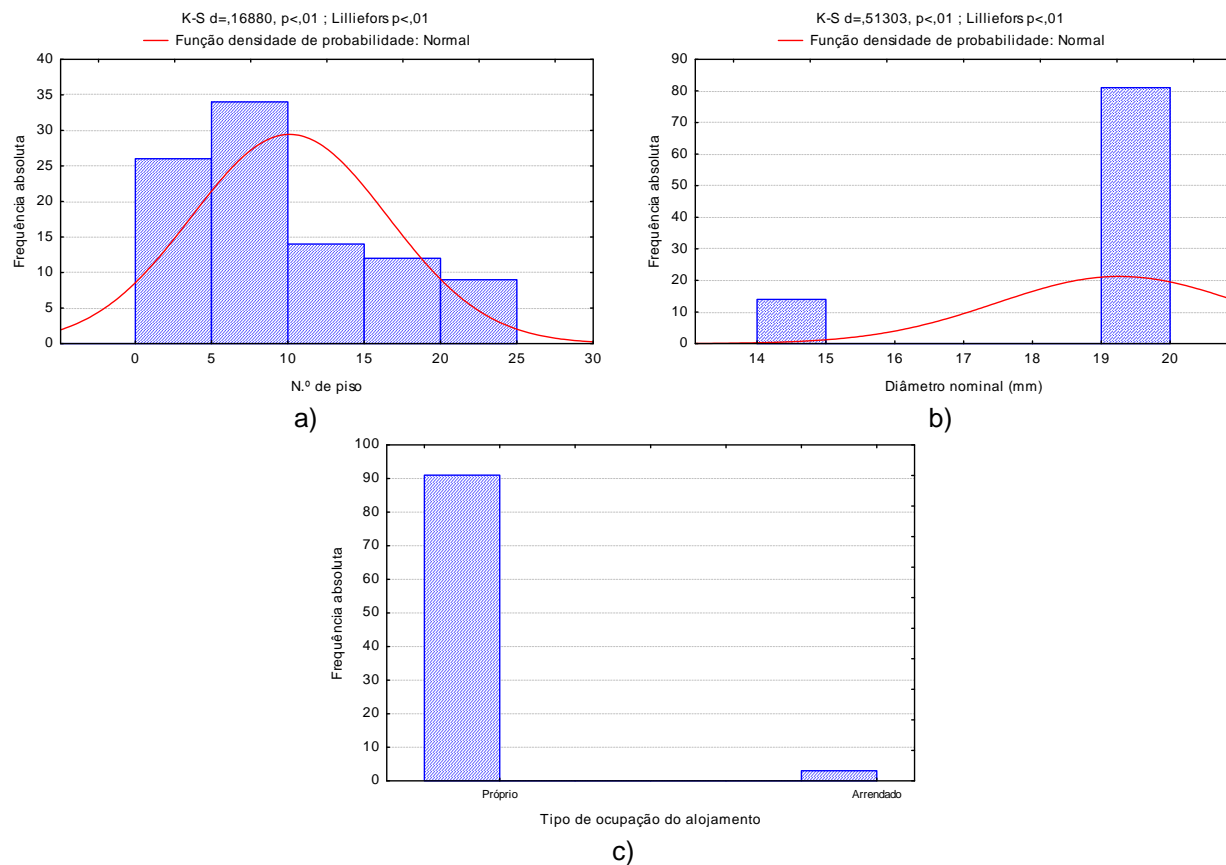


---

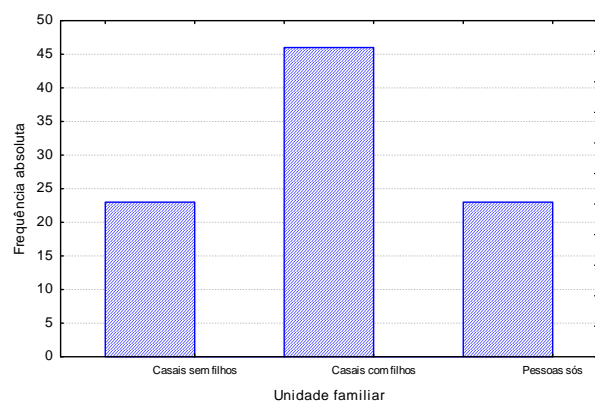
**ANEXO IV - VARIÁVEIS SÓCIO-DEMOGRÁFICAS E RELATIVAS  
AOS HÁBITOS DE CONSUMO E DE POUPANÇA DE ÁGUA**

---

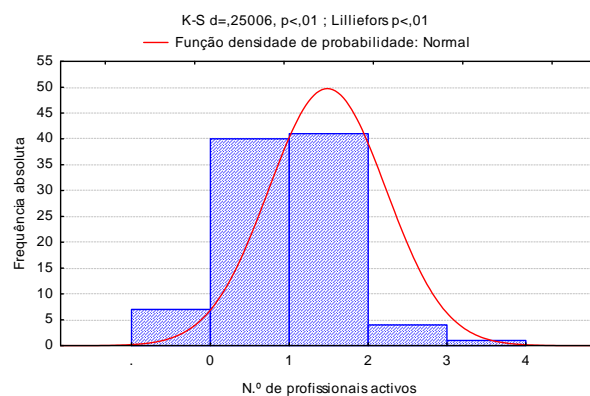




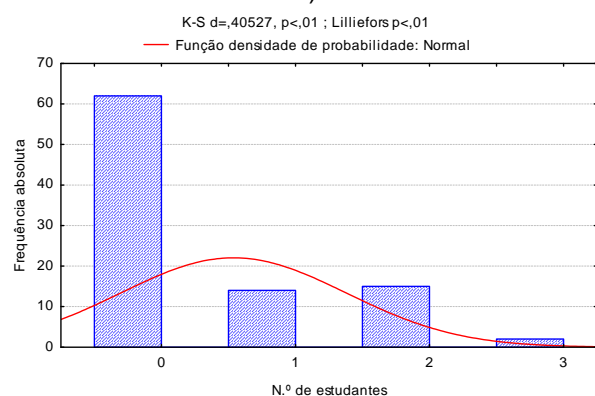
**Figura IV.1 – Histogramas de frequência absoluta para as variáveis pertencentes à categoria edificado e alojamento:**  
a) n.º de piso, b) diâmetro nominal, c) tipo de ocupação do alojamento.



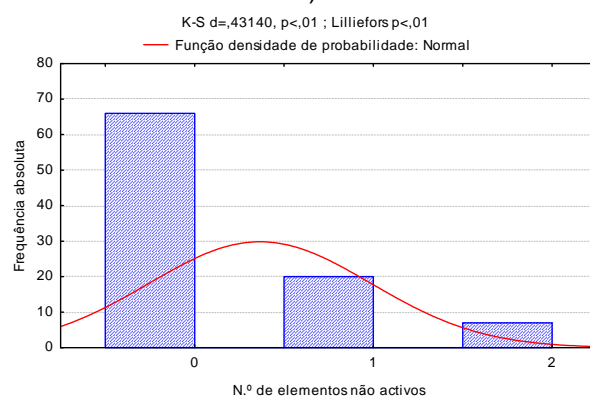
a)



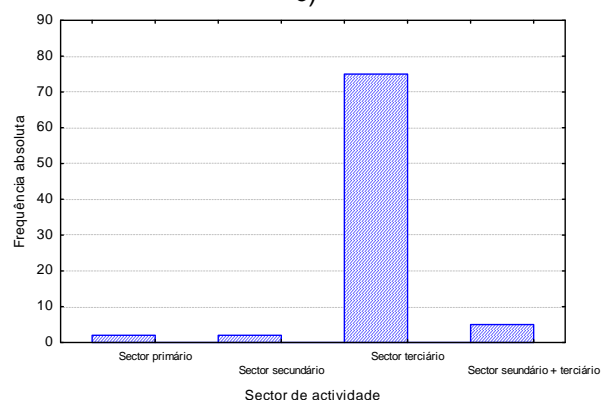
b)



