

ESTUDO DOS FACTORES MAIS RELEVANTES QUE INFLUENCIAM O CONSUMO DOMÉSTICO DE ÁGUA: O CASO DE ESTUDO DO COMPLEXO DE EDIFÍCIOS *TWIN-TOWERS*

Dália LOUREIRO ⁽¹⁾; Luís PINHEIRO ⁽²⁾; Margarida REBELO ⁽³⁾;

Ana Rita SALGUEIRO ⁽⁴⁾; Nuno MEDEIROS ⁽⁵⁾; Dídía COVAS ⁽⁶⁾; Helena ALEGRE ⁽⁷⁾

Resumo

Apresenta-se neste artigo uma caracterização dos consumos domiciliários (i.e., consumo mensal, consumo diário, capitação e factores de ponta) e dos clientes abastecidos, assim como uma síntese dos factores mais relevantes que influenciam o consumo no complexo de edifícios *Twin-Towers*, em Lisboa. Apresenta-se também a metodologia adoptada, de forma a permitir alargar o estudo a amostras diversificadas de clientes e a validar e complementar os resultados obtidos. No que se refere aos factores mais relevantes que influenciam o consumo, comprovaram-se as correlações obtidas na bibliografia em termos de factores como o número de residentes e a tipologia do alojamento e obtiveram-se correlações importantes com outros factores, nomeadamente com o tempo semanal de empregada doméstica, os hábitos de consumo (e.g., n.º de refeições, n.º de lavagens de roupa e loiça) e os hábitos de poupança de água (e.g., fechar a torneira enquanto toma duche).

Palavras-chave: consumo domiciliário; sistemas de distribuição de água, telemetria, factores sócio-demográficos; inquérito; sistemas de informação

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre os factores mais relevantes que influenciam o consumo doméstico constitui uma ferramenta fundamental para o planeamento, operação e manutenção eficiente de sistemas de distribuição de água. Existem muitas áreas nas quais este tipo de abordagem é essencial, tais como: a adequação do tarifário existente ao perfil de consumos dos clientes, através da criação de um tarifário em função da hora do dia ou dia da semana; o controlo de perdas, através de um melhor conhecimento sobre os consumos domiciliários nocturnos ou através de uma regulação adequada da pressão, sem pôr em causa o abastecimento domiciliário; a projecção de consumos em novas áreas; ou a implementação e avaliação do impacte no consumo doméstico de medidas para o uso eficiente de água.

¹ Engenheira Civil, Bolseira de Doutoramento no Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal.

² Engenheiro Civil, Bolseiro de Investigação no Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal.

³ Psicóloga Social, Investigadora Auxiliar do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal.

⁴ Geóloga, Bolseira de Investigação no CERENA, Centro de Recursos Naturais e Ambiente do Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal.

⁵ Biólogo, Responsável pela Unidade de Assistência Local, Empresa Portuguesa de Águas Livres S.A.

⁶ Engenheira Civil, Professora Auxiliar no Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal.

⁷ Engenheira Civil, Investigadora Principal do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal.

Estudos anteriores referem factores como o preço da água, o clima, a pressão da rede, as características do alojamento, a composição do agregado familiar, o rendimento familiar, a etnia, a religião, os hábitos de consumo e os factores psico-sociais como sendo os mais relevantes para a caracterização do consumo doméstico (ALEGRE *et al.* 1992; EDWARDS e MARTIN 1995; LOH e COGHLAN 2003; WARREN 2002; WARREN e CUNNINGHAM 2007).

No entanto, verifica-se que os trabalhos até agora realizados são específicos de uma determinada zona ou entidade gestora, havendo necessidade de consolidar metodologias que permitam estudos mais abrangentes, de forma a validar ou a complementar as relações já conhecidas, atendendo à variedade destes factores. Por outro lado, alguns estudos apresentam limitações, quer em termos da disponibilidade de dados de consumo fiáveis e com suficiente detalhe, quer em termos de dados sobre os potenciais factores explicativos (MCDONALD *et al.* 2003; RUSSAC *et al.* 1991).

Recentes avanços nas telecomunicações, sobretudo através das tecnologias de comunicação móvel, e nas características metrológicas e electrónicas dos contadores de água vieram permitir a aplicação de tecnologias de monitorização às redes urbanas de abastecimento, incluindo a monitorização de clientes domésticos. Actualmente, estas tecnologias começam a ser competitivas em termos de custos, atendendo à redução da mão-de-obra afecta ao processo de leitura. Este tipo de sistema de informação permite que a facturação do consumo de água possa ser efectuada com maior frequência, eliminando a leitura por estimativa, e que a informação recolhida possa ser utilizada para outros fins que necessitem de informação mais detalhada (e.g., padrões de consumo diários), como seja o controlo de perdas, quer ao nível da rede, quer ao nível domiciliário. A georeferenciação de dados sobre o cadastro da rede, sobre o território, sobre a população abastecida e sobre o edificado veio facilitar o cruzamento desta informação com os dados de consumo, possibilitando a identificação e a caracterização dos principais factores explicativos do consumo. Verifica-se também que a utilização efectiva na gestão técnica da rede dos resultados decorrentes do cruzamento destes dois tipos de informação é ainda reduzida.

Apresenta-se neste artigo uma caracterização dos consumos domiciliários (i.e., consumo mensal, consumo diário, capitação e factores de ponta) e dos clientes abastecidos, assim como uma síntese dos factores mais relevantes que influenciam o consumo no complexo de edifícios *Twin-Towers*, em Lisboa. Apresenta-se também a metodologia adoptada, de forma a permitir alargar o estudo a amostras diversificadas de clientes e a validar e complementar os resultados obtidos. No que se refere aos factores mais relevantes que influenciam o consumo, comprovaram-se as correlações obtidas na bibliografia em termos de factores como o número de residentes e a tipologia do alojamento e obtiveram-se correlações importantes com outros factores, nomeadamente com o tempo semanal de empregada doméstica, os hábitos de consumo (e.g., n.º de refeições, n.º de lavagens de roupa e loiça) e os hábitos de poupança de água (e.g., fechar a torneira enquanto toma duche).

