

## **ANÁLISE SOCIODEMOGRÁFICA DE SETORES DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA:**

### **Uma abordagem sistematizada para caracterização de consumos domésticos**

Aisha MAMADE (1); Dália LOUREIRO (2); Margarida REBELO (3); Alexandre SANTOS (4);  
Dídia COVAS (5); Sérgio COELHO (6)

### **RESUMO**

A presente comunicação tem como objetivo apresentar os resultados da análise sociodemográfica de cerca de 100 setores de rede de sistemas de distribuição de água. Aplicou-se uma metodologia geral, que foi melhorada neste estudo, e que tem por base uma ferramenta de geoprocessamento desenvolvida num Sistema de Informação Geográfica (SIG). Esta permite o cálculo automático de um conjunto de índices sociodemográficos (SD) em setores de rede pertencentes a diferentes sistemas de distribuição e regiões do País. Estes índices resultam do cruzamento entre dados dos Censos e dados de infraestrutura e de faturação de sectores de rede. Os índices foram posteriormente analisados recorrendo a técnicas estatísticas de análise multivariada. Os resultados da análise fatorial em componentes principais mostraram que os índices mais relevantes para a caracterização sociodemográfica de sectores de rede são: mobilidade económica, mobilidade da população ativa, mobilidade social, famílias com 1-2 elementos, famílias com idosos, permanência em casa e idosos. Estes permitiram agrupar os setores de rede de acordo com dois segmentos populacionais distintos: um caracterizado por uma população mais jovem em trajetória social e económica ascendente (famílias em mobilidade ascendente) e outro com uma população mais envelhecida (famílias idosas). Estes resultados terão com certeza repercussões significativas e igualmente distintas ao nível do consumo doméstico de água e são importantes para explicar os consumos atuais, para a sua previsão e para o planeamento de novos setores de rede. No âmbito do estudo em curso, os resultados obtidos serão utilizados para a classificação e previsão de consumos de água em setores de rede.

**PALAVRAS-CHAVE:** caracterização sociodemográfica, censos, setores de rede, sistemas de distribuição de água, Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

---

(1) Aluna do Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal, e-mail: aisha.mamade@ist.utl.pt

(2) Bolseira de Pós-Douramento, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700 – 066 Lisboa, Portugal, e-mail: dloureiro@lnec.pt

(3) Investigadora Auxiliar, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700 – 066 Lisboa, Portugal, e-mail: mrebelo@lnec.pt

(4) Consultor da firma WADI – Projecto e Consultoria em Ambiente, Urbanização Quinta da Maçã, Lt. 53, Sesimbra, Portugal, e-mail: alwadi@sapo.pt

(5) Professora Associada, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal, e-mail: didia.covas@civil.ist.utl.pt;

(6) Investigador Principal, Laboratório Nacional de Engenharia Civil Av. do Brasil 101, 1700 – 066 Lisboa, Portugal, e-mail: stcoelho@lnec.pt

# 1 INTRODUÇÃO

O consumo doméstico constitui uma das principais componentes do consumo urbano, excedendo, frequentemente, 75% de consumo urbano (Almeida *et al.*, 2006; Loureiro, 2010). O consumo doméstico (ou domiciliário) está associado aos usos de água efetuados no interior das habitações e na envolvente das mesmas pelos seus ocupantes. O consumo doméstico pode variar em função de um conjunto variado de características, como seja o tipo de alojamento, os comportamentos e atitudes dos seus ocupantes (Arbués *et al.*, 2003; Smith e Ali, 2006), o preço da água (Schleich e Hillenbrand, 2009; Thomas e Syme, 1988) e as características climáticas da região (Angelos *et al.*, 2000).

O contributo das ciências sociais permite explicar melhor os comportamentos e as atitudes dos consumidores perante os diferentes usos domiciliários de água (Corral-Verdugo *et al.*, 2003; Corral-Verdugo e Frías-Armenta, 2006). Este conhecimento permite apoiar na identificação de grupos de clientes com usos de água mais ineficientes (Willis *et al.*, 2011), assim como selecionar as medidas mais apropriadas para o uso eficiente da água, pois o sucesso na sua implementação depende bastante dos comportamentos e atitudes dos consumidores (Syme *et al.*, 2000).