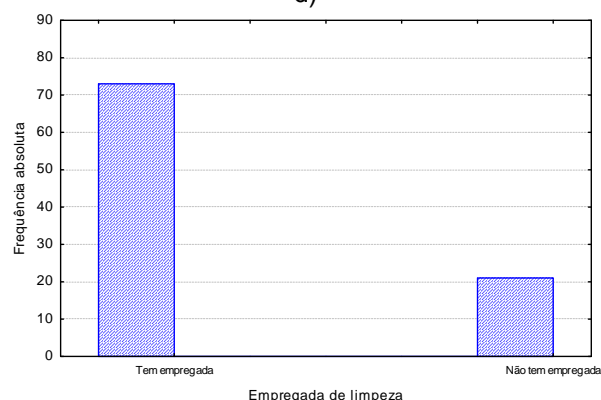
c)



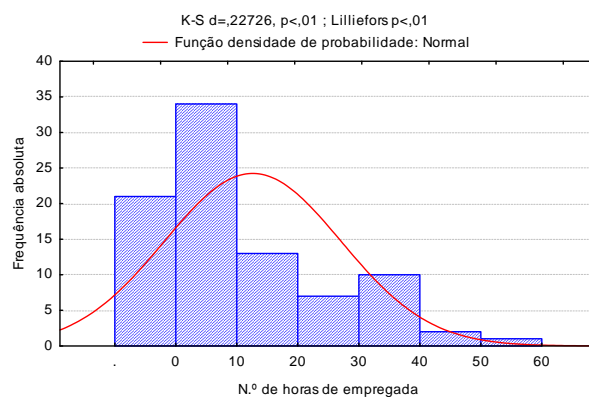
d)



e)

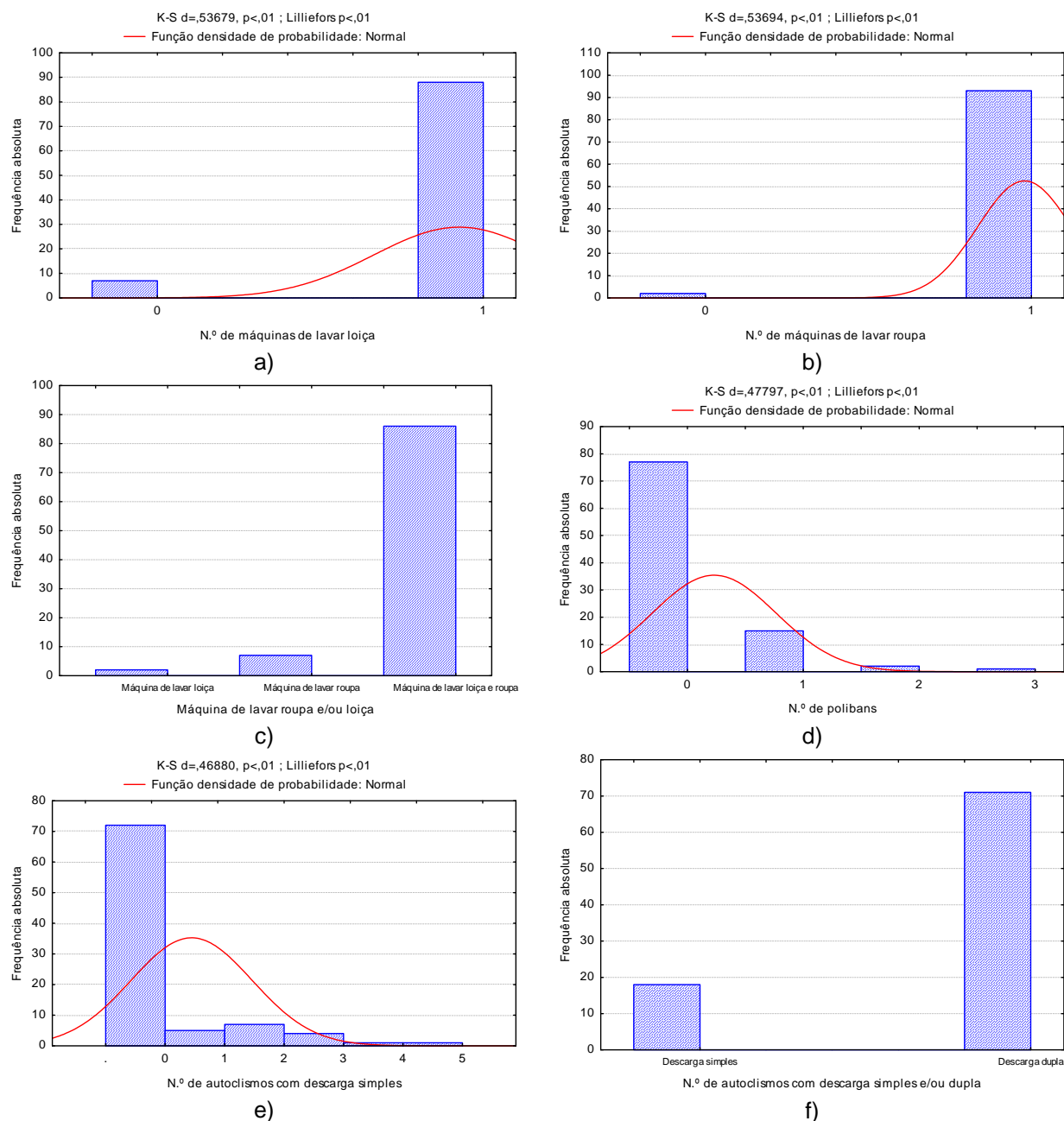


f)

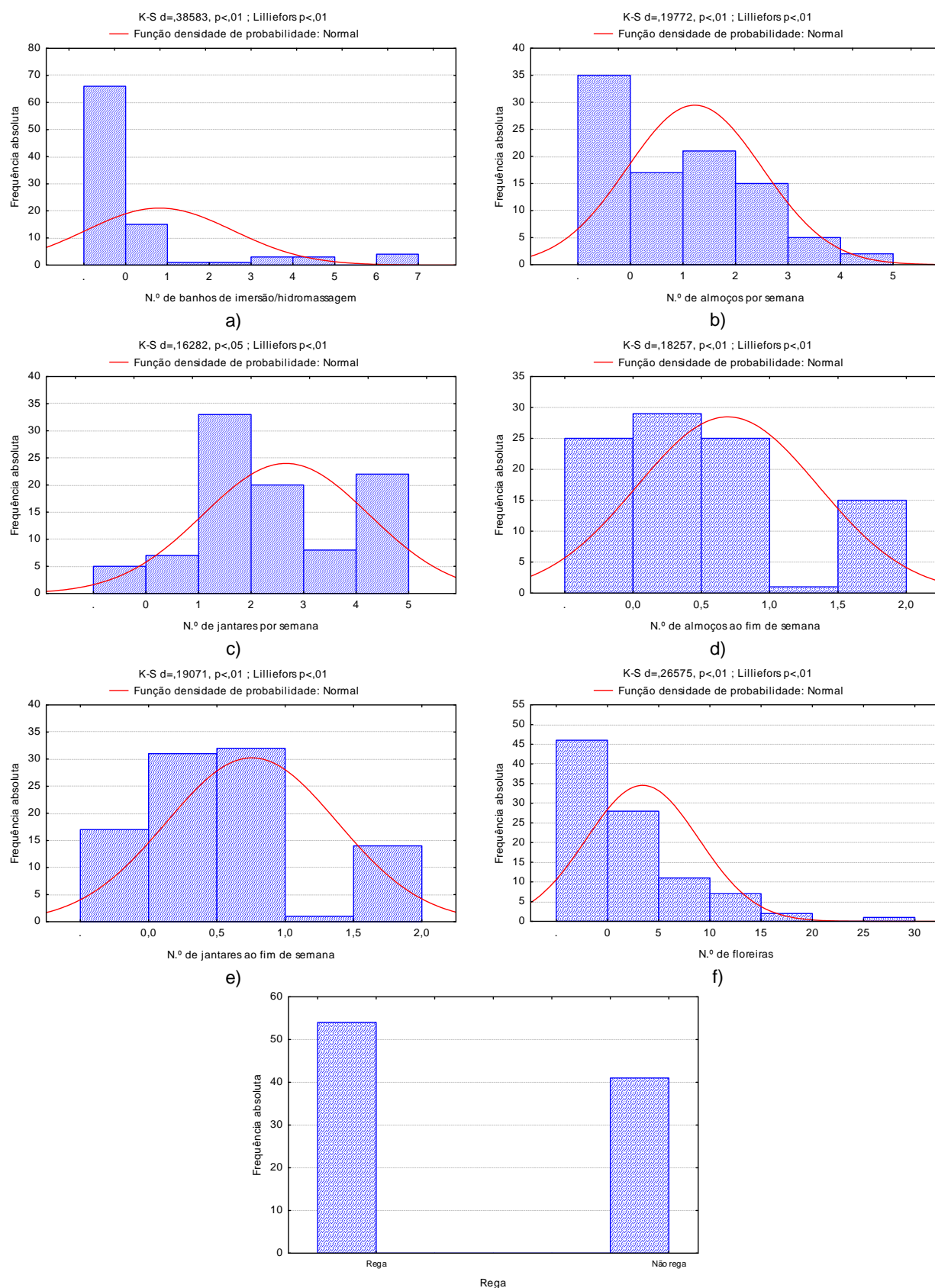


g)

