

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

Luis Castro Pinheiro\*, Dália Loureiro\*, Dídía Covas\*\*, Helena Alegre\*

\* Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) – Av. do Brasil, 101 – 1700-066 Lisboa – Tel: +351 21 8443842 – Fax: +351 21 8443032 – e-mail: [dloureiro@lnec.pt](mailto:dloureiro@lnec.pt) ; [halegre@lnec.pt](mailto:halegre@lnec.pt)

\*\* Instituto Superior Técnico - Av. Rovisco Pais, 1049-001 – Lisboa Tel. +351 218418152 e-mail: [didia.covas@civil.ist.utl.pt](mailto:didia.covas@civil.ist.utl.pt)

### RESUMO

O objectivo principal desta comunicação consiste na identificação e análise dos factores mais relevantes para a caracterização dos consumos domésticos em sistemas de distribuição de água para uma amostra de clientes residentes em Lisboa. Trabalhos anteriores salientam factores como o preço da água, a tarifa, o clima, as características do alojamento e sócio-demográficas e os hábitos do agregado familiar como sendo os que mais influenciam o consumo doméstico de água. A metodologia de estudo adoptada passou pela recolha e processamento de dados de consumo e de dados sócio-demográficos, pela realização um inquérito sobre hábitos de consumo de água, e pela construção de um conjunto de variáveis de consumo e de variáveis sócio-demográficas. Por fim, são apresentados os resultados obtidos com base em análises estatísticas univariadas (incluindo o teste de Kolmogorov-Smirnov com a correcção de Lilliefors) e bivariadas das variáveis de consumo (utilizando a análise de variância a um factor, One-Way Anova). Como principais conclusões do presente estudo salientam-se as seguintes: (i) o consumo médio mensal apresenta uma mediana de 9310,3 l/cliente/mês, o consumo máximo durante os dias úteis é igual a 328 l/cliente/dia e a capitação média é igual a 139 l/hab/dia; (ii) os factores de ponta mensal e diário para o período em análise são iguais a 1,3 e de 2,8, respectivamente; (iii) os factores mais relevantes para a caracterização de consumos domésticos são o n.º de residentes, a tipologia do alojamento, a idade do agregado, a escolaridade do agregado, o n.º de estudantes, o n.º de profissionais activos, o n.º de duches diários.

**PALAVRAS-CHAVE:** Consumo doméstico, sistemas de distribuição, telemetria, análise estatística, correlação.

### ABSTRACT

The current study aims at the identification and analysis of the most relevant factors for the characterization of household 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 methodology adopted included the collection and processing consumption and socio-demographic data provided by the water utility. Additional data was collected in a survey carried out to the same consumers about their on the water consumption habits. A set of consumption and socio-demographic variables were constructed. Finally, data analysis is carried out based on univariate statistical analyses (including the Kolmogorov-Smirnov test with the correction of Lilliefors) and bivariate statistical analyses of the consumption variables (using analysis of variance, One-Way ANOVA). As main conclusions of the analysis are the following: (i) that the average monthly consumption has a median of 9310,3 liters per customer per month, the maximum consumption on working days is 328 liters per customer per day and the per capita consumption is 139 l/hab/day; (ii) the mensal and daily peak factors are, respectively, 1,3 and 2,8; (iii) the most relevant factors for the characterization of domestic consumption, are among others, the number of residents, the number of rooms (house type), the age of the household, education of the household, the number of students, the number of working professionals and the daily number of showers.

**KEYWORDS:** household consumption, water distribution, telemetry, statistical analysis, variable correlations.

## INTRODUÇÃO

Os sistemas de abastecimento de água são construídos e operados para fornecer água aos consumidores. Um conhecimento preciso sobre os consumos que ocorrem numa rede é essencial para o planeamento, o dimensionamento e a operação dos sistemas de distribuição de água. Limitações tecnológicas e económicas têm impossibilitado que este nível de conhecimento seja atingido com suficiente detalhe e qualidade. O consumo de cada cliente é tradicionalmente medido ou estimado mensalmente, bimestralmente ou semestralmente, tendo como única finalidade a facturação. O baixo grau de pormenor é suficiente para o cumprimento do seu objectivo primário, mas não para utilizações de engenharia que necessitem de conhecer com maior discretização a distribuição espacial e o comportamento temporal dos consumos (e.g., padrões de consumo). Devido ao elevado número de clientes nas entidades gestoras, a leitura frequente (e.g., quinzenal, diária, instantânea) de contadores só é possível se forem adoptados sistemas de telemetria ou de “datalogging”.