Os resultados referem-se a uma amostra limitada e relativamente homogénea de clientes que não devem ser directamente extrapoláveis. Contudo, a metodologia foi estabelecida e pode ser aplicada a outras amostras de clientes. Este tipo de

abordagem permite que a entidade gestora efectue uma melhor caracterização sobre os actuais consumos e disponha de ferramentas para a estimativa de consumos em áreas de expansão de rede.

2. CASO DE ESTUDO

O caso de estudo corresponde ao complexo de edifícios das *Twin-Towers*, composto por seis edifícios e localizado na freguesia de Campolide, em Lisboa (Figura 1a). Trata-se de um complexo de edifícios de luxo, com apartamentos com amplas áreas, localizado numa das principais zonas de serviços da cidade de Lisboa, abrangido por uma vasta rede de transportes públicos e com acesso fácil às principais vias da cidade. Este caso de estudo engloba seis edifícios, construídos em 2001, correspondentes a uma amostra total de 342 clientes, na qual 302 clientes são consumidores domésticos e 40 clientes são consumidores não domésticos. De acordo com os dados fornecidos pela EPAL, S.A., o número de clientes domésticos corresponde a uma população residente de 624 habitantes. Os edifícios 1-2 possuem 9 pisos, os edifícios 5-6 possuem 12 pisos e os edifícios com maior número de pisos são os edifícios 3 e 4 com 26 pisos. Até ao 5º piso, os clientes são abastecidos directamente a partir da rede pública de distribuição de água. No caso dos pisos superiores, existem grupos hidropressores a montante das baterias de contadores que garantem a pressão suficiente para abastecimento a estes pisos.



Figura 1 - Complexo de edifícios das *Twin-Towers*: a) localização e b) edifícios do complexo.

Os contadores são do tipo volumétrico, com diâmetro nominal de 15-20 mm, e encontram-se instalados em bateria. Os dados de consumos são obtidos remotamente através do sistema de telemetria M-Bus/GSM instalado (Figura 2). Cada conjunto de baterias encontra-se ligado a um concentrador, que é alimentado localmente, através do sistema M-Bus. Actualmente, cada contador é lido uma vez por dia. A recolha de dados pode ser feita localmente através de terminal portátil ou remotamente através de Modem (GSM, PSTN ou RF), sendo actualmente feita via GSM.



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

3. METODOLOGIA

A Figura 3 apresenta a metodologia de análise com vista ao estabelecimento de um perfil de consumos em função das variáveis sócio-demográficas, assim como a indicação dos capítulos desta comunicação onde serão apresentados os respectivos resultados (LOUREIRO 2006).

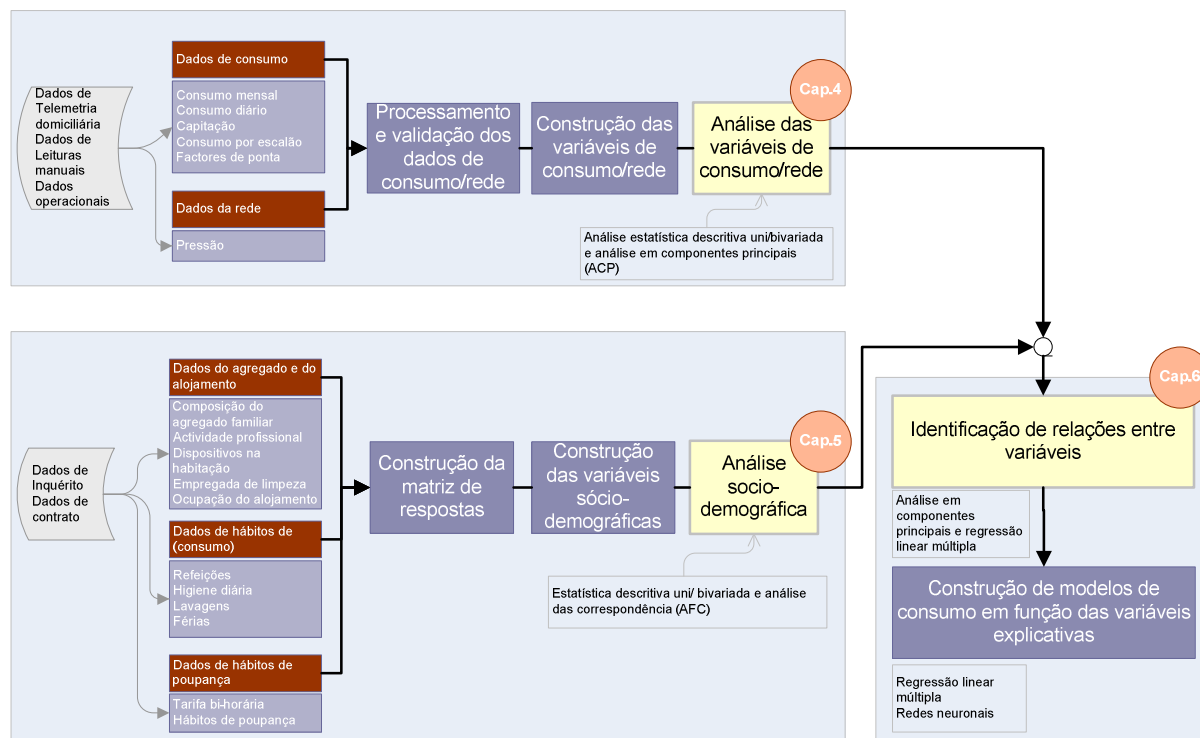


Figura 3 – Metodologia de análise para a tipificação do consumo doméstico (Loureiro 2006).

Foi disponibilizado pela EPAL, S.A. um conjunto de dados de consumo diário dos consumidores 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, cuja informação foi cruzada. 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 os dados dos clientes e dos edifícios.

Na análise dos consumos de água foram consideradas as leituras diárias de consumo obtidas por telemetria e as leituras mensais obtidas manualmente para uma amostra de 282 clientes. A utilização destas duas fontes de informação permitiu validar os dados obtidos por telemetria e caracterizar o consumo, em períodos de falha nos registos diários de consumo, e corrigir essas falhas. Tendo por base os dados diários de consumo, obtidos por telemetria, identificaram-se e corrigiram-se as falhas nos registos. Foram detectadas algumas limitações na informação recolhida, como seja o formato dos dados, que dificultou a automatização do processamento e o não sincronismo entre leituras de clientes. A falta de sincronismo entre leituras não é muito importante na análise do consumo diário, mas é de extrema importância em futuras análises de consumos instantâneos.

