



CARACTERIZAÇÃO DE SECTORES DE REDE EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

O contributo das Ciências Sociais apoiado num Sistema de Informação Geográfica

Margarida REBELO⁽¹⁾; Dália LOUREIRO⁽²⁾; Alexandre SANTOS⁽³⁾; Sérgio COELHO⁽⁴⁾; Helena ALEGRE⁽⁵⁾; Paulo MACHADO⁽⁶⁾

Resumo

Apresenta-se nesta comunicação as relações entre o consumo doméstico de água e as características sociais, demográficas e da tipologia económica da população abrangida por nove sectores de rede nos municípios de Oeiras e Amadora. Apresenta-se também a metodologia adoptada, de forma a permitir a replicação do estudo em contextos mais alargados. Os resultados obtidos mostraram que o consumo doméstico de água, nas vertentes analisadas, se correlaciona significativamente com aspectos do edificado (idade e tipo de alojamento – vivenda/bloco de apartamentos), da população (idosos, nº de pessoas em casa, nível de escolaridade e mobilidade social) e das famílias (famílias com adolescentes, desemprego e famílias com idosos).

Palavras-chave: Caracterização sócio-demográfica; Censur 2001; Sectores de rede; Sistemas de abastecimento de água, Sistemas de Informação Geográfica.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento aprofundado do consumo doméstico de água é uma questão fundamental na gestão adequada dos sistemas de distribuição de água, bem como na construção e/ou na expansão de novos sistemas. A melhoria da eficácia e eficiência dos sistemas de abastecimento através de sistemas de gestão integrada e planeamento adequado da manutenção e reabilitação das infra-estruturas associadas são de particular interesse para as entidades gestoras.

Em Portugal, a informação existente sobre os utilizadores domésticos nos sistemas de abastecimento não contempla a contabilização do número de utilizadores nem as suas características sociais e económicas (SE). Esta informação é particularmente relevante no estudo da distribuição das curvas de consumo e da sua projecção a prazo, dado que os estudos que incluíram a dimensão social na sua análise

(1) Psicóloga Social, Investigadora Auxiliar do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal.

(2) Engenheira Civil, Bolseira de Doutoramento no Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal.

(3) Engenheiro do Ambiente, Consultor da firma WADI – Projecto e Consultoria em Ambiente, Sesimbra, Portugal.

(4) Engenheiro Civil, Investigador Principal do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal.

(5) Engenheira Civil, Investigadora Principal do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal.

(6) Sociólogo, Investigador Auxiliar do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal.



apontam claramente uma relação entre as características sociais dos consumidores e as curvas de uso de água (ALEGRE e COELHO 1993; ALEGRE, COELHO, ALMEIDA e VIEIRA 2005; BURNELL 2003).

A utilização dos Sistemas de Informação Geográfica e a existência de dados espacialmente distribuídos referentes aos ramais de distribuição e aos sectores de rede (SR), bem como de dados estatísticos referentes à população servida por esses sectores, permite o desenvolvimento de uma metodologia que possibilita a caracterização demográfica e sócio-económica dos sectores e a ligação destes dados às bases de dados de curvas de consumo doméstico do SR e respectiva tipificação de caudais. Esta metodologia apresenta requisitos para a sua aplicação, que em geral incidem sobre a necessidade de homogeneidade e sobre o grau de predominância das tipologias nos sectores de rede em termos das características sociais e económicas população servida. Com a tipificação de caudais de rede pretende-se essencialmente conhecer o regime de utilização do sistema de abastecimento a partir dos padrões de utilização da população e das suas características (sociais, económicas e demográficas).