Contudo, até hoje, a telemetria era apenas adquirida para medição de grandes consumidores e de caudais de rede, cujos volumes consumidos justificam um mais elevado 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. A expansão emergente destes sistemas, para além de uma facturação mais eficiente, fornecerá um conhecimento detalhado sem precedentes e oportunidades ainda não exploradas, com uma base flexível e sistemática.

O objectivo do presente estudo consiste na análise dos factores mais relevantes para a caracterização dos consumos domésticos em sistemas de distribuição de água, tendo por base informação sobre as características sócio-demográficas e do alojamento e os hábitos do agregado familiar. A análise foi efectuada tendo por base uma amostra de 240 consumidores domésticos, residentes na zona de Lisboa, e recorrendo a análises estatísticas avançadas (univariadas e bivariadas) da variáveis de consumo.

## ESTADO DA ARTE

O presente estudo incide na análise do consumo, que é entendido como o volume de água que é efectivamente medido na rede de abastecimento predial de um edifício associado aos usos no interior e no exterior das habitações. 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 na origem ou em secções intermédias como à saída de reservatórios).

Um levantamento do estado da arte permitiu concluir que existe consenso universal sobre a influência de determinadas variáveis no consumo doméstico de água. Exemplos destas variáveis são 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.

Enquanto alguns estudos apontam a regulação do preço da água como uma das formas mais eficientes de controlar a procura e reduzir o consumo (OECD, 1999; Arbués *et al.*, 2000; Martins e Fortunato, 2005), outros defendem que a regulação do preço é uma ferramenta praticamente ineficaz (Dalhuisen e Nijkamp, 2000; Mostert, 2000; Mylopoulos *et al.*, 2003).

De acordo com a (OECD, 1999), a medição do volume de água consumida é a única maneira de sensibilizar o consumidor sobre o real valor 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). De um modo geral, a grande maioria dos autores defende que o consumo deve ser facturado com base na medição de consumos domiciliários (Yepes e Dianderas, 1996; Dalhuisen e Nijkamp, 2000; Bartoszczuk e Nakamuri, 2002; Cabrera *et al.*, 2003). Contudo, embora a medição de consumos de água seja prática comum em muitos países desenvolvidos, a sua implementação ainda 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 (OECD, 1999).

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, 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) (Loureiro *et al.*, 2007; Medeiros *et al.*, 2007).

## CASO DE ESTUDO

### Descrição

O caso de estudo utilizado no presente trabalho para a caracterização de consumos domésticos em sistemas de abastecimento de água corresponde ao complexo de edifícios das *Twin-Towers*, localizado na freguesia de Campolide, em Lisboa, tendo sido analisada uma amostra de 240 clientes domésticos (*cf.* Figura 1 **Error!** **Reference source not found.**).



Figura 1 - Imagens do local de estudo – Complexo de edifícios das Twin-Towers.

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 com diâmetro nominal de 15 mm e caudal máximo de 3 m<sup>3</sup>/h. A electrónica associada assegura o registo e comunicação de acordo com o protocolo M-BUS e a norma EN – 61434. 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 2).



Figura 2 - Contadores instalados em bateria no complexo de edifícios Twin-Towers.

Foram disponibilizados pela EPAL, S.A. dados de consumo diário dos consumidores dos edifícios das *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. Para além da informação cedida foi realizado um inquérito aos clientes domésticos do complexo de edifícios das *Twin-Towers*, de forma a serem recolhidos outro tipo de dados sócio-demográficos.

### 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 eram significativas, dado que os erros relativos apresentavam valores máximos inferiores a 16% e eram 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 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 realizado aos clientes do complexo de edifícios das *Twin-Towers*, 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 (*i.e.*, 240 clientes) e para os clientes que responderam ao inquérito (*i.e.*, 95 clientes), 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.

Foram ainda considerados 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 inquérito, foram ainda descritas variáveis obtidas através da informação cedida pela EPAL, S.A.

## RESULTADOS

### Metodologia

Foram realizadas duas análises estatísticas para a caracterização dos consumos: univariada e bivariada (Pinheiro, 2008). A análise estatística **univariada** foi dividida em:

- (i) *análise de dados de consumo*, onde são analisados o consumo mensal, o consumo para os dias úteis, os sábados e os domingos e os factores de ponta mensal e diário;
- (ii) *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.

Para o efeito, foi calculado um conjunto de variáveis estatísticas (*e.g.*, média, mediana, mínimo, máximo, etc.) e foi avaliada a qualidade do ajustamento da amostra à distribuição normal através do teste de *Kolmogorov-Smirnov* com a correcção de *Lilliefors* (Guimarães e Sarsfield Cabral, 1999; Pestana e Gageiro, 2003).