Alguns autores utilizaram também este conhecimento para prever consumos em zonas sem medição de caudais ou em novas zonas de expansão (Blokker *et al.*, 2009; Loureiro, 2010). O desenvolvimento de modelos de previsão atendendo a índices sociodemográficos, que ajudam a explicar o comportamento estocástico dos consumos, constitui um instrumento fundamental para uma gestão e planeamento mais sustentáveis dos sistemas de distribuição. Estes modelos, que refletem as características específicas de um dado sistema, permitem estimar com maior exatidão os consumos, evitando o recurso a regras gerais de aplicação limitada (Loureiro, 2010).

No entanto, existem atualmente poucos trabalhos de investigação que conjuguem as ciências sociais e a engenharia sanitária (Blokker *et al.*, 2009; Loureiro, 2010). Loureiro (2010) e Rebelo *et al.* (2008) desenvolveram uma abordagem para previsão de consumos domésticos de água atendendo a índices sociodemográficos, a partir de um conjunto de 20 zonas de medição e controlo (ZMC) pertencentes a dois sistemas de distribuição de água localizados na periferia de Lisboa. Nestes estudos, a análise sociodemográfica teve por base uma ferramenta desenvolvida numa plataforma SIG que calcula de uma forma sistemática índices sociodemográficos relativos ao Edificado, às Famílias e Indivíduos ao nível de ZMC a partir de dados dos Censos (INE, 2001) e dados de infraestrutura de setores de rede. Os dados dos Censos encontram-se referidos ao nível da Subsecção Estatística (SSE), a unidade territorial que identifica a mais pequena área homogénea, de construção ou não, existente dentro da secção estatística (INE, 2003).

As Zonas de Medição e Controlo (ZMC) correspondem a subdivisões da rede, cujas entradas e saídas de água são controladas, em campanhas temporárias periódicas ou permanentes de medição de caudais, de forma a obter-se informação detalhada sobre o balanço de caudais, apoiando no controlo de perdas de água, e sobre o comportamento dos consumos (Alegre *et al.*, 2005). A dimensão de uma ZMC é muito variável, dependendo dos condicionamentos locais, em especial da topologia da rede, da densidade populacional e da densidade de ramais. Farley e Trow (2003) referem que a dimensão de uma ZMC deve estar compreendida entre 500 e 3000 ramais para manter alguma eficácia na identificação de localização de áreas críticas e no controlo de perdas. Alguns autores recomendam ZMC de menor dimensão (entre 250-600 ramais) para um controlo mais eficaz de fugas e roturas (Jankovic´-Nisic´ *et al.*, 2004).

A presente comunicação tem como objetivo apresentar os resultados da análise sociodemográfica de cerca de 100 setores de rede de sistemas de distribuição de água dispersos pelo País. Aplicou-se uma metodologia geral (Loureiro, 2010; Rebelo *et al.*, 2008), que foi melhorada neste estudo, e que teve por base uma ferramenta de geoprocessamento desenvolvida em SIG. Esta ferramenta foi melhorada de modo a poder ser aplicada independentemente da organização original dos dados, desde que seja feito um pré-processamento dos mesmos. Esta permite o cálculo automático de um conjunto mais alargado de índices sociodemográficos em setores de rede, utilizando também um conjunto mais abrangente de métodos. Estes índices resultaram do cruzamento entre dados dos Censos de 2001 e dados de infraestrutura e de faturação dos setores de rede analisados. Os índices foram posteriormente avaliados recorrendo a técnicas estatísticas de análise multivariada.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Metodologia geral

A metodologia geral para análise sociodemográfica de sectores de rede envolveu cinco etapas que se apresentam na Figura 1. A Etapa 1 consistiu na recolha de dados georreferenciados relativos à população e habitação, infraestrutura e clientes e faturação. Os dados relativos à população e habitação foram obtidos a partir dos Censos de 2001. Estes dados foram recolhidos ao nível da SSE (INE, 2001), a partir da Base Geográfica de Referência de Informação (BGRI), disponibilizada pelo Instituto Nacional de Estatística (INE). Ao nível dos dados de infraestrutura foram recolhidos dados relativos a ramais georreferenciados com informação sobre a ZMC a que pertencia cada ramal. Ao nível da faturação, recolheu-se informação sobre o tipo de clientes associados a cada ramal (*i.e.* doméstico, coletivo) e o respetivo consumo faturado anualmente. Os dados SD, de infraestrutura e de faturação de uma dada ZMC foram utilizados para obter o peso de cada SSE que intersesta a área geográfica desta subdivisão da rede.