O contributo das ciências sociais para o estudo interdisciplinar do consumo doméstico de água não se esgota, embora se reflecta operatoricamente neste estudo, na utilização de dados estatísticos sobre as condições de vida (contexto) e sobre os indivíduos (actores sociais) que protagonizam esse mesmo consumo. Esse contributo pode assumir objectivos apenas descritivos, o que equivale a considerar o estatuto instrumental e subsidiário dos dados estatísticos no quadro da investigação. Porém, podem procurar-se objectivos igualmente explicativos e interpretativos dos resultados obtidos, nomeadamente quando nos deparamos com regularidades empíricas que cabe compreender; seja a capitação média do consumo de água numa dada população ou as diferenças recorrentes e estatisticamente significativas entre consumos *per capita* de populações com características sociais distintas.

Na análise psicossociológica, esse tipo de regularidades estatísticas pode permitir inferir a existência de *regularidades sociais* e estas constituem um objecto privilegiado dos estudos sobre a sociedade, nomeadamente sobre as atitudes e comportamentos dos grupos e dos actores sociais. O consumo doméstico de água, tal como outros estudos assim o demonstraram (NAUGES e THOMAS 2003; SYME, SHAO, PO e CAMPBELL 2004), deve ser equacionado enquanto comportamento social, cuja variância cabe ajudar a compreender com recurso a um modelo de relações entre variáveis que caracterizam os sujeitos da acção (os consumidores) e o seu meio envolvente (através de variáveis físicas, como as que respeitam aos edifícios e aos alojamentos existentes num determinado território em estudo).

O conhecimento sobre as práticas sociais associadas ao consumo de água distribuída domiciliariamente pode ser absorvido e devolvido à comunidade científica e técnica, bem como a outros operadores institucionais, para diferentes fins – a título meramente exemplificativo, na estruturação de campanhas de sensibilização pública para o uso eficiente da água disponível, ou mais genericamente para o domínio da educação cívica ambiental.



O objectivo geral desta comunicação é o de contribuir para a predição da evolução da distribuição dos consumos, antecipando o respectivo impacto sobre a infraestrutura de abastecimento, melhorando a gestão dos subsistemas de abastecimento de água através de um melhor e mais sustentado conhecimento sobre o comportamento de consumo e os perfis sociais e económicos da população abastecida.

O objectivo específico deste estudo prendeu-se com a identificação das variáveis de consumo doméstico de água que mais se relacionam com as características sócio-económicas da população, tendo em vista o desenvolvimento de uma metodologia para quantificação dos consumos domiciliários que permita a produção de regras expeditas de estimação destes consumos em função de variáveis sócio-demográficas e o estabelecimento de regras expeditas de estimação dos consumos domiciliários válidas para casos de estudo considerados típicos.

Assim, a presente comunicação apresenta os resultados obtidos num estudo desenvolvido ao longo de 12 meses nas cidades de Oeiras e Amadora e cujo objectivo operacional foi a identificação dos factores sociais e económicos de maior influência sobre o consumo doméstico de água num conjunto de nove sectores de rede com perfis sociais, demográficos, económicos e de consumo de água diferenciados.

Em síntese, a metodologia desenhada para este estudo pretende associar padrões de procura de água a tipologias sócio-económicas dos utilizadores da rede de abastecimento ao nível dos sectores, bem como perspectivar a tipologia sócio-económica de cada sector de rede e a respectiva tipologia de consumos no apoio ao planeamento e gestão do sistema de abastecimento de água.

2. METODOLOGIA

2.1. Critérios de selecção dos casos de estudo (sectores de rede)

A selecção dos casos de estudo aqui apresentados obedeceu a um conjunto de critérios previamente estabelecidos, de modo a assegurar níveis aceitáveis de comparabilidade e consistência interna dos dados. Estes critérios referem-se a sectores predominantemente residenciais e consolidados do ponto de vista do tecido urbano. Do ponto de vista hidráulico correspondem a sectores de rede estabilizados do ponto de vista operacional, isoláveis com uma única entrada de caudal.