Tendo por base os dados diários e mensais analisaram-se as seguintes variáveis de consumo:

- consumo mensal;
- consumo diário;
- capitação;
- consumo por escalão;
- factores de ponta.

Em termos de dados sócio-demográficos, a EPAL, S.A. apenas dispunha de dados relativos à tipologia e ao número de habitantes pelo que houve necessidade de recorrer à realização de um inquérito para completar a caracterização sócio-demográfica e recolher dados sobre hábitos de consumo.

O inquérito incidiu sobre o levantamento das principais características relativas ao agregado familiar e ao alojamento e sobre os hábitos do agregado familiar, onde se incluíram os hábitos domésticos e os hábitos de poupança de água e de energia. As questões sobre os hábitos de poupança incidiram sobre a utilização da tarifa bi-horária e sobre as medidas preconizadas pela entidade gestora para poupar água.

Dada a homogeneidade da amostra, em termos do tipo e data de construção do alojamento (i.e., apartamentos construídos em 2001) e em termos do nível sócio-económico dos clientes (i.e., nível sócio-económico elevado) não foram construídas questões relativas a estes temas. Por outro lado, pelo facto de se tratar de um conjunto de habitantes suficientemente escolarizados, com capacidade para resposta adequada ao questionário, optou-se por realizar um questionário por auto-preenchimento. Foram considerados para análise 102 inquéritos válidos de entre os 111 inquéritos respondidos.

Foi construído um conjunto de variáveis sócio-demográficas que caracterizam o agregado familiar e o alojamento e um conjunto de variáveis relativas a hábitos de consumo que incluem hábitos domésticos e hábitos de poupança de água e de energia. Uma caracterização detalhada das variáveis encontra-se apresentada em PINHEIRO (2008). Apresenta-se neste artigo uma síntese da análise estatística uni e bivariada das variáveis de consumo e das variáveis sócio-demográficas e relativas a hábitos de consumo (ver 4 e 5), assim como uma síntese das variáveis mais relevantes para a caracterização do consumo diário (ver 6).

4. RESULTADOS DA ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DE CONSUMO

Neste capítulo apresentam-se os resultados da análise estatística relativa ao consumo por escalão, ao consumo médio mensal, ao consumo médio diário e à capitação. Verifica-se que o consumo médio mensal diminui no trimestre de Junho-Agosto, sendo mínimo no mês de Agosto (Figura 4a). Verifica-se, também, que entre Setembro e Dezembro o consumo é relativamente estável. Este facto, aliado a uma maior estabilidade no sistema de telemetria domiciliária durante este período (e.g., menor número de falhas de comunicação), levou a que se tivesse

considerado o trimestre Setembro-Novembro para análise dos dados diários de consumo.

Em termos do consumo por escalão, verifica-se uma predominância do consumo no 2º escalão, excepto em Julho 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, com uma média anual de 7%.

Com o objectivo de calcular intervalos confiança para as variáveis de consumo, analisou-se também a qualidade do ajustamento do consumo médio mensal e diário a funções de distribuição. Verifica-se que a distribuição Gama é a que melhor se ajusta à distribuição do consumo médio mensal e do consumo médio diário (Figura 5). Comparativamente com os histogramas relativos a consumos médios (Figura 5), verifica-se que a distribuição da capitação média apresenta uma maior dispersão nos valores máximos (Figura 4b). Adicionalmente, os coeficientes de assimetria calculados (Quadro 1) indicam existir uma dispersão significativa dos valores máximos em relação à média (i.e., coeficiente de assimetria positivo), sendo particularmente elevada no caso das variáveis de capitação (coeficiente de assimetria > 2). Factores como o número de habitantes indicado à data de contrato não estar actualizado, e a variabilidade própria do número de habitantes num alojamento contribuem significativamente para esta dispersão. Estes resultados evidenciam que a estimativa do consumo com base na capitação está associado a uma maior incerteza do que em termos do consumo diário.

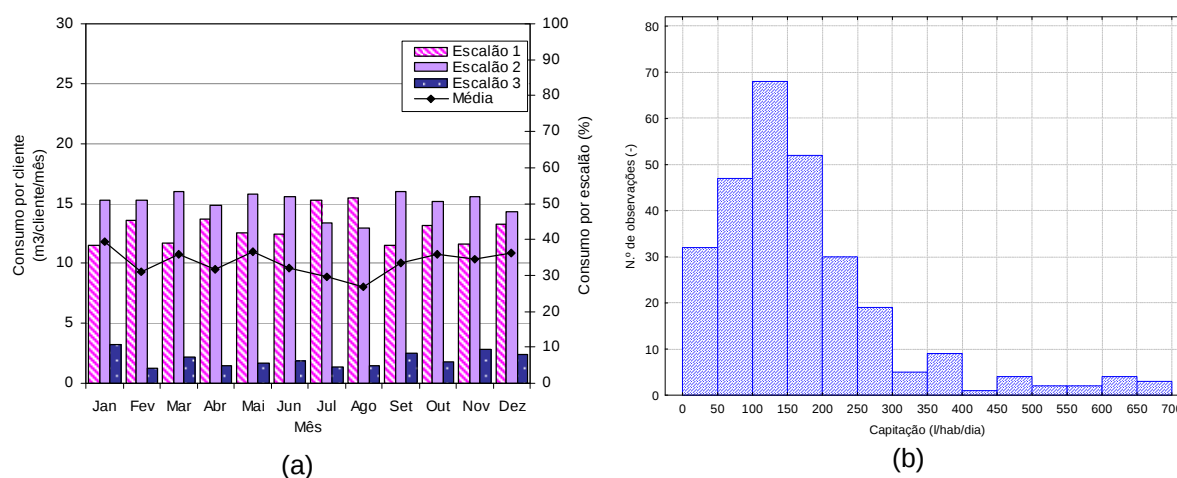


Figura 4 – Distribuição do (a) consumo médio mensal e do consumo médio por escalão no ano 2006 e da (b) capitação média no trimestre Setembro-Novembro, para a totalidade dos clientes estudados.