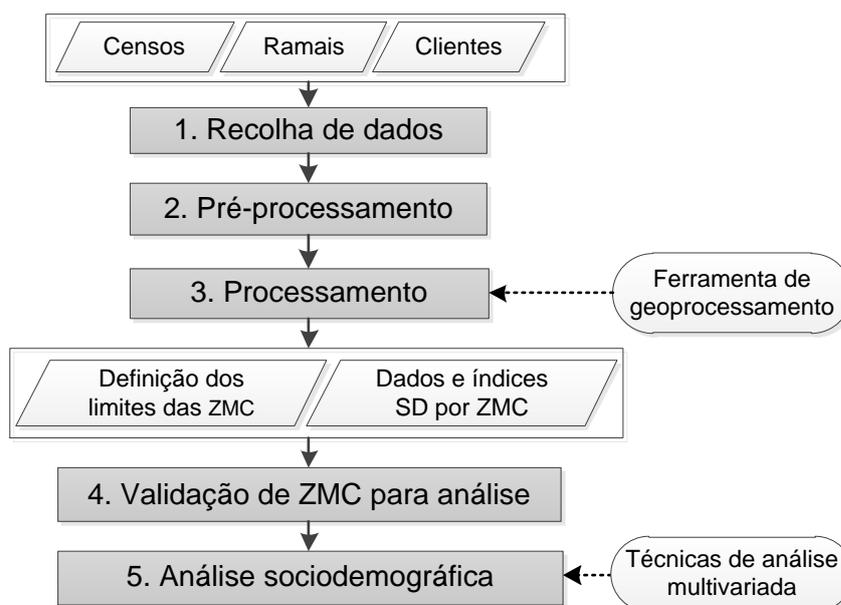


Figura 1. Metodologia geral para análise sociodemográfica de setores de rede.

Uma vez que os dados recolhidos podiam estar organizados em formatos e nomenclaturas diferentes, consoante a entidade gestora, foi necessário fazer um pré-processamento dos mesmos (Etapa 2). Nesta etapa, agregaram-se os dados numa base de dados com a informação necessária e suficiente para a caracterização sociodemográfica (ver exemplo do Quadro 1). O pré-processamento incluiu também a uniformização das várias classes de consumo em quatro categorias principais, conforme apresentado no Quadro 2. Esta uniformização deveu-se ao facto de tipicamente as entidades gestoras utilizarem classes muito variadas para a agregação dos diferentes tipos de clientes (Almeida *et al.*, 2006).

Quadro 1. Base de dados-tipo obtida após o pré-processamento.

Número de ramal	Setor de rede	Categoria de consumo	Consumo total anual faturado
(...)	(...).	(...)	(...)

Quadro 2. Uniformização das classes de consumo dos dados recolhidos em categorias (Etapa 2 – Pré-processamento).

Categoria de consumo	Exemplos de classes de consumo
<b>Doméstico</b>	Doméstica (ou habitação), doméstica não residente, famílias numerosas (5 ou mais elementos) condomínio, ligação provisória, fracos recursos, social.
<b>Comércio e Indústria</b>	Comércio, indústria, obras, oficinas, agrícola.
<b>Coletivo</b>	Estado, instituições públicas, administração local, câmara municipal, escolas, instituições sem fins lucrativos (ou instituições de beneficência), outros usos sem fins lucrativos.
<b>Público</b>	Autarquia, rede de incêndio (ou bocas de incêndio), rega, tarifário protocolar, jardins, serviços gerais.