A análise estatística **bivariada** foi dividida em:

- (iii) *análise para a totalidade dos clientes*, onde foram analisadas estatísticas descritivas;
- (iv) *análise para os clientes inquiridos*, onde são analisadas estatísticas para o consumo mensal, para os dias úteis, os sábados e os domingos e para os factores de ponta mensal e diário.

A análise exploratória de dados é realizada recorrendo a análise de variância a um factor (*One-Way Anova*) e à análise de matrizes de correlação (Guimarães e Sarsfield Cabral, 1999; Pestana e Gageiro, 2003).

### Análise univariada

#### 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, comportamento típico dos residentes em Lisboa. 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 (cf. Figura 3). 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. 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 uma distribuição normal.

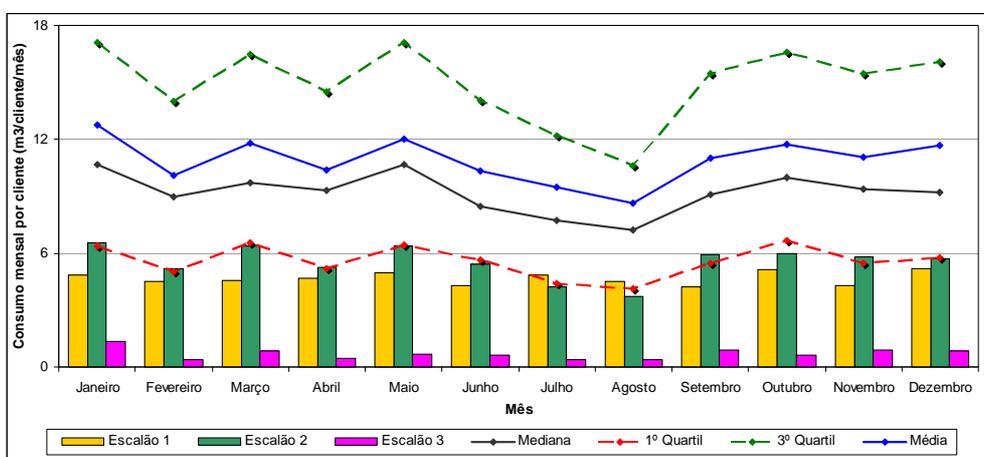


Figura 3 – Variação do consumo mensal por cliente e respectiva distribuição por escalões ao longo do ano.

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

Para os 95 clientes inquiridos, o consumo máximo durante os dias úteis é de 328 l/cliente/dia e a capitação é de 139 l/hab/dia. Embora a diferença entre o consumo ao sábado e ao domingo não seja significativa, o consumo é mais baixo ao domingo.

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: os clientes com capitação inferior a 80 l/hab/dia 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; e os clientes cuja capitação é superior a 250 l/hab/dia 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).

Tendo por base a actualização efectuada no número de habitantes com base no inquérito realizado, 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 (cf. Figura 4).

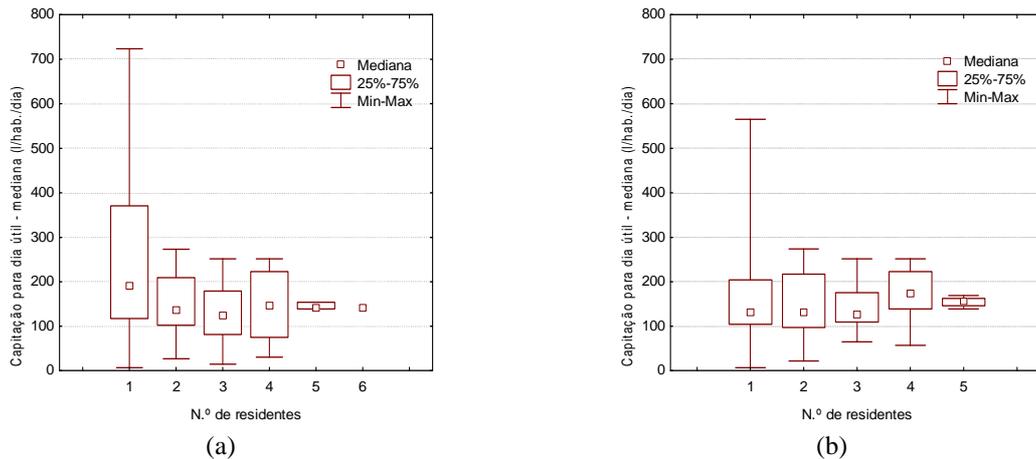


Figura 4 - Variação da capitação para os dias úteis com o n.º de residentes, tendo por base: (a) o n.º de residentes fornecido pela EPAL, S.A. e (b) o número de residentes obtido a partir do inquérito.