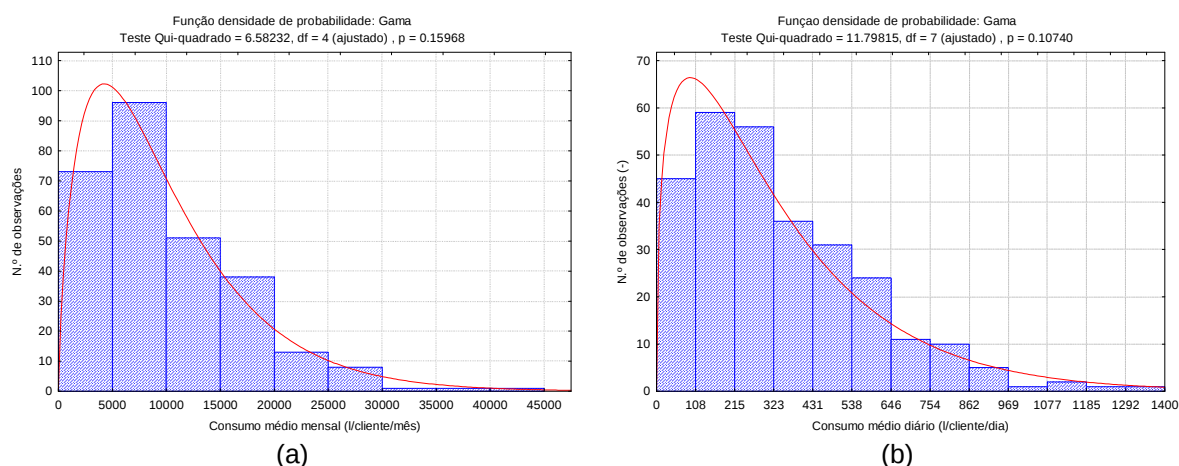


Figura 5 – Distribuição do (a) consumo médio mensal no ano 2006 e do (b) consumo médio diário no trimestre de Setembro-Novembro, para a totalidade dos clientes estudados.

No Quadro 1 apresenta-se a síntese das estatísticas descritivas calculadas tendo por base o consumo médio diário e a capitação média diária de cada cliente. Assim, o consumo médio diário da população analisada é de 336 l/cliente/dia e a capitação média diária é de 175 l/hab/dia. Verifica-se que o consumo médio decresce cerca de 20% face ao consumo ao fim-de-semana, resultado que é típico em Lisboa de áreas residenciais com nível sócio-económico mais elevado como Lisboa (ALEGRE *et al.* 1992). Os valores médios obtidos são superiores aos valores apresentados por ALEGRE *et al.* (1992), para zonas em Lisboa com nível sócio-económico semelhante (i.e., com capitações de 112-136 l/hab/dia).

Os consumos médios mínimos são muito reduzidos, tendo-se verificado que existem alojamentos com consumos nulos ou muito reduzido durante parte do trimestre estudado. Por oposição verifica-se que o consumo médio máximo é de 1430 l/cliente/dia e a capitação média máxima é de 1077 l/hab/dia, valores significativamente elevados face à média.

Quadro 1 – Estatísticas descritivas do consumo médio diário (l/cliente/dia) e da capitação média (l/hab/dia) para a globalidade do trimestre Setembro-Novembro, para dia útil, sábado e domingo, para a totalidade dos clientes estudados.

	Cenário	n.º clientes	Média	Mediana	Mín.	Max.	Quartil 25	Quartil 75	Desvio-padrão	Coef. Variação	Coef. Assimetria
Consumo médio diário	geral	282	336.1	287.8	0.9	1429.6	157.4	479.7	245.7	0.73	1.13
	dia útil	282	358.2	300.9	0.4	1389.8	167.1	518.4	263.0	0.73	1.07
	sábado	282	300.5	247.7	0.4	1694.6	127.5	426.9	236.8	0.79	1.45
	domingo	282	274.3	238.4	0.0	1407.9	124.9	364.3	212.9	0.78	1.48
Capitação média diária	geral	278 ⁽²⁾	175.0	147.3	0.5	1077.0	89.7	217.9	141.4	0.81	2.36
	dia útil	278	186.4	155.9	0.4	1180.3	97.3	230.5	153.0	0.82	2.42
	sábado	278	155.1	132.4	0.2	839.1	76.9	195.4	126.6	0.82	2.09
	domingo	278	145.5	117.9	0.0	921.8	65.8	182.8	128.7	0.88	2.38

Notas:

(1) As estatísticas média, mediana, mínimo, máximo, quartil 25, quartil 75 e desvio-padrão encontram-se expressos nas unidades da respectiva variável de consumo; o coeficiente de variação e o coeficiente de assimetria são adimensionais.

(2) O número de clientes é diferente no caso da capitação, uma vez que não se dispunha do n.º de habitantes para 4 clientes.

5. RESULTADOS DA ANÁLISE DAS VARIÁVEIS SÓCIO-DEMOGRÁFICAS E RELATIVAS AOS HÁBITOS DE CONSUMO E DE POUPANÇA

Apresenta-se neste capítulo uma síntese das características sócio-demográficas da população inquirida (102 clientes). Esta é caracterizada por um número médio de 2,3 habitantes/alojamento (Figura 7a) com uma idade média de 39 anos, onde o número de estudantes e de elementos não activos (i.e., doméstica, reformados, desempregados) por agregado é reduzido (Figura 6a).

O número médio de elementos activos por alojamento aumenta com a tipologia, enquanto que o número médio de elementos não activos (e.g., doméstica, reformado, desempregado) é máximo no caso da tipologia T3 e mínimo na tipologia T1 (Figura 6b). O número médio de estudantes é mais elevado no caso das tipologias T4 e T5.