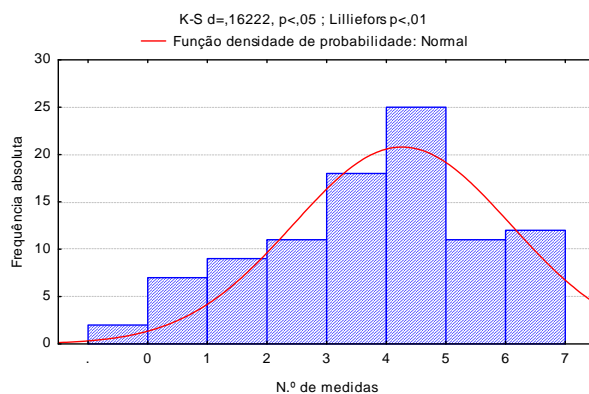
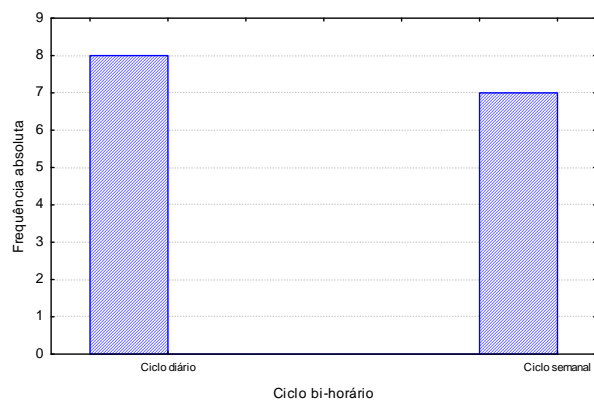
**Figura IV.2 – Histogramas de frequência absoluta para as variáveis pertencentes à categoria agregado familiar:**  
a) unidade familiar, b) n.º de profissionais activos, c) n.º de estudantes, d) n.º de elementos não activos,  
e) sector de actividade, f) empregada de limpeza, g) n.º de horas de empregada.



**Figura IV.3 – Histogramas de frequência absoluta para as variáveis pertencentes à categoria dispositivos instalados no alojamento: a) n.º de máquinas de lavar loiça, b) n.º de máquinas de lavar roupa, c) n.º de máquinas de lavar roupa e/ou loiça, d) n.º de polibans, e) n.º de autoclismos com descarga simples, f) n.º de autoclismos com descarga simples e/ou dupla.**



**Figura IV.4 – Histogramas de frequência absoluta para as variáveis pertencentes à categoria hábitos domésticos:**  
 a) n.º de banhos de imersão/hidromassagem, b) n.º de almoços por semana, c) n.º de jantares por semana,  
 d) n.º de almoços ao fim-de-semana, e) n.º de jantares ao fim-de-semana, f) n.º de floreiras, g) rega.



a) b)  
**Figura IV. 5 - Histogramas de frequência absoluta para as variáveis pertencentes à categoria hábitos de poupança de luz e água: a) ciclo bi-horário energético, b) n.º de medidas.**





---

## **ANEXO V - VARIÁVEIS DE CONSUMO**

---

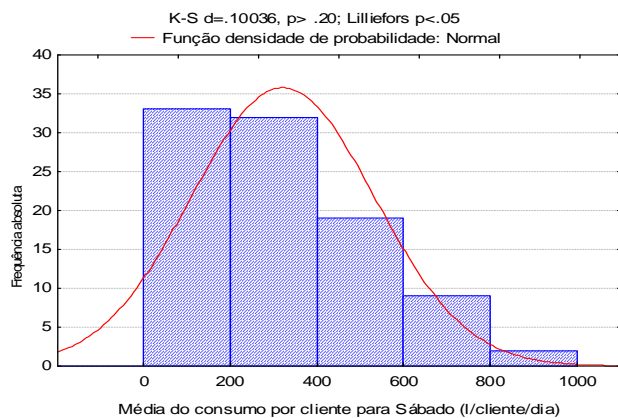


**Quadro V.1 – Análise estatística do consumo por cliente para os dias úteis, sábados e domingos para a totalidade dos clientes.**

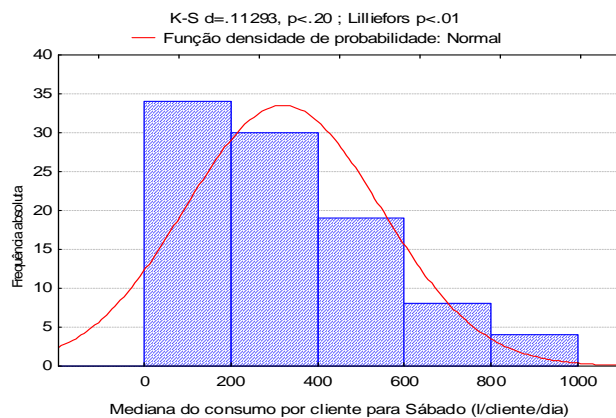
		Dimensão da amostra	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio-padrão	Coef. de assimetria	Coef. de variação
		(l/cliente/dia)	(l/cliente/dia)	(l/cliente/dia)	(l/cliente/dia)	(l/cliente/dia)	(-)	(-)	(-)
Consumo por cliente - Dias úteis	Média	240	389,5	331,0	31,1	1389,8	246,7	1,1	0,63
	Mediana	240	379,4	325,5	1,0	1380,5	252,6	1,0	0,67
	Quartil 25	240	278,9	229,0	0,0	1244,0	229,2	3,5	0,82
	Quartil 75	240	482,3	414,5	37,0	1617,0	277,8	1,2	0,58
	Máximo	240	993,7	770,0	127,0	5375,0	715,1	0,9	0,72
	Mínimo	240	40,5	0,5	0,0	732,0	90,0	2,3	2,22
Consumo por cliente - Sábados	Média	240	325,6	270,8	25,2	1694,6	227,8	1,4	0,70
	Mediana	240	317,8	255,0	0,3	1709,0	240,2	3,8	0,76
	Quartil 25	240	232,5	177,5	0,0	1474,0	214,6	1,5	0,92
	Quartil 75	240	402,8	339,0	21,0	1870,0	261,3	1,3	0,65
	Máximo	240	609,3	533,0	93,0	3421,0	373,2	2,6	0,61
	Mínimo	240	95,8	20,5	0,0	1114,0	153,1	2,5	1,60
Consumo por cliente - Domingos	Média	240	295,8	262,0	2,9	1407,9	201,2	3,6	0,68
	Mediana	240	284,9	243,0	0,0	1491,0	215,8	1,9	0,76
	Quartil 25	240	195,0	160,5	0,0	1379,0	197,7	1,3	1,01
	Quartil 75	240	382,2	333,0	0,0	1511,0	230,1	2,6	0,60
	Máximo	240	587,2	507,3	31,3	3424,0	359,1	2,7	0,61
	Mínimo	240	66,9	2,0	0,0	744,0	131,4	1,9	1,96