Em relação aos **factores 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, e o factor de ponta diário apresenta um máximo de 11,2 e um mínimo de 1,5. 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 dado que nível de significância ( $p$ ) no teste é inferior a 0,05 (cf. Figura 5).

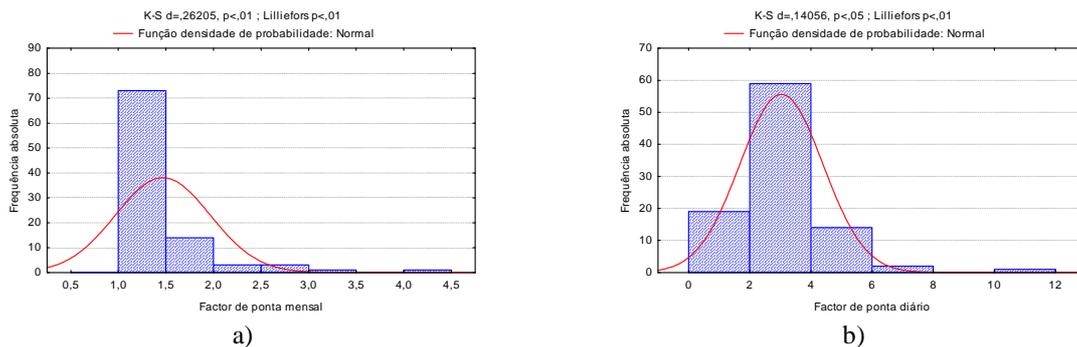
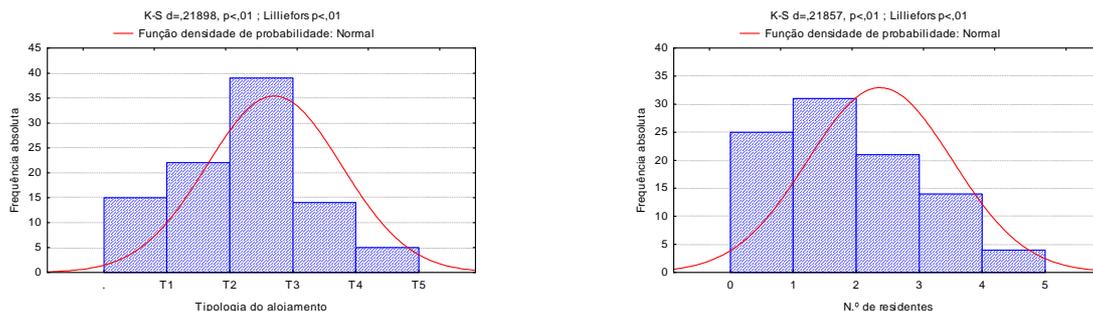


Figura 5 – Histogramas de frequência absoluta para: a) factor de ponta mensal, b) factor de ponta diário.

### Análise de dados do inquérito

Em relação à análise das **variáveis sócio-demográficas**, a tipologia do alojamento predominante é a do tipo T3 (cf. Figura 6 a). De um modo geral, todos os clientes possuem máquina de lavar roupa e loiça. O agregado familiar é constituído, em média, por 2,38 residentes por alojamento (cf. Figura 6 b), sendo a idade média de 40 anos (cf. Figura 6 c) e a escolaridade média de 15 anos (cf. Figura 6 d). 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.



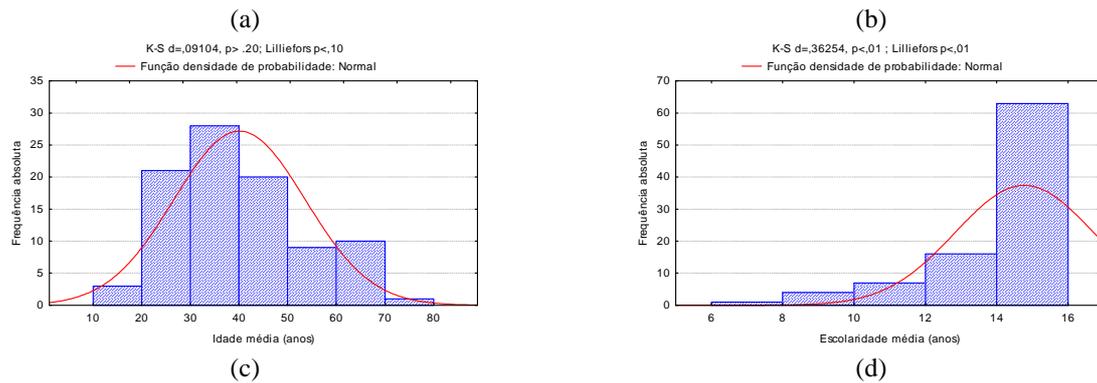


Figura 6 - Histogramas de frequência absoluta para as variáveis: (a) tipologia do alojamento, (b) n.º de residentes, (c) idade média e (d) escolaridade média.