A Etapa 3 consistiu no processamento de dados relativos à população e habitação, infraestrutura, clientes e faturação utilizando a ferramenta de geoprocessamento, que foi melhorada neste estudo face à que foi desenvolvida por Loureiro (2010), e que se encontra descrita em 2.2. A ferramenta compreendeu um conjunto automatizado de passos de onde resultou a definição do limite geométrico dos setores de rede, assim como de um conjunto de 21 índices sociodemográficos relativos ao Edificado, Alojamento, Famílias e Indivíduos.

A Etapa 4 consistiu na seleção das ZMC que cumprissem determinados critérios de elegibilidade em função dos objetivos da análise. Neste caso, uma vez que os dados sociodemográficos são utilizados para a previsão de consumos em setores de rede, a seleção destes atendeu aos três critérios que se sintetizam no Quadro 3. O número de ramais foi estabelecido de modo a poder abranger um conjunto alargado de ZMC de diferentes dimensões e atendendo aos valores recomendados por outros autores (Farley e Trow, 2003; Jankovic'-Nisic' *et al.*, 2004). A percentagem de clientes domésticos foi estabelecida de forma a assegurar que as ZMC são maioritariamente domésticas e tendo por base o trabalho realizado por Loureiro (2010). A razão entre o número de residentes e o número de clientes domésticos foi estabelecida atendendo ao número médio de residentes por alojamento a nível nacional – cerca de 3 (INE, 2001). No caso de todos os alojamentos estarem ligados ao sistema de distribuição de água, estas razões deveriam estar próximas. Assim, este critério foi utilizado para detetar ZMC com características específicas, como sejam aquelas em que existem alojamentos com abastecimento de água próprio ou

incongruências entre os dados do INE e de faturação, decorrentes do facto dos dados censitários serem atualizados apenas de 10 em 10 anos e de poder haver um desfasamento temporal considerável entre estas duas categorias de dados.

Quadro 3. Critérios para a seleção de setores de rede.

Critérios	Intervalo
1) <b>N.º Ramais</b>	150-6000
2) <b>Percentagem de clientes domésticos</b>	>85%
3) <b>N.º de residentes / N.º de clientes domésticos</b>	1-3

A Etapa 5 consistiu na análise estatística dos índices sociodemográficos obtidos na Etapa 3 para o conjunto de ZMC selecionados de acordo com a Etapa 4. Utilizou-se a análise fatorial em componentes principais para reduzir o número de variáveis a utilizar nos modelos de previsão de consumos de água. Esta técnica estatística de análise multivariada permite reduzir um conjunto de variáveis, que podem estar relacionadas entre si, num conjunto menor de variáveis independentes (que resultam da combinação linear das variáveis originais) (Pestana e Gageiro, 2003). Esta técnica estatística permitiu também caracterizar as ZMC selecionadas do ponto de vista sociodemográfico (através da identificação dos scores fatoriais obtidos por cada ZMC em cada fator).

## 2.2 Ferramenta de geoprocessamento

A ferramenta de geoprocessamento desenvolvida por Loureiro (2010) e Rebelo *et al.* (2008) teve como objetivo o cálculo de índices sociodemográficos relativos ao edificado, famílias e indivíduos ao nível do setor de rede. Esta ferramenta foi melhorada por forma a incluir o cálculo direto de um conjunto mais alargado de índices sociodemográficos. Para além do método das áreas de influência dos ramais para o cálculo do peso de cada SSE numa dada ZMC, introduziram-se novas abordagens: ponderação pelo consumo faturado por ramal e ponderação pelo número de edifícios residenciais.

O método das áreas de influência admite que a distribuição de clientes e que o consumo é uniforme numa dada SSE, o que nem sempre é verdade, em particular em zonas urbanas mais periféricas. Assim, nos casos em que a entidade gestora disponha dos clientes e dos consumos anuais faturados georreferenciados (p.e. por ramal), esta abordagem permite ponderar cada SSE e obter os respetivos dados sociodemográficos de forma mais fiável. Nos casos em que não existam dados de clientes e de consumo faturado georreferenciados pode utilizar-se o método alternativo de ponderação pelo número de edifícios residenciais. Estes métodos alternativos são particularmente recomendados quando os dados dos Censos e os dados de faturação se referem a instantes temporais idênticos.