**Quadro V.2 – Análise estatística da capitação para os dias úteis, sábados e domingos para a totalidade dos clientes**

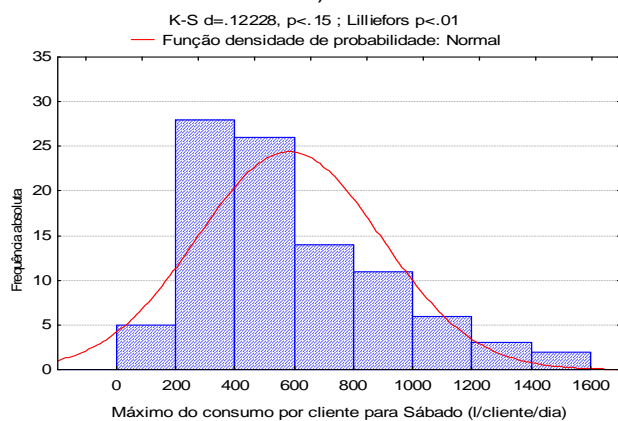
		Dimensão da amostra	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio-padrão	Coef. de assimetria	Coef. de variação
		(l/cliente/dia)	(l/cliente/dia)	(l/cliente/dia)	(l/cliente/dia)	(l/cliente/dia)	(-)	(-)	(-)
Capitação - Dias úteis	Média	240	190,6	160,0	15,6	873,6	128,5	2,3	0,67
	Mediana	240	184,3	154,1	1,0	884,0	133,8	2,3	0,73
	Quartil 25	240	129,0	108,1	0,0	741,5	108,7	2,2	0,84
	Quartil 75	240	241,6	199,5	18,5	988,5	158,4	2,1	0,66
	Máximo	240	517,2	387,5	57,3	4286,0	474,4	3,9	0,92
	Mínimo	240	16,3	0,2	0,0	268,0	35,9	3,4	2,20
Capitação - Sábados	Média	240	158,1	133,9	15,2	749,0	107,8	1,9	0,68
	Mediana	240	150,4	129,1	0,3	724,5	110,5	1,8	0,73
	Quartil 25	240	106,3	87,7	0,0	626,3	97,3	1,9	0,92
	Quartil 75	240	199,6	172,0	15,5	830,0	134,0	1,8	0,67
	Máximo	240	316,3	260,0	47,5	1118,0	206,3	1,5	0,65
	Mínimo	240	41,0	12,3	0,0	417,0	65,1	2,7	1,59
Capitação - Domingos	Média	240	146,7	124,2	3,6	704,9	100,5	2,0	0,69
	Mediana	240	137,9	116,0	0,0	701,0	104,9	1,9	0,76
	Quartil 25	240	87,3	70,1	0,0	629,2	87,1	2,2	1,00
	Quartil 75	240	194,8	168,4	0,0	758,5	127,0	1,6	0,65
	Máximo	240	321,0	249,5	38,0	1505,0	237,7	2,3	0,74
	Mínimo	240	24,3	0,8	0,0	435,0	51,8	3,8	2,13



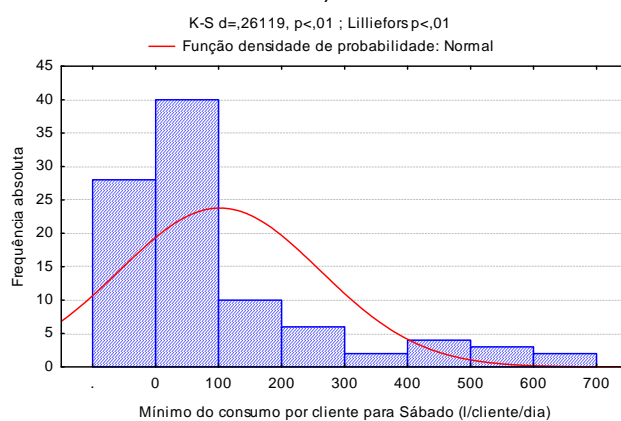
a)



b)

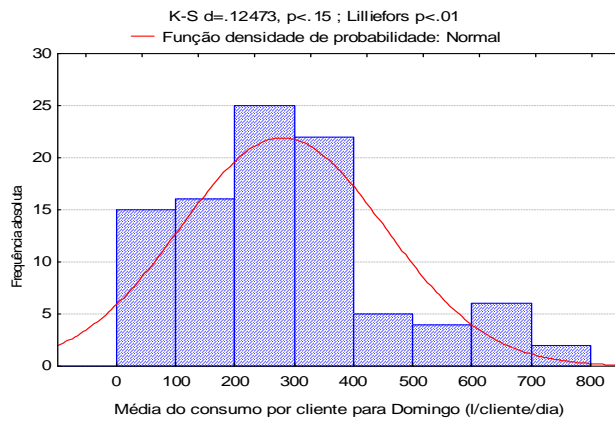


c)

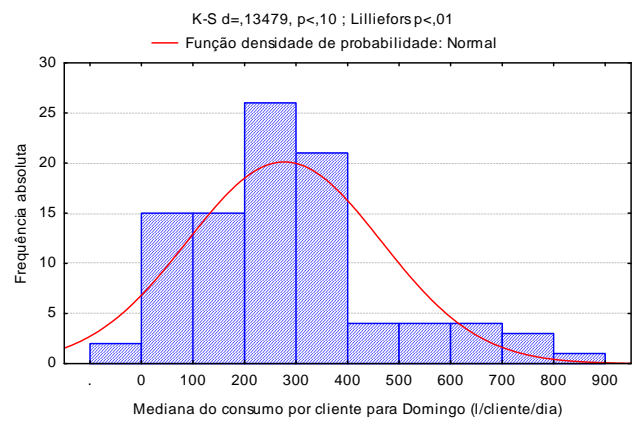


d)

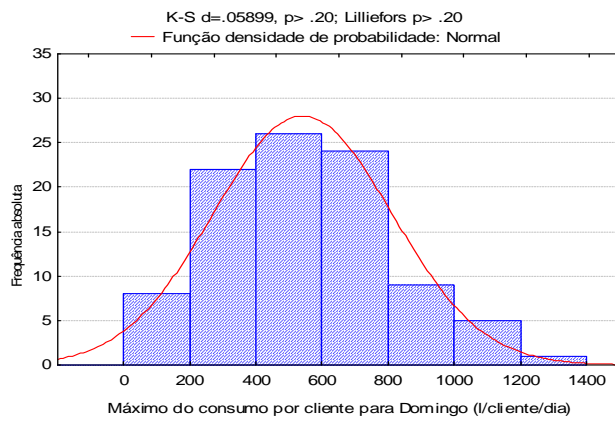
**Figura V.1 – Histogramas de frequências absolutas do consumo por cliente para os sábados, para os clientes inquiridos: a) média, b) mediana, c) máximo, d) mínimo.**



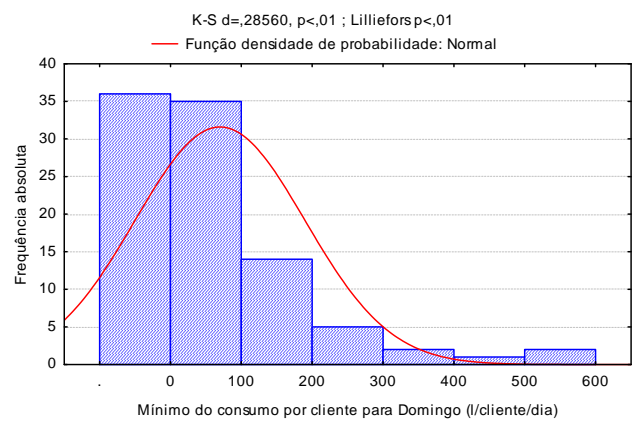
a)



b)