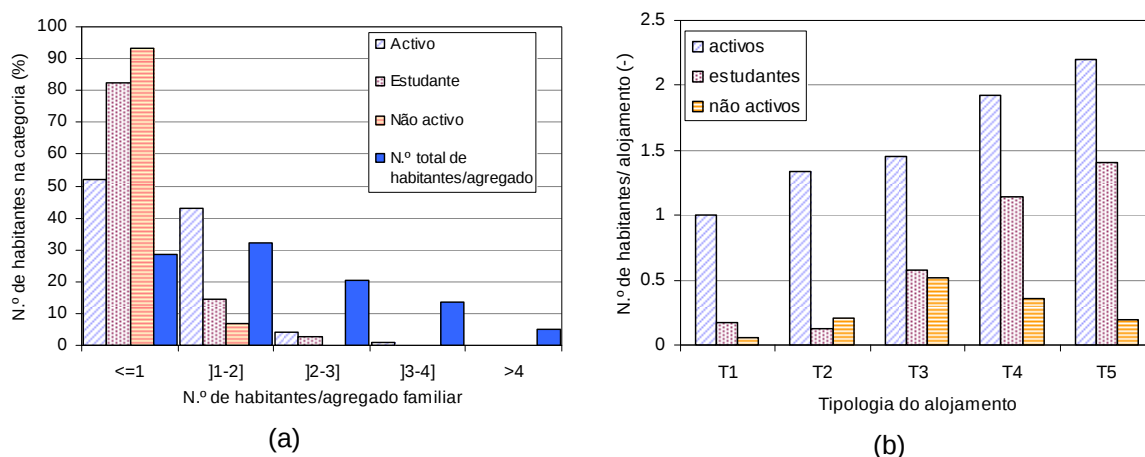
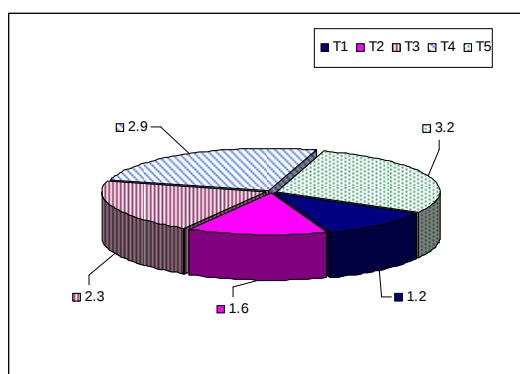
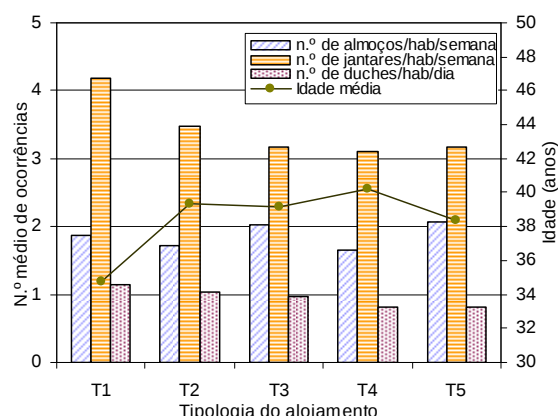


Figura 6 – Variação da composição do agregado familiar segundo o (a) número de habitantes do agregado e a (b) tipologia do alojamento.

Em termos de hábitos diários de consumo, as tipologias com maior número de almoços semanais por habitante são as tipologias T3 e T5, caracterizadas por um maior peso em termos de elementos não activos e estudantes, respectivamente (Figura 7b). Quer o número de jantares semanais por habitante, quer o número de duchas diárias por habitante diminuem ligeiramente à medida que o número de habitantes do agregado aumenta (Figura 7b).



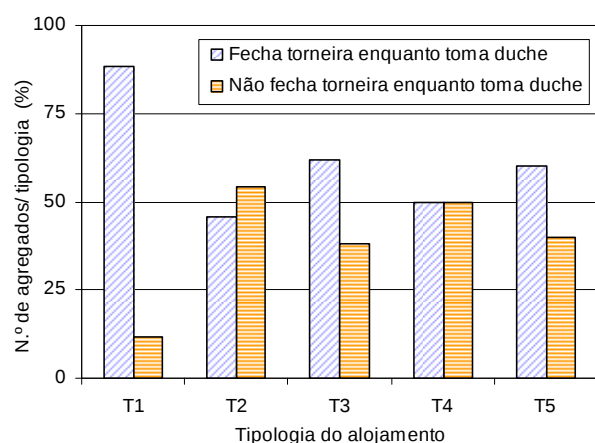
(a)



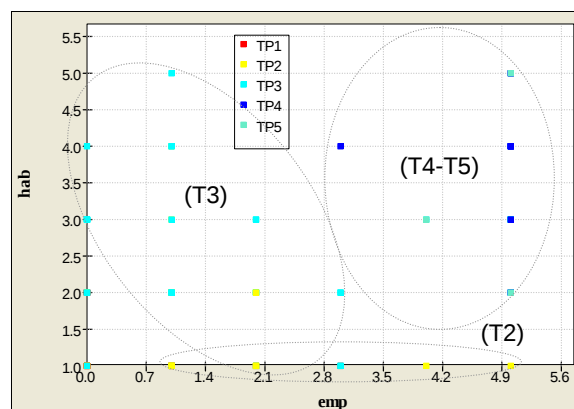
(b)

Figura 7 – Distribuição (a) do número médio de habitantes e (b) do número médio de ocorrência de hábitos de consumo por tipologia do alojamento.

A Figura 8a apresenta a distribuição dos agregados que têm o hábito de fechar a torneira enquanto tomam duche segundo as várias tipologias. Verifica-se que o número de agregados que adoptam esta medida é particularmente relevante nas tipologias T1, T3 e T5. A Figura 8b mostra a variação do número de habitantes com o número de dias por semana de empregada doméstica, colocando em evidência que esta variável depende mais da tipologia do alojamento do que do número de habitantes. Por exemplo no caso dos alojamentos T3, o tempo de empregada doméstica é inferior a 3 dias, e no caso de alojamentos T4 e T5, o tempo de empregada doméstica varia entre 3-5 dias. No caso da tipologia T2, esta relação não se verifica.



(a)



(b)

Figura 8 – (a) Distribuição dos agregados familiares em função do hábito de poupança por tipologia e (b) variação do número de habitantes com o n.º de dias de empregada doméstica por semana.

6. RESULTADOS DA ANÁLISE DAS VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM O CONSUMO

Neste capítulo apresenta-se uma síntese dos factores que influenciam as variáveis características do consumo, para amostra de clientes inquiridos. As Figuras 10-12 apresentam a variação do consumo médio mensal ao longo do ano 2006 e a variação do consumo médio diário e da capitação, no trimestre Setembro-Novembro, com o número de habitantes e com a tipologia.