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. O número médio de lavagens de roupa e loiça por semana são, respectivamente, 3,3 e 3,5. Relativamente ao período de férias, verifica-se que cerca de metade dos clientes das *Twin-Towers* fazem férias apenas no Verão.

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 número 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 e com o número de profissionais activos.

## Análise bivariada

### Introdução

A análise estatística bivariada incidiu no estudo de variáveis quantitativas e de variáveis qualitativas. Em relação ao estudo das variáveis qualitativas utilizou-se a análise de variância a um factor (*One-Way Anova*), enquanto que para as variáveis quantitativas foram usadas matrizes de correlação para se observar a influência das variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água nos consumos domiciliários. A análise estatística bivariada foi dividida em análises para a **totalidade dos clientes** e para os **clientes inquiridos**.

### 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 a capitação varia inversamente. O coeficiente de variação também varia inversamente com o aumento do "*n.º de residentes*" e com a "*tipologia do alojamento*" (cf. Figura 7). 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.

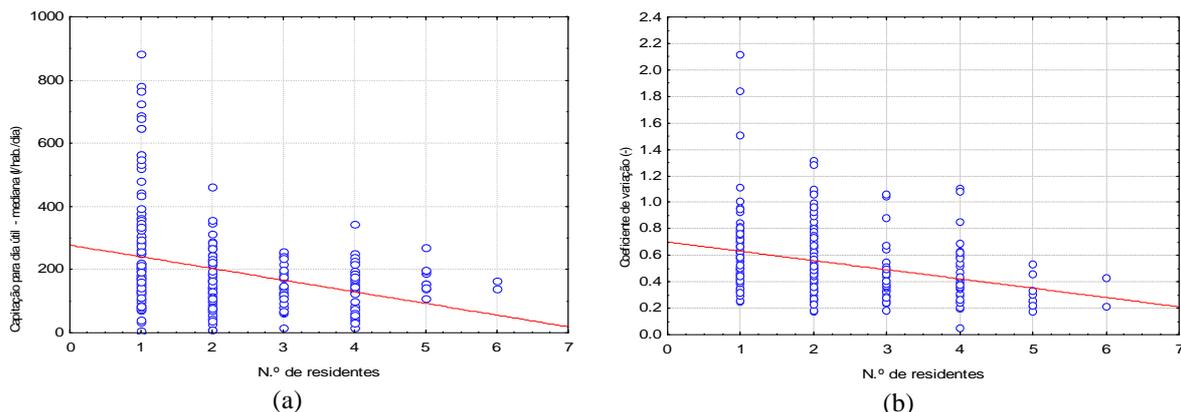


Figura 7 – Variação para os dias úteis: (a) da captação com o n.º de residentes, e (b) do coeficiente de variação com o n.º de residentes para a totalidade da amostra.

### 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.

De acordo com a análise de variância a um factor as diferenças entre médias de consumo não são significativas para a generalidade das variáveis sócio-demográficas categoriais, uma vez que estamos num universo onde não existem diferenças significativas entre as diferentes variáveis. No que se refere aos hábitos de consumo e de poupança de água, a única variável categorial para a qual se obtiveram diferenças significativas foi o hábito de consumo de “*fechar a torneira no duche enquanto se ensaboa*”. 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.

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*” (cf. Figura 8 a), com o “*n.º de banheiras*”, com o “*n.º de autoclismos com descarga dupla*” e com o “*n.º de torneiras*” (cf. Quadro 1).

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*” (cf. Figura 8 b), com a “*escolaridade média*” (cf. Figura 8 c) e com a “*empregada de limpeza*” (cf. Quadro 1).

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 dos dias úteis. Assim, o consumo mensal varia directamente com o “*n.º de duchas diárias*”, 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*” (cf. Quadro 1).

Quadro 1 - 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																				
	Alojamento			Agregado familiar							Dispositivos			Variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água							
	N.º do piso	Tipologia de 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 Foneins
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

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 (cf. Quadro 2).