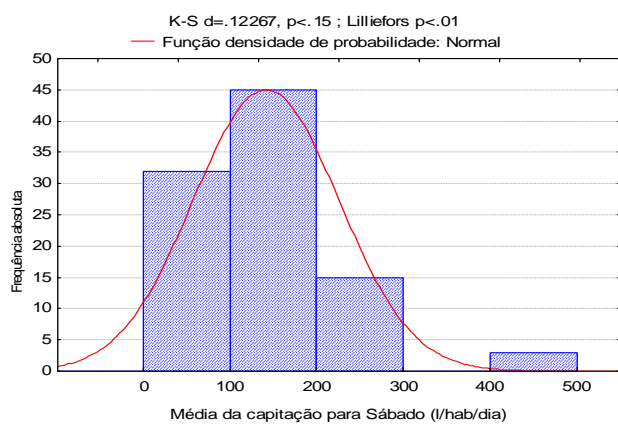


c)

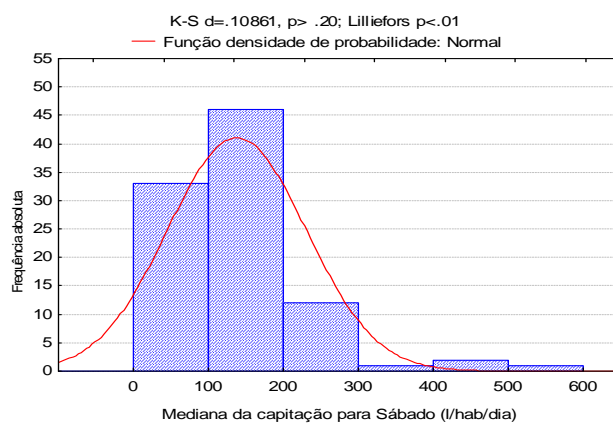


d)

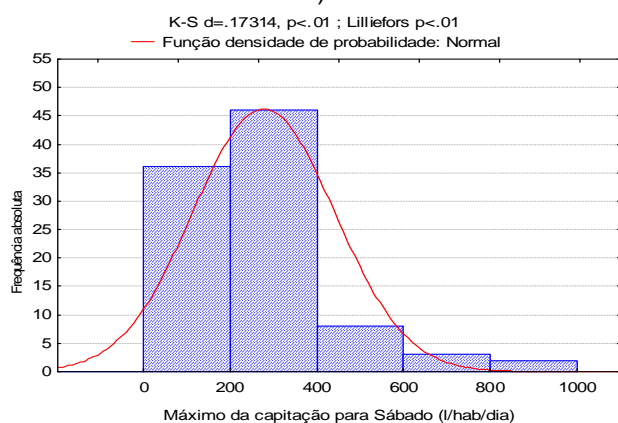
**Figura V.2 - Histogramas de frequências absolutas do consumo por cliente para os domingos, para os clientes inquiridos: a) média, b) mediana, c) máximo, d) mínimo.**



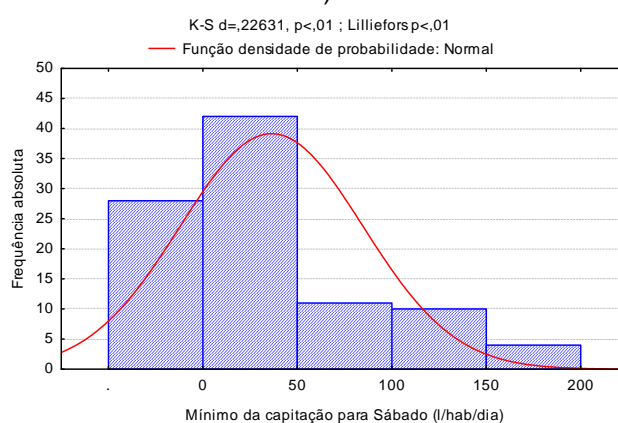
a)



b)

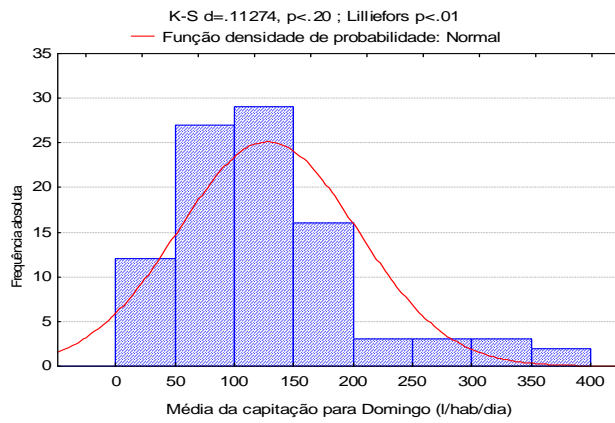


c)

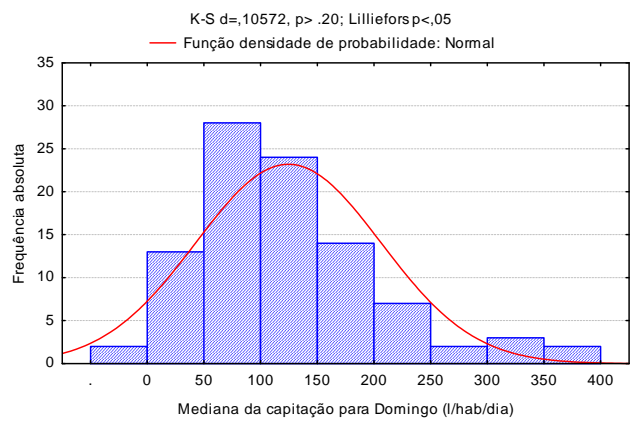


d)

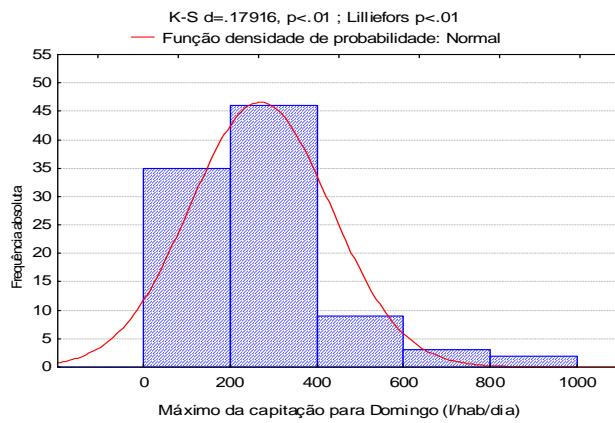
**Figura V.3 - Histogramas de frequências absolutas da captação para os sábados, para os clientes inquiridos:**  
a) média, b) mediana, c) máximo, d) mínimo.



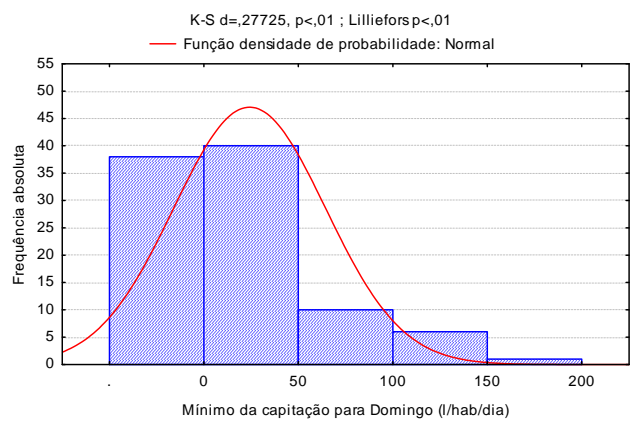
a)



b)



c)



d)

**Figura V.4 - Histogramas de frequências absolutas da captação para os domingos, para os clientes inquiridos:**  
a) média, b) mediana, c) máximo, d) mínimo.