2.2. Procedimento

O procedimento adoptado para o desenvolvimento deste estudo implicou a execução de vários passos, designadamente, o fornecimento de informação sobre os nove sectores dos SMAS de Oeiras e Amadora (dados de caudal, facturação, modelos de simulação, registo de intervenções) que foram seleccionados através dos critérios acima apresentados, a recolha e processamento de informação, a

concepção de variáveis¹ nos vários temas e sub-temas analisados, o estudo das relações entre as variáveis de consumo e as variáveis sócio-demográficas, a selecção das relações mais relevantes em termos das variáveis de caudal/consumo e sócio-demográficas, a selecção das relações mais significativas em termos das variáveis de caudal/consumo e, por fim, o agrupamento dos sectores com base nas variáveis sócio-demográficas mais relevantes.

2.3. Variáveis em estudo

A informação hidráulica referente aos registos de caudal foi recolhida com intervalos temporais de 10 – 15 minutos, juntamente com a informação detalhada sobre facturação (consumos bimensais domésticos e não-domésticos), ao longo dos 12 meses de monitorização.

A informação social, demográfica e económica foi obtida a partir dos dados censitários de 2001 (Instituto Nacional de Estatística, 2001), a qual foi espacializada e tratada com recurso a sistemas de informação geográfica.

As variáveis em análise foram agrupadas em dois temas gerais, designadamente, consumo de água e sócio-demografia e, posteriormente, subdivididos em diferentes tópicos como os que apresentamos na Figura 1.

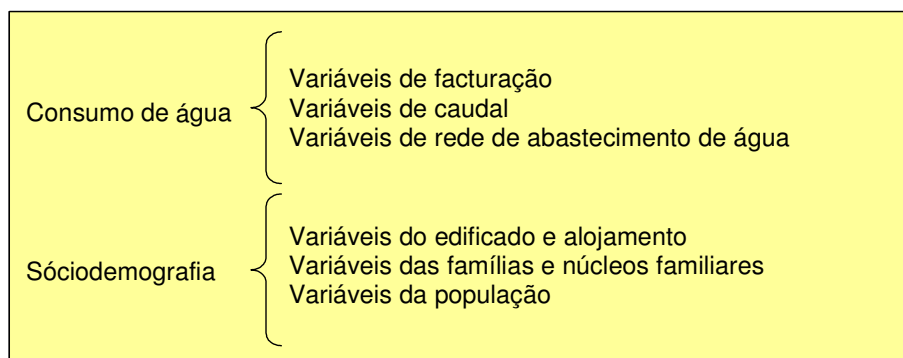


Figura 1 – Apresentação temática das variáveis consideradas no estudo

Como podemos observar, o tema relativo ao consumo doméstico de água foi especificado em três áreas, designadamente, variáveis de facturação, variáveis relativas ao caudal e variáveis referentes à rede de abastecimento de água.

As variáveis de caudal referem-se à descrição do comportamento de consumo do sector através dos padrões diários de consumo, histogramas, estatísticas de caudal diário, semanal, mensal e sazonal. As variáveis de facturação referem-se à facturação de clientes domésticos e não-domésticos e ao peso por escalões de consumo e as variáveis de rede de abastecimento de água contemplavam aspectos como as falhas na rede e no serviço e a pressão média diurna e nocturna obtidas a partir da modelação.

¹ A construção das variáveis foi executada com base nas seguintes fontes: Caudal (Tradeb, © LNEC 2006, 2007), sócio-demográficas (SocioQ, © LNEC 2006, 2007; INE, 2001).

As variáveis referentes à sócio-demografia foram subdivididas em três temas, designadamente, edificado e alojamento, famílias e população. Este grupo de dados teve por base uma referência nacional, realizada pelo INE, denominada por *base geográfica de referência da informação* (BGRI), publicada em 2001. Estes dados estão sujeitos a uma metodologia de recolha homogénea e consolidada para todo o país, ao nível da subsecção estatística.