**Quadro 2 - 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.**

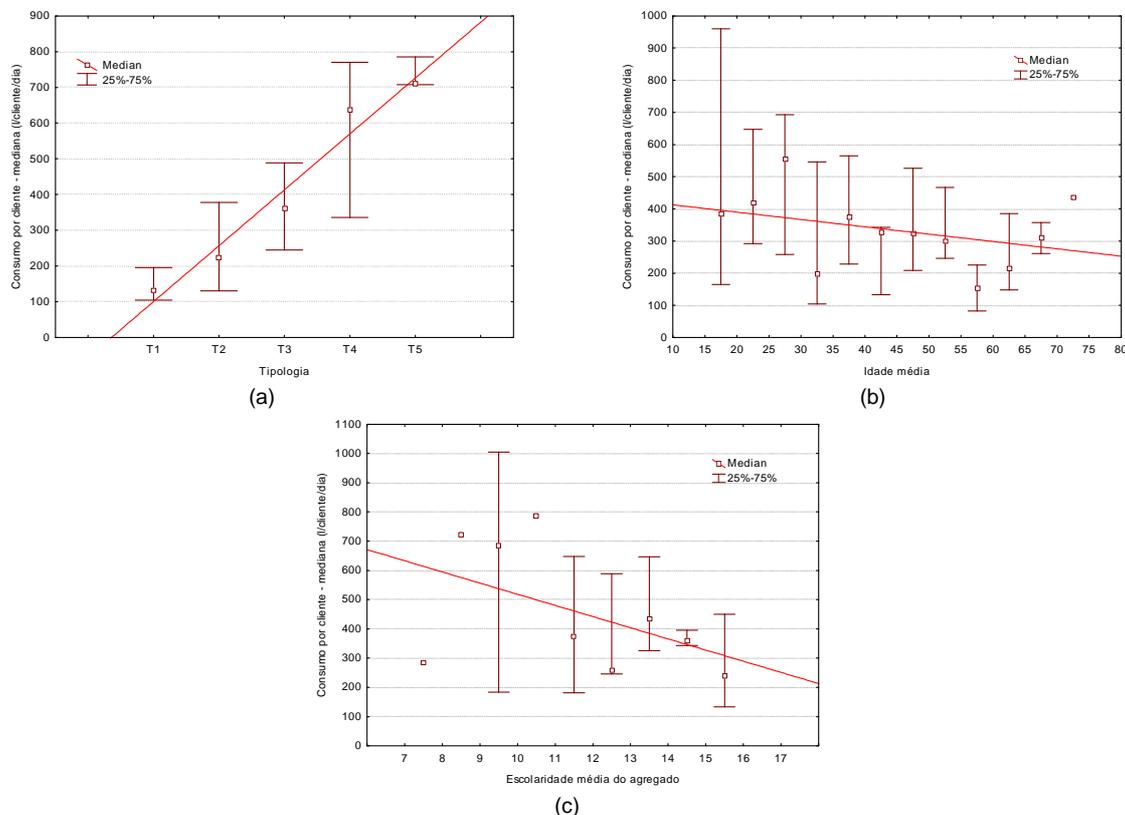
Variável	Estatística	Variáveis sócio-demográficas															Variáveis relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água							
		Alojamento			Agregado familiar						Dispositivos			Hábitos domésticos e Hábitos de poupança de água e energia										
		N.º de piso	Tipologia do alojamento	Pressão 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 Flocinas		
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		
	95	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	0,95	0,80	0,51	0,95	0,92	0,93	0,93	0,91	0,88	0,89	0,95	0,90	0,93	0,92	0,95	0,95	0,95	0,95	0,91	0,89	0,95		
	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		
	95	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	0,95	0,80	0,57	0,95	0,92	0,93	0,93	0,91	0,88	0,89	0,95	0,90	0,93	0,92	0,95	0,95	0,95	0,95	0,91	0,89	0,95		
	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	0,00	0,26	0,01	0,14	0,12	0,00	0,00	0,24		
	95	0,95	0,80	0,34	0,95	0,92	0,93	0,93	0,91	0,88	0,89	0,95	0,90	0,93	0,92	0,95	0,95	0,95	0,95	0,91	0,89	0,95		
	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	0,00	0,06	0,01	0,04	0,02	0,00	0,00	0,59			
95	0,95	0,80	0,55	0,95	0,92	0,93	0,93	0,91	0,88	0,89	0,95	0,90	0,93	0,92	0,95	0,95	0,95	0,95	0,91	0,89	0,95			
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	0,00	0,01	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,43			
95	0,95	0,80	0,36	0,95	0,92	0,93	0,93	0,91	0,88	0,89	0,95	0,90	0,93	0,92	0,95	0,95	0,95	0,95	0,91	0,89	0,95			
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	0,00	0,07	0,25	0,00	0,62	0,05	0,46	0,61	0,02	0,00	0,01			
95	0,95	0,80	0,73	0,95	0,92	0,93	0,93	0,91	0,88	0,89	0,95	0,90	0,93	0,92	0,95	0,95	0,95	0,95	0,91	0,89	0,95			
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	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,07	0,07	0,02	0,00	0,01	0,23			
95	0,95	0,80	0,81	0,95	0,92	0,93	0,93	0,91	0,88	0,89	0,95	0,90	0,93	0,92	0,95	0,95	0,95	0,95	0,91	0,89	0,95			
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	0,95	0,80	0,95	0,92	0,93	0,93	0,91	0,88	0,89	0,95	0,90	0,93	0,92	0,95	0,95	0,95	0,95	0,91	0,89	0,95			
	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	0,95	0,80	0,95	0,92	0,93	0,93	0,91	0,88	0,89	0,95	0,90	0,93	0,92	0,95	0,95	0,95	0,95	0,91	0,89	0,95			
	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	0,00	0,14	0,44	0,19	0,16	0,17	0,16	0,53	0,12	0,01	0,23	0,93		
	95	0,95	0,80	0,82	0,95	0,92	0,93	0,93	0,91	0,88	0,89	0,95	0,90	0,93	0,92	0,95	0,95	0,95	0,95	0,91	0,89	0,95		
	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	0,02	0,16	0,26	0,41	0,40	0,04	0,60	0,60	0,08	0,48	0,78	0,25			
95	0,95	0,80	0,63	0,95	0,92	0,93	0,93	0,91	0,88	0,89	0,95	0,90	0,93	0,92	0,95	0,95	0,95	0,95	0,91	0,89	0,95			
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	0,17	0,44	0,16	0,43	0,12	0,01	0,80	0,81	0,18	0,54	0,81	0,04			
95	0,95	0,80	0,11	0,95	0,92	0,93	0,93	0,91	0,88	0,89	0,95	0,90	0,93	0,92	0,95	0,95	0,95	0,95	0,91	0,89	0,95			
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	0,01	0,05	0,14	0,65	0,10	0,44	0,21	0,12	0,16	0,13	0,00	0,01			
95	0,95	0,80	0,81	0,95	0,92	0,93	0,93	0,91	0,88	0,89	0,95	0,90	0,93	0,92	0,95	0,95	0,95	0,95	0,91	0,89	0,95			
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	0,67	0,80	0,02	0,94	0,01	0,01	0,58	0,91	0,29	0,12	0,10	0,02			
95	0,95	0,80	0,20	0,95	0,92	0,93	0,93	0,91	0,88	0,89	0,95	0,90	0,93	0,92	0,95	0,95	0,95	0,95	0,91	0,89	0,95			
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	0,00	0,02	0,00	0,34	0,02	0,34	0,21	0,00	0,00	0,02			
95	0,95	0,80	0,29	0,95	0,92	0,93	0,93	0,91	0,88	0,89	0,95	0,90	0,93	0,92	0,95	0,95	0,95	0,95	0,91	0,89	0,95			