**Quadro V.3 – Análise estatística da capitação para dias úteis, sábados e domingos para os clientes inquiridos, tendo por base o número de residentes fornecido pela EPAL, S.A.**

		N.º de amostras	Média (l/cliente/dia)	Mediana (l/cliente/dia)	Mínimo (l/cliente/dia)	Máximo (l/cliente/dia)	Desvio-padrão (l/cliente/dia)	Coef. de assimetria (-)	Coef. de variação (-)
Capitação - Dia útil	Média	91	190,5	153,7	30,0	762,6	129,4	2,1	0,68
	Mediana	91	186,9	144,7	7,0	724,0	133,7	1,9	0,72
	Quartil 25	91	131,6	109,5	0,0	641,5	108,7	2,0	0,83
	Quartil 75	91	241,5	194,0	46,0	874,0	159,4	1,9	0,66
	Máximo	91	494,6	387,0	104,7	2515,0	397,4	2,7	0,80
	Mínimo	91	15,6	0,3	0,0	161,0	30,7	2,4	1,97
Capitação - Sábado	Média	91	165,2	132,2	20,9	769,4	121,1	2,2	0,73
	Mediana	91	162,1	132,0	12,8	752,3	130,2	2,2	0,80
	Quartil 25	91	114,9	92,3	0,0	738,0	112,4	2,6	0,98
	Quartil 75	91	203,4	161,2	28,5	822,0	147,2	1,9	0,72
	Máximo	91	319,7	259,3	57,0	1421,0	216,5	2,2	0,68
	Mínimo	91	44,7	18,0	0,0	621,0	79,0	4,7	1,77
Capitação - Domingo	Média	91	150,8	124,4	3,6	740,9	122,8	2,4	0,81
	Mediana	91	147,0	111,3	0,0	740,5	134,3	2,4	0,91
	Quartil 25	91	96,9	77,2	0,0	656,0	106,6	2,7	1,10
	Quartil 75	91	196,6	157,0	0,0	785,0	150,1	2,0	0,76
	Máximo	91	313,9	245,0	47,0	1066,0	225,7	1,6	0,72
	Mínimo	91	31,8	1,7	0,0	566,0	73,9	5,0	2,32

**Quadro V.4 – Análise estatística da capitação para dias úteis, sábados e domingos para os clientes inquiridos, tendo por base o número de residentes obtido a partir do inquérito.**

		N.º de amostras	Média (l/cliente/dia)	Mediana (l/cliente/dia)	Mínimo (l/cliente/dia)	Máximo (l/cliente/dia)	Desvio-padrão (l/cliente/dia)	Coef. de assimetria (-)	Coef. de variação (-)
Capitação - Dia útil	Média	91	161,9	142,7	38,5	536,7	89,2	2,3	0,55
	Mediana	91	157,7	133,0	7,0	565,0	93,8	2,2	0,59
	Quartil 25	91	108,9	99,5	0,0	342,5	70,3	1,1	0,65
	Quartil 75	91	206,5	174,9	46,0	707,5	116,0	2,5	0,56
	Máximo	91	426,6	356,0	126,5	1930,0	295,4	2,7	0,69
	Mínimo	91	13,3	0,3	0,0	91,0	24,5	1,9	1,84
Capitação - Sábado	Média	91	141,8	116,7	23,1	462,6	85,3	1,6	0,60
	Mediana	91	138,6	116,3	6,5	527,0	93,6	1,8	0,68
	Quartil 25	91	96,9	83,0	0,0	407,0	77,9	1,3	0,80
	Quartil 75	91	175,4	147,0	15,5	630,0	109,2	1,9	0,62
	Máximo	91	279,3	228,0	57,0	900,0	166,7	1,8	0,60
	Mínimo	91	36,3	14,3	0,0	180,0	48,0	1,4	1,32
Capitação - Domingo	Média	91	126,7	109,5	3,6	373,4	75,7	1,2	0,60
	Mediana	91	122,8	108,0	0,0	390,0	81,9	1,0	0,67
	Quartil 25	91	79,0	70,3	0,0	297,3	64,4	1,1	0,82
	Quartil 75	91	166,5	146,7	0,0	510,5	99,2	1,3	0,60
	Máximo	91	267,4	231,2	47,0	965,0	165,6	2,0	0,62
	Mínimo	91	23,8	1,5	0,0	185,0	39,2	2,2	1,65



---

**ANEXO VI - MATRIZ DE CORRELAÇÃO PARA SÁBADOS E  
DOMINGOS PARA A TOTALIDADE DOS CLIENTES**

---



**Quadro VI. 1 - Matriz de correlação entre as variáveis de consumo para sábados e as variáveis sócio-demográficas relativas ao alojamento e agregado familiar para a totalidade dos clientes.**

Variável	Estatística	Variáveis sócio-demográficas				
		Alojamento				Agregado familiar
		N.º do piso	Tipologia do alojamento	Pressão média	Diâmetro nominal	N.º de residentes
Consumo por cliente	Média	0,18	0,16	-0,01	0,35	0,54
		0,01	0,01	0,86	0,00	0,00
		240	240	203	240	240
	Mediana	0,17	0,19	-0,01	0,37	0,54
		0,01	0,00	0,88	0,00	0,00
		240	240	203	240	240
	Quartil 25	0,15	0,18	-0,03	0,37	0,53
		0,02	0,01	0,65	0,00	0,00
		240	240	203	240	240
	Quartil 75	0,18	0,17	0,01	0,35	0,52
		0,01	0,01	0,91	0,00	0,00
		240	240	203	240	240
	Máximo	0,15	0,06	-0,01	0,20	0,40
		0,02	0,39	0,85	0,00	0,00
		240	240	203	240	240
	Mínimo	0,17	0,12	0,01	0,25	0,38
		0,01	0,07	0,92	0,00	0,00
		240	240	203	240	240
	Desvio-padrão	0,09	0,01	0,02	0,09	0,25
		0,15	0,90	0,74	0,17	0,00
		240	240	203	240	240
Capitação	Média	0,03	0,01	-0,06	0,10	-0,32
		0,66	0,93	0,42	0,14	0,00
		240	240	203	240	240
	Mediana	0,04	0,06	-0,07	0,16	-0,25
		0,58	0,32	0,33	0,01	0,00
		240	240	203	240	240
	Quartil 25	0,05	0,10	-0,08	0,22	-0,15
		0,44	0,12	0,27	0,00	0,02
		240	240	203	240	240
	Quartil 75	0,02	0,00	-0,02	0,07	-0,37
		0,75	0,96	0,82	0,29	0,00
		240	240	203	240	240
	Máximo	-0,02	-0,16	-0,04	-0,15	-0,48
		0,81	0,01	0,61	0,02	0,00
		240	240	203	240	240
	Mínimo	0,08	0,06	-0,06	0,19	-0,03
		0,22	0,37	0,36	0,00	0,66
		240	240	203	240	240
	Desvio-padrão	-0,04	-0,20	0,02	-0,24	-0,51
		0,50	0,00	0,82	0,00	0,00
		240	240	203	240	240
Coef. de variação		-0,07	-0,28	0,10	-0,44	-0,35
		0,29	0,00	0,16	0,00	0,00
		240	240	203	240	240

**Quadro VI. 2 - Matriz de correlação entre as variáveis de consumo para domingos e as variáveis sócio-demográficas relativas ao alojamento e agregado familiar para a totalidade dos clientes.**

Variável	Estatística	Variáveis sócio-demográficas				
		Alojamento				Agregado familiar
		N.º do piso	Tipologia do alojamento	Pressão média	Diâmetro nominal	N.º de residentes
Consumo por cliente	Média	0,11	0,11	-0,03	0,31	0,46
		0,09	0,10	0,64	0,00	0,00
		240	240	203	240	240
	Mediana	0,11	0,11	-0,06	0,31	0,45
		0,09	0,10	0,40	0,00	0,00
		240	240	203	240	240
	Quartil 25	0,10	0,13	-0,03	0,32	0,42
		0,12	0,05	0,62	0,00	0,00
		240	240	203	240	240
	Quartil 75	0,13	0,10	-0,06	0,29	0,46
		0,05	0,13	0,44	0,00	0,00
		240	240	203	240	240
	Máximo	0,08	0,03	0,00	0,19	0,33
		0,22	0,60	0,99	0,00	0,00
		240	240	203	240	240
	Mínimo	0,04	0,11	-0,04	0,23	0,23
		0,57	0,09	0,59	0,00	0,00
		240	240	203	240	240
	Desvio-padrão	0,07	-0,02	0,01	0,09	0,23
		0,30	0,75	0,90	0,16	0,00
		240	240	203	240	240
Capitação	Média	-0,01	-0,03	-0,08	0,05	-0,36
		0,83	0,69	0,26	0,44	0,00
		240	240	203	240	240
	Mediana	-0,01	0,00	-0,09	0,09	-0,29
		0,86	0,99	0,19	0,17	0,00
		240	240	203	240	240
	Quartil 25	0,01	0,06	-0,08	0,16	-0,17
		0,90	0,35	0,23	0,01	0,01
		240	240	203	240	240
	Quartil 75	-0,01	-0,05	-0,10	0,01	-0,42
		0,88	0,43	0,18	0,91	0,00
		240	240	203	240	240
	Máximo	-0,03	-0,13	-0,02	-0,12	-0,48
		0,64	0,04	0,74	0,07	0,00
		240	240	203	240	240
	Mínimo	-0,03	0,07	-0,05	0,19	-0,06
		0,62	0,27	0,45	0,00	0,35
		240	240	203	240	240
	Desvio-padrão	-0,03	-0,17	0,00	-0,19	-0,51
		0,65	0,01	0,96	0,00	0,00
		240	240	203	240	240
Coef. de variação		-0,07	-0,20	0,13	-0,33	-0,29
		0,31	0,00	0,07	0,00	0,00
		240	240	203	240	240