Verifica-se que o consumo médio mensal aumenta com o número de habitantes (Figura 9a) e diminui com o aumento da tipologia do alojamento (Figura 9b), apesar de existir alguma dispersão associada. Por exemplo, para 4 habitantes, o consumo médio mensal está compreendido entre 7,5-10 m³/mês para as tipologias T4-T5 e entre 15-20 m³/mês para a tipologia T2-T3.

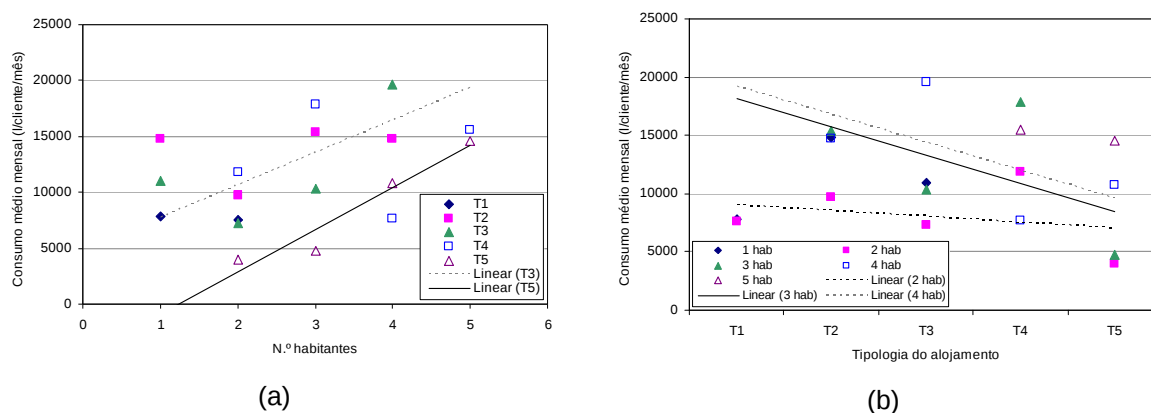


Figura 9 – Variação do consumo médio mensal para o ano 2006 com (a) o número de habitantes e com a (b) tipologia do alojamento.

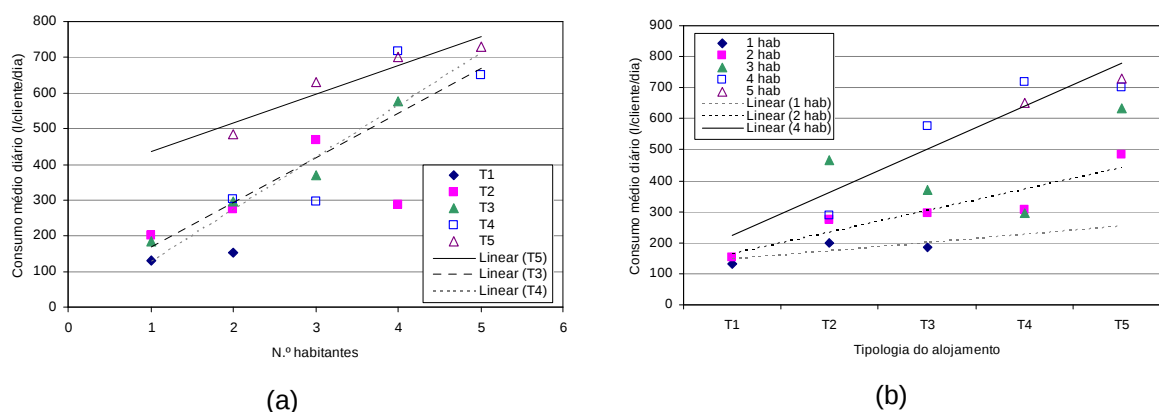


Figura 10 – Variação do consumo médio diário no trimestre Setembro-Novembro com o (a) número de habitantes e com a (b) tipologia do alojamento.

A Figura 10 mostra que o consumo médio diário aumenta com o número de habitantes e com a tipologia do alojamento. Por exemplo, no caso de um alojamento T3, o consumo varia entre 185 l/cliente/dia (1 habitante) e 576 l/cliente/dia (4 habitantes). Outro factor que também pode contribuir para o incremento

significativo do consumo no caso das maiores tipologias é o tempo semanal de empregada doméstica, que é superior a 3 dias para agregados com 3-5 habitantes, que vivem em alojamentos T4 e T5.

De acordo com a Figura 11, verifica-se que a capitação média diminui com o aumento do número de habitantes e aumenta com a tipologia do alojamento. Por exemplo, no caso de 4 habitantes, a capitação varia entre 72 l/hab/dia (tipologia T2) e 180 l/hab/dia (tipologia T4-T5). Os resultados obtidos, para a amostra de clientes inquiridos, em termos da variação do consumo médio diário e da capitação com o número de habitantes e com a tipologia confirmam as observações efectuadas em trabalhos anteriores (ARBUÉS *et al.* 2003; EDWARDS e MARTIN 1995; LOH e COGHLAN 2003; WARREN e CUNNINGHAM 2007).

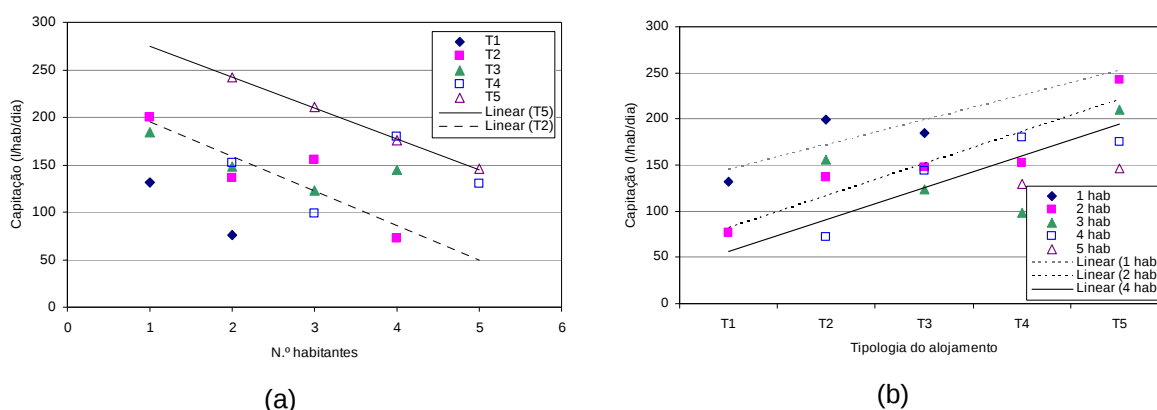


Figura 11 – Variação da capitação no trimestre Setembro-Novembro com (a) o número de habitantes e com (b) a tipologia do alojamento.