Quadro 1 – Apresentação das áreas de estudo e respectivas sub-divisões

Área	Temas	Indicadores
Consumo doméstico de água	Consumo facturado	N.º de clientes domésticos, não domésticos e grandes consumidores Volume anual facturado nas categorias de consumo doméstico e não doméstico Volume facturado na categoria de consumo doméstico (Maio – Julho; Maio – Outubro) Capitação doméstica Consumo por cliente (doméstico e não doméstico) Consumo doméstico nos escalões E1, E2; E3 e E4
	Caudal total fornecido	Caudal médio, mínimo e máximo anual Padrão diário de caudal (dias úteis, sábados e domingos) – Janeiro - Março Caudal médio e mínimo semanal (dias úteis, sábados e domingos) – Janeiro - Março Factores de ponta
	Infra-estrutura	N.º de ramais por comprimento de conduta N.º de clientes por ramal Avarias em condutas Avarias em ramal
Sócio-demografia	Edificado e alojamento	Índice de vetustez do edificado Precariedade do edificado Altura do edificado Dimensão do fogo
	Famílias	Estrutura etária Vulnerabilidade laboral Dimensão da família
	População	Escolaridade obrigatória Mobilidade social Mobilidade económica Permanência em casa Idosos Deslocações para fora do Concelho

2.4. Métodos estatísticos utilizados

As análises estatísticas adoptadas neste estudo, designadamente, as matrizes de correlação e a análise de *clusters*, permitiram identificar as relações entre as variáveis de consumo (caudal e facturação) e as características sociais, demográficas e económicas da população, bem como agrupar os sectores de rede em termos de padrões sociais e económicos.

3. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

3.1. Análise dos padrões adimensionais de consumo de água

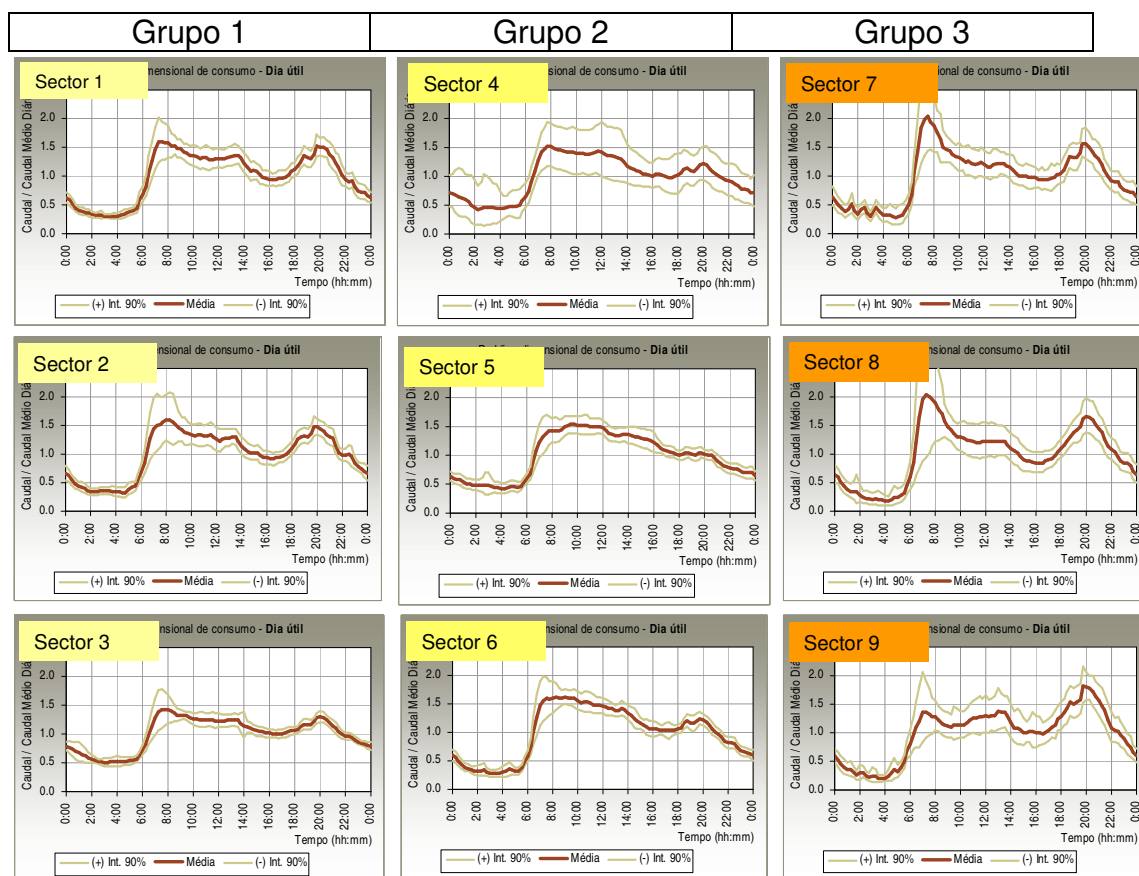


Figura 2 – Agrupamento dos sectores de rede, em função dos padrões adimensionais de consumo de água (dias úteis)

A análise dos padrões adimensionais de consumo de água para os dias úteis agrega os nove sectores de rede em três grupos (cf. Figura 2). O primeiro grupo é formado pelos sectores de rede 1, 2 e 3, cujo padrão se caracteriza por um elevado consumo durante o dia e uma reduzida dispersão em relação à média, o que sugere uma população que permanece durante o dia em casa e que apresenta uma baixa variabilidade no consumo ao longo do dia. O terceiro grupo, cujo padrão de consumo de água é relativamente oposto ao primeiro, é formado pelos sectores de rede 7, 8 e 9. Este grupo apresenta consumos elevados nos extremos da curva (manhã e noite), com uma redução significativa durante o dia, o que nos leva a crer tratar-se de uma população com baixa permanência em casa durante o dia (população activa). O segundo grupo, formado pelos sectores de rede 4, 5 e 6 aproxima-se do padrão do 2.º grupo na medida em que, tal como o anterior, apresenta padrões de consumo de água mais significativos durante o dia, apesar de se manterem elevados por mais horas do dia, sugerindo também uma população com elevado nível de permanência em casa.



3.2. Análise da relação entre as características do consumo de água e as características sociais e demográficas da população

As várias análises de correlação efectuadas entre as variáveis de consumo de água (facturação, caudal e rede) e as características sócio-demográficas da população revelaram a existência de relações significativas para todos os temas sociais (edificado/alojamento, famílias e população).

Esses resultados indicam que, no tema *edificado e alojamento*, a vetustez do edificado (edifícios com mais de 27 anos e edifícios com idade compreendida entre os 17 e os 27 anos) e a altura do edifício (edifícios de 2 pisos) se correlacionam significativamente com o consumo doméstico de água.

No tema *população*, o rácio de população idosa (% de população com mais de 65 anos), a permanência em casa (% de população sem actividade económica e reformados/pensionistas), o índice de mobilidade social (% de licenciados e cursos médios), a mobilidade económica (% de trabalhadores do sector terciário) e a escolaridade obrigatória (% de indivíduos que completaram os três primeiros ciclos de escolaridade) são os indicadores que se relacionam significativamente com o consumo de água.

Finalmente, no tema *famílias*, as famílias com crianças e jovens (% de famílias com indivíduos com menos de 15 anos de idade), com vulnerabilidade laboral (% de famílias com indivíduos desempregados) e as famílias com idosos (% de famílias com indivíduos com 65 ou mais anos) são as que significativamente fazem variar o consumo de água.