---

**ANEXO VII - MATRIZ DE CORRELAÇÃO PARA SÁBADOS E  
DOMINGOS PARA OS CLIENTES INQUIRIDOS**

---



**Quadro VII. 1- Matriz de correlações entre as variáveis de consumo, características dos sábados, e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água.**

	Variável	Estatística	Variáveis sócio-demográficas										Variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água												
			Alojamento			Agregado familiar							Dispositivos			Hábitos domésticos e Hábitos de poupança de água e energia									
			N.º do piso	Tipologia do alojamento	Pressão média	N.º de residentes	Idade média	N.º de profissionais activos	N.º de estudantes	Escolaridade média	N.º de horas de empregada	N.º de dias de empregada	N.º de banheiras	N.º de autoclismos com descarga dupla	N.º de torneiras	N.º de duchas d'águas	N.º de almoços por semana	N.º de jantares por semana	N.º de almoços ao fim-de-semana	N.º de jantares ao fim-de-semana	N.º de lavagens de roupa	N.º de lavagens de loiça	N.º de Floresas		
Sábados	Consumo por cliente	Média	0,36	0,61	-0,09	0,67	-0,24	0,32	0,63	-0,31	0,50	0,56	0,42	0,37	0,46	0,56	0,19	-0,28	-0,08	-0,13	0,57	0,46	0,08		
		0,00	0,00	0,42	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,01	0,45	0,22	0,00	0,00	0,42		
		95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95			
		Mediana	0,35	0,64	-0,03	0,66	-0,23	0,32	0,60	-0,29	0,52	0,58	0,46	0,36	0,48	0,54	0,20	-0,28	-0,11	-0,15	0,58	0,45	0,06		
		0,00	0,00	0,78	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,30	0,15	0,00	0,00	0,57		
		95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95			
		Quartil 25	0,31	0,57	-0,06	0,65	-0,22	0,32	0,61	-0,27	0,44	0,52	0,29	0,37	0,38	0,52	0,21	-0,21	-0,03	-0,07	0,54	0,46	0,12		
		0,00	0,00	0,60	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,81	0,50	0,00	0,00	0,24		
		95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95			
		Quartil 75	0,36	0,64	-0,05	0,64	-0,20	0,31	0,58	-0,32	0,53	0,58	0,48	0,35	0,50	0,55	0,21	-0,27	-0,09	-0,14	0,56	0,45	0,04		
		0,00	0,00	0,67	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,41	0,19	0,00	0,00	0,69		
		95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95			
	Máximo	0,37	0,44	-0,21	0,52	-0,28	0,20	0,55	-0,33	0,39	0,42	0,36	0,27	0,36	0,51	0,18	-0,30	-0,11	-0,15	0,49	0,35	0,13			
	0,00	0,00	0,06	0,00	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,09	0,00	0,30	0,16	0,00	0,00	0,22			
	95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95				
	Mínimo	0,33	0,48	-0,11	0,56	-0,20	0,30	0,49	-0,19	0,28	0,40	0,30	0,36	0,42	0,45	0,04	-0,19	0,01	0,00	0,51	0,40	0,03			
	0,00	0,00	0,34	0,00	0,06	0,00	0,00	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	0,06	0,96	0,99	0,00	0,00	0,76				
	95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95				
	Desvio-padrão	0,25	0,24	-0,15	0,26	-0,19	0,04	0,31	-0,25	0,32	0,28	0,29	0,10	0,21	0,32	0,19	-0,24	-0,15	-0,18	0,26	0,15	0,07			
	0,01	0,02	0,18	0,01	0,07	0,74	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,37	0,04	0,00	0,07	0,02	0,16	0,08	0,01	0,16	0,49			
	95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	95	91	89	95			
Capitação	Média	0,15	0,12	0,03	-0,16	-0,05	-0,15	0,06	0,04	0,20	0,29	0,11	-0,10	0,09	-0,05	0,24	-0,06	0,10	-0,04	0,10	0,08	-0,08			
	0,15	0,27	0,83	0,12	0,61	0,15	0,57	0,72	0,06	0,01	0,30	0,37	0,40	0,65	0,02	0,55	0,36	0,70	0,35	0,48	0,43				
	95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95				
	Mediana	0,15	0,20	0,09	-0,10	-0,04	-0,11	0,07	0,05	0,25	0,33	0,19	-0,07	0,15	-0,02	0,25	-0,09	0,03	-0,09	0,14	0,09	-0,08			
	0,14	0,06	0,44	0,35	0,69	0,29	0,49	0,64	0,02	0,00	0,07	0,54	0,16	0,86	0,01	0,39	0,80	0,38	0,18	0,40	0,41				
	95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95				
	Quartil 25	0,16	0,20	0,06	0,03	-0,07	-0,03	0,17	-0,02	0,24	0,32	0,07	0,02	0,11	0,07	0,30	-0,08	0,08	-0,05	0,21	0,21	0,01			
	0,11	0,05	0,62	0,79	0,51	0,78	0,10	0,83	0,03	0,00	0,53	0,87	0,32	0,53	0,00	0,45	0,45	0,66	0,05	0,05	0,94				
	95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95				
	Quartil 75	0,13	0,13	0,07	-0,21	0,01	-0,16	-0,01	0,05	0,21	0,29	0,15	-0,13	0,12	-0,08	0,24	-0,03	0,10	-0,04	0,06	0,05	-0,12			
	0,20	0,21	0,56	0,05	0,95	0,13	0,92	0,64	0,05	0,01	0,15	0,23	0,26	0,47	0,02	0,80	0,35	0,70	0,60	0,64	0,25				
	95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95				
	Máximo	0,11	-0,19	-0,06	-0,41	-0,06	-0,31	-0,10	0,07	0,01	0,06	-0,06	-0,25	-0,10	-0,23	0,18	0,01	0,14	0,03	-0,12	-0,11	-0,08			
	0,31	0,07	0,60	0,00	0,58	0,00	0,34	0,50	0,90	0,56	0,56	0,02	0,32	0,03	0,08	0,94	0,19	0,78	0,27	0,30	0,47				
	95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95				
	Mínimo	0,21	0,33	-0,11	0,28	-0,18	0,16	0,34	-0,07	0,17	0,32	0,19	0,23	0,30	0,26	0,03	-0,16	0,02	0,00	0,35	0,30	0,00			
	0,04	0,00	0,35	0,01	0,09	0,12	0,00	0,48	0,10	0,00	0,06	0,03	0,00	0,00	0,01	0,74	0,13	0,87	0,99	0,00	0,00	0,97			
	95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95				
	Desvio-padrão	0,05	-0,26	-0,01	-0,49	0,00	-0,36	-0,21	0,11	-0,02	-0,02	-0,08	-0,32	-0,16	-0,30	0,17	0,05	0,11	0,02	-0,23	-0,22	-0,11			
0,63	0,01	0,96	0,00	0,98	0,00	0,04	0,30	0,89	0,88	0,45	0,00	0,13	0,00	0,10	0,61	0,28	0,85	0,03	0,04	0,28					
95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95					
Coef. de variação	-0,10	-0,56	-0,02	-0,49	0,06	-0,31	-0,37	0,17	-0,36	-0,45	-0,36	-0,33	-0,35	-0,36	-0,09	0,23	0,08	0,15	-0,42	-0,39	-0,05				
	0,32	0,00	0,87	0,00	0,59	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,03	0,44	0,14	0,00	0,00	0,65				
	95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95				