Nota: Indicam-se a "vermelho" as principais correlações positivas e a "azul" as principais negativas.

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 positivamente com a "tipologia do alojamento", o "n.º de banheiras", o "n.º de autoclismos com descarga dupla", e 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 (cf. Quadro 2).

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 diárias", o "n.º de lavagens de roupa" e o "n.º de lavagens de loiça", e que 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" (cf. Quadro 2).

Relativamente à capitação (i.e., 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”, o “n.º de dias empregada” e o “n.º de almoços por semana” (cf. Quadro 2).



**Figura 8 – Relação entre as variáveis de consumo e sócio-demográficas: (a) idade média, b) escolaridade média, c) tipologia do alojamento para os dias úteis.**

Pelo facto de poderem existir variáveis relacionadas entre si que podem influenciar as variáveis de consumo, foram avaliadas as influências das relações *tipologia - piso* e *tipologia - n.º de residentes*.

Para a avaliação da influência da relação *tipologia - piso*, procurou-se entender se a “*tipologia do alojamento*” influenciava a relação entre o “*n.º do piso*” e as variáveis de consumo. Assim, prosseguiu-se a análise com o estudo da correlação parcial, introduzindo a “*tipologia do alojamento*” como variável de controlo. Observou-se que os valores de correlação entre o “*n.º do piso*” e as variáveis de consumo deixaram de ser significativos, verificando-se, assim, que o facto da “*tipologia do alojamento*” se relacionar com o “*n.º do piso*” influenciava a correlação entre o “*n.º do piso*” e as variáveis de consumo (cf. Quadro 3). 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, verificou-se que os valores de correlação se mantinham praticamente inalterados (cf. Quadro 3).

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 (cf. Quadro 3). 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 (Quadro 3).