Os resultados obtidos, para a amostra de clientes inquiridos (i.e., 102 clientes), são idênticos aos obtidos para os restantes clientes do complexo de edifícios *Twin-Towers* (282 clientes).

Comparou-se também a variação da capitação média com o número de habitantes, tendo por base as duas fontes de informação: o número de habitantes à data de contrato, fornecido pela EPAL, S.A., e o número de habitantes obtidos através do inquérito. Verificou-se que as diferenças obtidas não são significativas, excepto no caso de um habitante em que a capitação média obtida com base no número de habitantes à data de contrato é cerca de 30% superior à capitação média com o número de habitantes obtido através do inquérito.

Com o objectivo de identificar quais as variáveis mais relevantes na análise de consumos, de entre as variáveis construídas a partir do inquérito, identificar as variáveis redundantes ou pouco significativas, aplicou-se a análise factorial de correspondências (AFC) (Pereira e Sousa 2002) às variáveis de consumos e às variáveis sócio-demográficas e relativas aos hábitos de consumo e de poupança de água e de energia. A escolha desta técnica de análise em detrimento de outras análises factoriais, prende-se com a vantagem de se analisarem conjuntamente variáveis quantitativas e variáveis qualitativas, sendo que as primeiras (e.g., consumo médio diário, consumo médio no escalão i, n.º de habitantes, etc.) são, de acordo com o formalismo subjacente, divididas em classes. Esta divisão foi

efectuada tendo em conta o conhecimento pericial de cada uma das variáveis, sendo privilegiada a homogeneização das mesmas.

Em termos do comportamento diário, os clientes com consumo médio inferior a 150 l/cliente/dia (grupo I) estão associados a uma maior variabilidade no comportamento diário (i.e., coeficiente de variação superior a 0,8), assim como a maiores desvios em termos do consumo médio máximo em relação ao consumo médio (coeficiente de assimetria superior a 1,3).

Por oposição, os clientes com consumo superior a 450 l/cliente/dia (Grupo III) são aqueles que apresentam uma maior regularidade no comportamento diário (i.e., coeficiente de variação inferior a 0,4 e coeficiente de assimetria compreendido entre -0,8 e 0,1. Os clientes com consumos médios diários entre 150 e 450 l/cliente/dia (Grupo II) apresentam um comportamento intermédio.

Em termos de relações entre as variáveis características do consumo médio mensal e as variáveis do consumo diário, obtiveram-se os seguintes resultados:

- o grupo I é caracterizado por um peso no 1º escalão superior a 90%, no 2º escalão inferior a 10% e por um consumo médio mensal inferior a 6 m³/mês;
- o grupo III é caracterizado por um peso no 1º escalão inferior a 35%, no 2º escalão entre 50-100%, um peso no 3º escalão com um valor máximo de 25%, um consumo médio mensal entre 10-29 m³ e valores do factor de ponta mensal são inferiores a 1,3;
- os grupos I e II distinguem-se do grupo III através do factor de ponta de ponta mensal, que é superior a 1,3, e pela ausência de consumo 3º escalão.

As relações principais obtidas entre as variáveis características do consumo diário e as características do agregado familiar foram as seguintes:

- as características do agregado que melhor caracterizam o Grupo I, com consumo médio inferior a 150 l/cliente/dia, são agregados familiares com um único elemento (i.e., elemento activo) que vivem em alojamentos T1-T2, com um tempo de empregada reduzido (i.e., máximo de 1 dia/semana) (Figura 12a);
- o grupo II (com consumo médio diário entre 150-450 l/cliente/dia) encontra-se sobretudo associado a agregados sem filhos, com 2-3 habitantes, cuja idade média é superior a 37 anos, com elementos não activos, com empregada doméstica 1-3 dias/semana e que vivem sobretudo em alojamentos T3;
- o grupo III está relacionado com as famílias com filhos, com 3-5 habitantes, com idade média inferior a 37 anos, compostas por 2-3 elementos activos, com 3-5 dias/semana com empregada doméstica e que vivem alojamentos T4-T5.

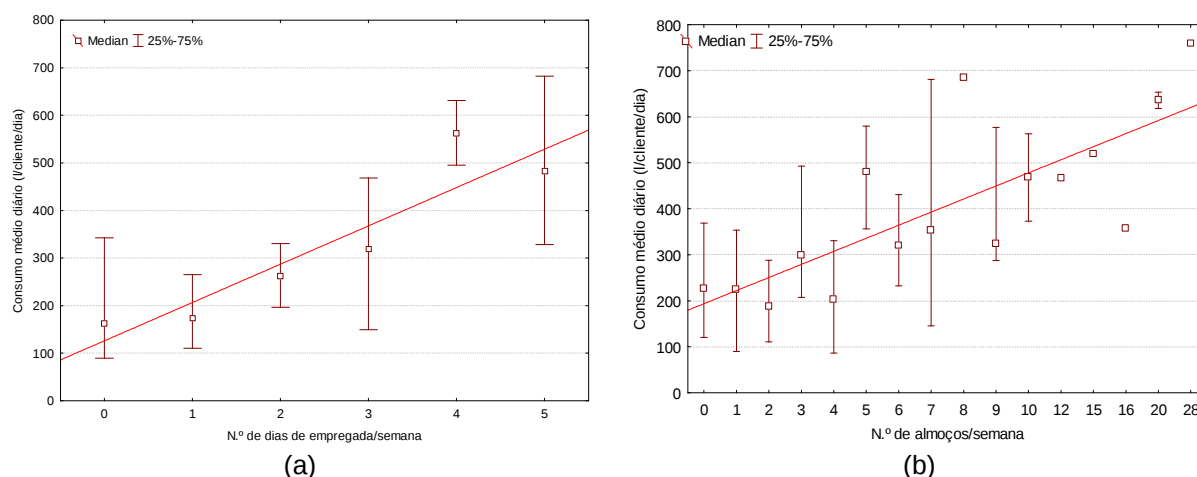


Figura 12 – Variação do consumo médio diário com o (a) n.º de dias de empregada doméstica/semana e com o (b) n.º de almoços/semana.