**Quadro VII. 2 - Matriz de correlações entre as variáveis de consumo, características dos domingos, e as variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água.**

Variável		Variáveis sócio-demográficas																	Variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água									
		Alojamento			Agregado familiar							Dispositivos			Hábitos domésticos e Hábitos de poupança de água e energia													
		Nº do piso	Tipologia do alojamento	Pressão média	Nº de residentes	Idade média	Nº de profissionais activos	Nº de estudantes	Escolaridade média	Nº de horas de empregada	Nº de dias de empregada	Nº de banheiras	Nº de autoclismos com descarga dupla	Nº de torneiras	Nº de duchas d'álrios	Nº de almoços por semana	Nº de jantares por semana	Nº de almoços ao fim-de-semana	Nº de jantares ao fim-de-semana	Nº de lavagens de roupa	Nº de lavagens de loiça	Nº de Floresiras						
Domingos	Consumo por cliente	Média	0,20	0,45	-0,20	0,59	-0,26	0,26	0,52	-0,23	0,33	0,33	0,33	0,23	0,23	0,31	0,53	0,15	-0,35	0,01	-0,07	0,57	0,31	0,02				
		0,06	0,00	0,07	0,00	0,01	0,01	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,14	0,00	0,95	0,49	0,00	0,00	0,84				
		95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95						
		Mediana	0,20	0,44	-0,22	0,55	-0,23	0,25	0,48	-0,20	0,31	0,32	0,32	0,20	0,29	0,52	0,14	-0,34	0,02	-0,06	0,55	0,29	0,04					
		0,06	0,00	0,05	0,00	0,03	0,02	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,88	0,59	0,00	0,01	0,67					
		95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95						
		Quartil 25	0,15	0,35	-0,16	0,51	-0,28	0,23	0,47	-0,25	0,19	0,24	0,20	0,22	0,20	0,44	0,10	-0,27	0,07	-0,01	0,49	0,28	0,02					
		0,15	0,00	0,15	0,00	0,01	0,03	0,00	0,02	0,07	0,02	0,06	0,04	0,05	0,00	0,33	0,01	0,51	0,92	0,00	0,01	0,87						
		95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95						
		Quartil 75	0,22	0,46	-0,20	0,58	-0,22	0,26	0,49	-0,21	0,35	0,34	0,36	0,21	0,33	0,55	0,15	-0,38	-0,02	-0,10	0,56	0,29	0,02					
		0,03	0,00	0,07	0,00	0,03	0,01	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,15	0,00	0,83	0,32	0,00	0,01	0,85						
		95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95						
		Máximo	0,16	0,47	-0,25	0,57	-0,32	0,26	0,51	-0,28	0,45	0,38	0,38	0,32	0,39	0,53	0,24	-0,29	-0,09	-0,13	0,58	0,32	-0,04					
		0,11	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,36	0,22	0,00	0,00	0,72					
		95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95						
		Mínimo	0,10	0,27	-0,14	0,39	-0,17	0,13	0,36	-0,18	0,14	0,16	0,13	0,12	0,21	0,32	0,05	-0,19	0,08	0,01	0,41	0,21	0,03					
		0,36	0,01	0,23	0,00	0,10	0,20	0,00	0,09	0,19	0,13	0,21	0,28	0,05	0,00	0,60	0,07	0,42	0,92	0,00	0,05	0,75						
		95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95						
		Desvio-padrão	0,15	0,37	-0,25	0,40	-0,22	0,19	0,33	-0,16	0,42	0,32	0,38	0,24	0,34	0,41	0,20	-0,26	-0,17	-0,18	0,42	0,19	-0,04					
		0,16	0,00	0,03	0,00	0,03	0,07	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,11	0,08	0,00	0,07	0,70					
		95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95						
	Captação	Média	0,00	-0,07	-0,10	-0,27	-0,05	-0,20	-0,06	0,13	0,03	0,10	0,00	-0,21	-0,05	-0,10	0,16	-0,08	0,21	0,02	0,06	-0,02	-0,16					
		0,97	0,52	0,38	0,01	0,64	0,05	0,59	0,21	0,77	0,36	1,00	0,05	0,64	0,36	0,11	0,46	0,05	0,85	0,60	0,86	0,12						
		95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95						
		Mediana	0,00	-0,02	-0,12	-0,20	-0,03	-0,15	-0,05	0,10	0,04	0,10	0,02	-0,19	-0,03	-0,05	0,12	-0,12	0,19	0,02	0,09	-0,01	-0,12					
		0,99	0,84	0,28	0,05	0,81	0,16	0,65	0,36	0,73	0,37	0,87	0,07	0,76	0,64	0,23	0,26	0,06	0,82	0,41	0,96	0,24						
		95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95						
		Quartil 25	0,01	0,01	-0,12	-0,07	-0,10	-0,10	0,10	0,02	-0,02	0,10	-0,03	-0,11	-0,03	0,05	0,11	-0,08	0,17	0,02	0,14	0,08	-0,08					
		0,96	0,91	0,30	0,49	0,36	0,35	0,36	0,85	0,85	0,36	0,75	0,30	0,75	0,66	0,28	0,47	0,09	0,83	0,19	0,45	0,43						
		95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95						
		Quartil 75	0,01	-0,10	-0,07	-0,32	-0,01	-0,22	-0,12	0,16	0,04	0,08	0,00	-0,25	-0,07	-0,14	0,17	-0,07	0,19	0,01	0,02	-0,07	-0,18					
		0,93	0,34	0,51	0,00	0,90	0,03	0,25	0,12	0,73	0,46	0,97	0,02	0,48	0,18	0,10	0,48	0,06	0,91	0,85	0,54	0,08						
		95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95						
		Máximo	-0,02	-0,19	-0,04	-0,42	-0,05	-0,27	-0,19	0,19	0,04	0,06	-0,03	-0,24	-0,09	-0,24	0,21	0,03	0,17	0,02	-0,07	-0,13	-0,23					
		0,82	0,07	0,72	0,00	0,64	0,01	0,07	0,07	0,75	0,60	0,80	0,03	0,41	0,02	0,04	0,77	0,10	0,82	0,48	0,22	0,03						
		95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95						
		Mínimo	0,00	0,14	-0,11	0,12	-0,09	-0,02	0,21	-0,03	0,03	0,09	0,04	-0,03	0,11	0,14	0,06	-0,14	0,17	0,07	0,22	0,18	-0,02					
		4,00	0,19	0,34	0,26	0,41	0,84	0,04	0,75	0,79	0,42	0,70	0,79	0,28	0,17	0,54	0,19	0,10	0,52	0,04	0,09	0,82						
95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95								
Desvio-padrão	-0,03	-0,22	-0,02	-0,46	-0,01	-0,28	-0,25	0,21	0,03	0,02	-0,01	-0,24	-0,10	-0,27	0,17	0,05	0,11	-0,01	-0,14	-0,21	-0,22							
0,76	0,04	0,89	0,00	0,93	0,01	0,01	0,04	0,77	0,84	0,95	0,02	0,35	0,01	0,09	0,65	0,29	0,92	0,19	0,05	0,03								
95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95								
Coef. de variação	-0,06	-0,31	0,13	-0,27	0,00	-0,17	-0,19	0,08	-0,16	-0,23	-0,20	-0,10	-0,13	-0,21	-0,05	0,34	-0,01	0,09	-0,30	-0,28	0,00							
	0,58	0,00	0,24	0,01	0,96	0,11	0,07	0,45	0,14	0,03	0,05	0,33	0,21	0,05	0,61	0,00	0,96	0,39	0,01	0,01	0,99							
	95	95	80	95	92	93	93	91	88	89	95	90	93	92	95	95	95	95	91	89	95							