Quadro 3 - Matriz de correlações parciais para as variáveis sócio-demográficas piso, tipologia e n.º 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
	Mediana	95	95	95	95
		0.10	0.31	0.59	0.54
	Quartil 25	0.339	0.002	0	0
		95	95	95	95
	Quartil 75	0.07	0.21	0.55	0.60
		0.495	0.044	0	0
	Máximo	95	95	95	95
		0.07	0.34	0.60	0.49
	Mínimo	0.485	0.001	0	0
		95	95	95	95
	Desvio-padrão	0.19	0.32	0.45	0.20
		0.065	0.002	0	0.053
Coef. de variação	95	95	95	95	
	-0.05	-0.01	0.29	0.38	
Capitação	Média	0.653	0.904	0.004	0
		95	95	95	95
	Mediana	0.09	0.36	0.45	0.10
		0.4	0	0	0.352
	Quartil 25	95	95	95	95
		0.07	0.26	0.06	-0.29
	Quartil 75	0.499	0.01	0.575	0.004
		95	95	95	95
	Máximo	0.08	0.26	0.09	-0.24
		0.459	0.012	0.374	0.018
	Mínimo	95	95	95	95
		0.05	0.19	0.16	-0.06
	Desvio-padrão	0.625	0.069	0.116	0.564
		95	95	95	95
Coef. de variação	0.06	0.27	0.02	-0.35	
	0.566	0.008	0.822	0.001	
Coef. de variação	95	95	95	95	
	0.17	0.28	-0.06	-0.40	
Coef. de variação	0.096	0.006	0.599	0	
	95	95	95	95	
Coef. de variação	-0.11	0.07	0.23	0.14	
	0.301	0.521	0.028	0.193	
Coef. de variação	95	95	95	95	
	0.12	0.27	-0.15	-0.51	
Coef. de variação	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	
Coef. de variação	95	95	95	95	

Nota: Indicam-se a “vermelho” as principais correlações positivas e a “azul” as principais negativas.

Para os factores de ponta mensal e diário verificou-se que o factor de ponta diário se correlaciona 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 duches diários” e o “n.º de lavagens de roupa”.

## CONCLUSÕES

O objectivo principal deste trabalho de investigação consistiu na identificação e análise dos factores sócio-demográficos mais relevantes para a caracterização dos consumos domésticos em sistemas de distribuição de água. Neste contexto, foi seguida a seguinte metodologia:

- Revisão literária sobre 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 edificado, do alojamento, dos clientes abastecidos, uma caracterização dos contadores domiciliários e do sistema de telemetria instalado.
- 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 efectuam análises estatísticas univariada e bivariada.

O caso de estudo para a caracterização de consumos domésticos correspondeu ao complexo de edifícios das *Twin-Towers*, localizado 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.

Os resultados do presente estudo tiveram por base análise 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 no Quadro 4 a 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, os sábados e os domingos e para os factores de ponta mensal e diário. Assim, apresenta-se no Quadro 4 as variáveis que apresentam uma correlação mais forte (traduzida pelo valor absoluto do coeficiente de correlação,  $r$ , superior a 0,2) com as variáveis de consumo.

**Quadro 4 - 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 duches 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	-----
<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 duches diários N.º de lavagens de roupa

## AGRADECIMENTOS

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.

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.

## BIBLIOGRAFIA

- 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.
- 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).
- Bennett, R. E. (2005). "Direct billing of multi-family customers for water use presents new opportunities and challenges to water providers in the United States." IWA Publishing Journal - Water Supply 5(3 - 4): 43 - 48.
- 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.
- Dalhuisen, J. M. and P. Nijkamp (2000). The economics of H<sub>2</sub>O. Economic Instruments and Water Policies in Central and Eastern Europe: Issues and Options. September 28-29, 2000, Szentendre, Hungary.
- Guimarães, R. C. and J. A. Sarsfield Cabral (1999). Estatística, McGraw-Hill.
- 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.
- Martins, R. and A. Fortunato (2005). "Residential water demand under block rates . A Portuguese case study." Water Policy 9(2): 217 - 230.
- Medeiros, N., D. Loureiro, et al. (2007). Concepção, 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.
- 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.
- OECD (1999). Household water pricing in OECD countries. OECD. Paris, OECD, Paris, unclassified document ENV/EPOC/GEEI(98)12/FINAL: 75 p.
- Pestana, M. H. and J. N. Gageiro (2003). Análise de dados para ciências sociais - a complementaridade ao SPSS. Lisboa, Edições Sílabo.
- Pinheiro, L.C. (2008) Análise sócio-demográfica para a caracterização de consumos domésticos em sistemas de distribuição de água. Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos. Universidade de Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico. Lisboa, Portugal.
- Yepes, G. and A. Dianderas (1996). Water and wastewater utilities indicators, Water and Sanitation Division, Washington D.C., 1996.