Quadro 2 – Agrupamento dos sectores de rede em função dos temas sócio-demográficos

Sector de rede	Edificado e alojamento			População				Famílias	
	Ed. > 27 anos	Ed. 17 – 27 anos	Ed. 2 pisos	Perm. casa	Mob. social	Mob. econo	Esc. Obrig	Fam. c/ jov	Fam. c/ idosos
Sector 5	+		+	+	+	+			+
Sector 6	+		+	+		+			+
Sector 1	+			+			+		+
Sector 4				+		+			+
Sector 7						+		+	
Sector 9			+				+	+	
Sector 8								+	
Sector 2						+			
Sector 3		+				+			

A análise de *clusters* efectuada posteriormente com as variáveis mais significativas por tema sócio-demográfico permitiu o agrupamento e o desenho de um perfil social e demográfico mais claro dos sectores de rede estudados (cf. Quadro 2).

Assim, e analisando a posição de cada sector de rede nos vários temas abordados, verificamos que os sectores 1, 4, 5 e 6 partilham três características sócio-



demográficas, designadamente, edificado mais antigo (> de 27 anos)², um elevado nível de permanência em casa e famílias com elementos idosos. De notar, neste agrupamento, a presença de mobilidade económica elevada, à excepção do Sector 1. O segundo agrupamento agrega os sectores 7, 9 e 8 onde predominam as famílias com elementos jovens (< de 15 anos). Finalmente, o terceiro agrupamento, que reteve apenas uma característica social (mobilidade económica), integra os sectores de rede 2 e 3, onde predomina uma população que exerce a sua actividade profissional no sector terciário.

4. DESENVOLVIMENTO FUTURO

Os resultados obtidos mostraram que o consumo de água, nas várias vertentes analisadas, se correlaciona significativamente com aspectos sociais e demográficos da população, designadamente, características do edificado, da população e das famílias.

Este estudo, ainda em desenvolvimento, tem vindo a integrar a análise de outras zonas urbanas residenciais cobrindo uma maior diversidade de contextos geográficos, espaciais e sociais. A contínua e necessária inclusão de mais casos de estudo permitirá uma maior robustez das análises estatísticas desenvolvidas e uma melhor e mais consistente predição do consumo doméstico de água em contextos urbanos.

Para além da continuidade do estudo dos determinantes sócio-demográficos do consumo de água, futuramente, esta linha de investigação, encaminha-se para a inclusão de variáveis mais complexas na explicação do consumo de água enquanto comportamento social, designadamente, a identificação de crenças de uso e de conservação de água, de crenças e valores ambientais, e de práticas de uso e de consumo de água em diferentes contextos sociais e económicos.

AGRADECIMENTOS

A presente comunicação insere-se no âmbito do projecto “Apoio na implementação de uma metodologia para análise de consumos domiciliários nocturnos nos SMAS de Oeiras e Amadora” actualmente em curso no Núcleo de Engenharia Sanitária do Departamento de Hidráulica e Ambiente e no Núcleo de Ecologia Social do Departamento de Edifícios do LNEC.

² O sector de rede 4 não apresenta valores elevados no edificado mais antigo, pelo que constitui uma excepção nesta variável.



5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEGRE, H.; COELHO, S. T. – "A methodology for the characterisation of water consumption." Integrated computer applications in water supply, Reino Unido, Research Studies Press Ltd., 1993, pp. 369-384.

ALEGRE, H.; COELHO, S. T.; ALMEIDA, M. C.; VIEIRA, P. – *Controlo de perdas de água em sistemas de adução e distribuição*, Lisboa, IRAR, 2005.

BURNELL, D. – "Lifestyle and its effects on domestic use." Advances in Water Supply Management, C. Maksimovic, D. Butler e F. A. Memon, A. A. Balkema, Imperial College, Reino Unido, Londres, 2003, pp. 647-656.

NAUGES, C.; THOMAS, A. – "Long-run Study of Residential Water Consumption". Environmental and Resource Economics, 26, 2003, pp. 25–43.

SYME, G. J.; SHAO, Q.; PO, M.; CAMPBELL, E. – "Predicting and understanding home garden water use". Landscape and Urban Planning, 68, 2004, pp. 121–128.