Em termos das relações com as variáveis relativas aos hábitos diários obtiveram-se os seguintes resultados:

- o grupo I é caracterizado por hábitos de consumo diário com uma frequência muito reduzida (i.e., n.º de lavagens de roupa e loiça/agregado/semana ≤ 3 ; n.º de almoços/agregado/semana ≤ 3 ; n.º de jantares/agregado/semana ≤ 5 ; n.º de duchas/agregado/dia ≤ 2) (Figura 12b);
- o grupo III é caracterizado sobretudo por um elevado número de duchas diários (2-10 duchas/agregado/dia), de refeições em casa (i.e., 3-20 de almoços/agregado/semana; 7-35 jantares/agregado/semana) e de lavagens de roupa e loiça (i.e., 7-20 lavagens/agregado/semana).

Em termos de hábitos de poupança de água, verificou-se que a medida de fechar a torneira enquanto toma duche constitui uma das medidas mais importantes, de entre as recomendadas pela EPAL, S.A. para poupança de água. Verificou-se que esta medida se encontra associada a clientes com consumo médio inferior a 450 l/cliente/dia (i.e., grupo I e grupo II), que correspondem a agregados compostos principalmente por elementos activos e não activos. Os clientes com este hábito de poupança consomem, em média 290 l/cliente/dia, enquanto que os clientes que não adoptam esta medida consomem em média 392 l/cliente/dia. No caso do uso do contador bi-horário, esta medida de poupança de energia encontra-se associada aos clientes com consumo médio diário superior a 450 l/hab/dia.

7. CONCLUSÕES

O trabalho que se apresenta neste artigo permitiu obter um conhecimento detalhado sobre os consumos no complexo de edifícios *Twin-Towers* e sobre a sua variabilidade, apesar da homogeneidade sócio-económica deste conjunto de clientes. Verificou-se que apresentam consumos médios elevados, face a estudos anteriores, e que apresentam um comportamento semanal típico de zonas residenciais com nível sócio-económico elevado. Permitiu igualmente obter o perfil sócio-demográfico para amostra de clientes inquiridos. Trata-se de um conjunto de clientes em que o número de famílias sem filhos e de agregados com um único

elemento é significativo (i.e., cerca de 52%), a presença de empregada doméstica é relevante (i.e., 2 dias/semana em média) e a presença de elementos em casa durante o dia é reduzida (e.g., n.º médio de almoços/agregado/semana=4).

Em termos de relações entre o consumo médio diário, as variáveis sócio-demográficas e as variáveis relativas a hábitos de consumo e de poupança de água obtiveram-se os seguintes resultados:

- o consumo médio diário aumenta com o n.º de habitantes e com a tipologia do alojamento, enquanto que a capitação média diminui n.º de habitantes e aumenta com a tipologia do alojamento;
- a composição do agregado familiar (i.e., n.º de elementos activos, n.º de estudantes e de elementos não activos), assim como o tempo semanal de empregada doméstica constituem as variáveis sócio-demográficas mais relevantes;
- os hábitos de consumo mais relevantes são o n.º de duches diários, o número de refeições semanais e de lavagens de roupa e loiça;
- a taxa de clientes que não adoptam as medidas de poupança de água inquiridas é ainda elevada, embora tenha sido identificado que medidas como o fecho da torneira enquanto toma duche pode ter um impacto significativo na redução do consumo médio diário.

Os resultados apresentados referem-se a um trabalho em curso, cuja etapa actual em desenvolvimento se refere à construção de modelos de consumos em função das variáveis sócio-demográficas mais relevantes identificadas.

AGRADECIMENTOS

A presente comunicação insere-se no âmbito do projecto co-financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia sobre "Utilização de dados da telemetria domiciliária na gestão de sistemas de distribuição de água" (Projecto POCI/ECM/60917/2004), coordenado pelo LNEC com a participação da empresa EPAL, S.A.

8. BIBLIOGRAFIA

- ALEGRE, H., MACHADO, P., CRAVEIRO, P. e COELHO, S. T. (1992). "Caracterização dos consumos domésticos de água na cidade de Lisboa." *Relatório 197/92*, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- ARBUÉS, F., GARCÍA-VALIÑAS, M. A. e MARTÍNEZ-ESPIÑEIRA, R. (2003). "Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review." *Journal of Socio-Economics*, 32(1), 81 -102.
- EDWARDS, K. e MARTIN, L. (1995). "A methodology for surveying domestic water consumption." *Journal of the Chartered Institution of Water and Environmental Management*, 9, 477-488.
- LOH, M. e COGHLAN, P. (2003). "Domestic water use study." Water Corporation, Perth, Western Australia.

- LOUREIRO, D. (2006). "Metodologias de Análise de Consumos para a Gestão Eficiente de Sistemas de Distribuição de Água, tese de doutoramento em curso." Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- MCDONALD, A., BELLFIELD, S. e FLRTCHER, M. (2003). "Water demand: A UK Perspective." *Proccedings of the International Conference on Computing and Control for the Water Industry. Advances in Water Supply Management – Maksimovic', Butler & Memon (eds)*, London, UK, 683 - 691.
- PEREIRA, H. G. e SOUSA, A. J. (2002). "Análise de dados para o tratamento de quadros multidimensionais." Lisboa.
- PINHEIRO, L. C. (2008). "Análise socio-demográfica para a caracterização de consumos domésticos em sistemas de distribuição de água," Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- RUSSAC, D. A. V., Rushton, K. R. e Simpson, R. J. (1991). "Insights into domestic demand from a metering trial." *Water and Environment Journal*, 5(3), 242 - 351.
- WARREN, R. (2002). "Household night consumption." UK Water Industry Research, London.
- WARREN, R. e CUNNINGHAM, A. (2007). "Leakage Methodology Review: variation in per capita consumption estimates." J0676\GD04\03, Tinemarch Systems Enginnering Ltd.