Apresenta-se na Figura 2 os principais passos da ferramenta de geoprocessamento desenvolvida. No Passo 1 selecionou-se, de entre as SSE do país, apenas as que continham os ramais domésticos das ZMC em análise. O cálculo de índices sociodemográficos para todas as SSE do país tornaria o processamento de dados computacionalmente pesado para além de ser dispensável para o tipo de análise a efetuar.

No Passo 2, geraram-se as áreas de influência de cada ramal doméstico, recorrendo ao método dos polígonos de Thiessen. No Passo 3, intersetaram-se as SSE selecionadas com as áreas de influência dos ramais por forma a obter em cada área de influência, os dados dos censos correspondentes. No Passo 4 selecionaram-se as áreas com residentes (Passo 4), uma vez que as áreas sem residentes não produzem informação sociodemográfica relevante para o âmbito deste estudo. Caso se decidisse fazer a ponderação de cada descritor estatístico em função do consumo faturado (alternativa a explicar posteriormente), seria necessário calcular também o consumo total faturado por SSE (Passo 5). No Passo 6 agregaram-se as áreas em função do código da SSE e do nome do setor de rede e selecionaram-se 50 dos 90 descritores estatísticos da BGRI. Os descritores selecionados permitem inferir sobre os comportamentos e atitudes dos clientes relativos ao consumo de água (Loureiro, 2010). No Passo 7, aplicou-se a ponderação a adotar para o cálculo do peso relativo dos descritores de cada SSE no setor de rede. Conforme já referido, existem três alternativas para efetuar a ponderação:

1. Ponderação em função das áreas de influência dos ramais.
2. Ponderação em função do número de edifícios residenciais.
3. Ponderação em função do consumo faturado por ramal.

Na primeira alternativa o peso de cada descritor foi dado através do rácio entre a soma das áreas de influência que estivesse simultaneamente na mesma SSE e ZMC (Passo 6) e a área total da SSE. A segunda alternativa baseou-se na hipótese de se admitir que cada ramal doméstico correspondia a um edifício residencial. Sendo assim, o peso relativo foi calculado dividindo o número de ramais domésticos pelo número de edifícios residenciais em cada uma das áreas definidas no Passo 6. A terceira alternativa consistiu em obter o consumo total faturado por SSE (Passo 5) e dividir o consumo de cada uma das áreas agregadas no Passo 6 pelo consumo total na SSE.

Feita a ponderação, agregaram-se as áreas por ZMC (Passo 7), calculando os 21 índices sociodemográficos que serão utilizados na análise sociodemográfica (Passo 8). Loureiro (2010) usou 18 índices para a sua análise, pertencentes às categorias de Edificado, Família e Indivíduos. Para esta análise, tendo em conta que existiam 96 ZMC (mais 76 do que Loureiro, 2010), optou-se por incluir também índices relativos ao Alojamento, conforme se apresenta no Quadro 4.

Quadro 4. Categorias e índices sociodemográficos utilizados na análise.

<b>Categoria</b>	<b>Índices SD</b>	<b>Número de índices</b>
<b>Edificado</b>	Edifícios construídos antes de 1970 (vetustez 1), Edifícios construídos entre 1971 e 1995 (vetustez 2), Edifícios construídos entre 1996 e 2001 (vetustez 3), edifícios com 1-2 pisos, edifícios com 3-4 pisos, edifícios com 5 pisos ou mais.	6
<b>Alojamento</b>	Imobilidade residencial, arrendamento, vacância (alojamentos vagos)	3
<b>Família</b>	Famílias com jovens (< de 15 anos), famílias com idosos (> de 65 anos), famílias com desempregados, famílias com 1-2 elementos, famílias com 3-4 elementos, famílias com mais de 5 elementos	6
<b>Indivíduos</b>	Idosos, permanência em casa, mobilidade social (licenciados e médios), mobilidade económica (terciário), mobilidade da população ativa, escolaridade obrigatória,	6

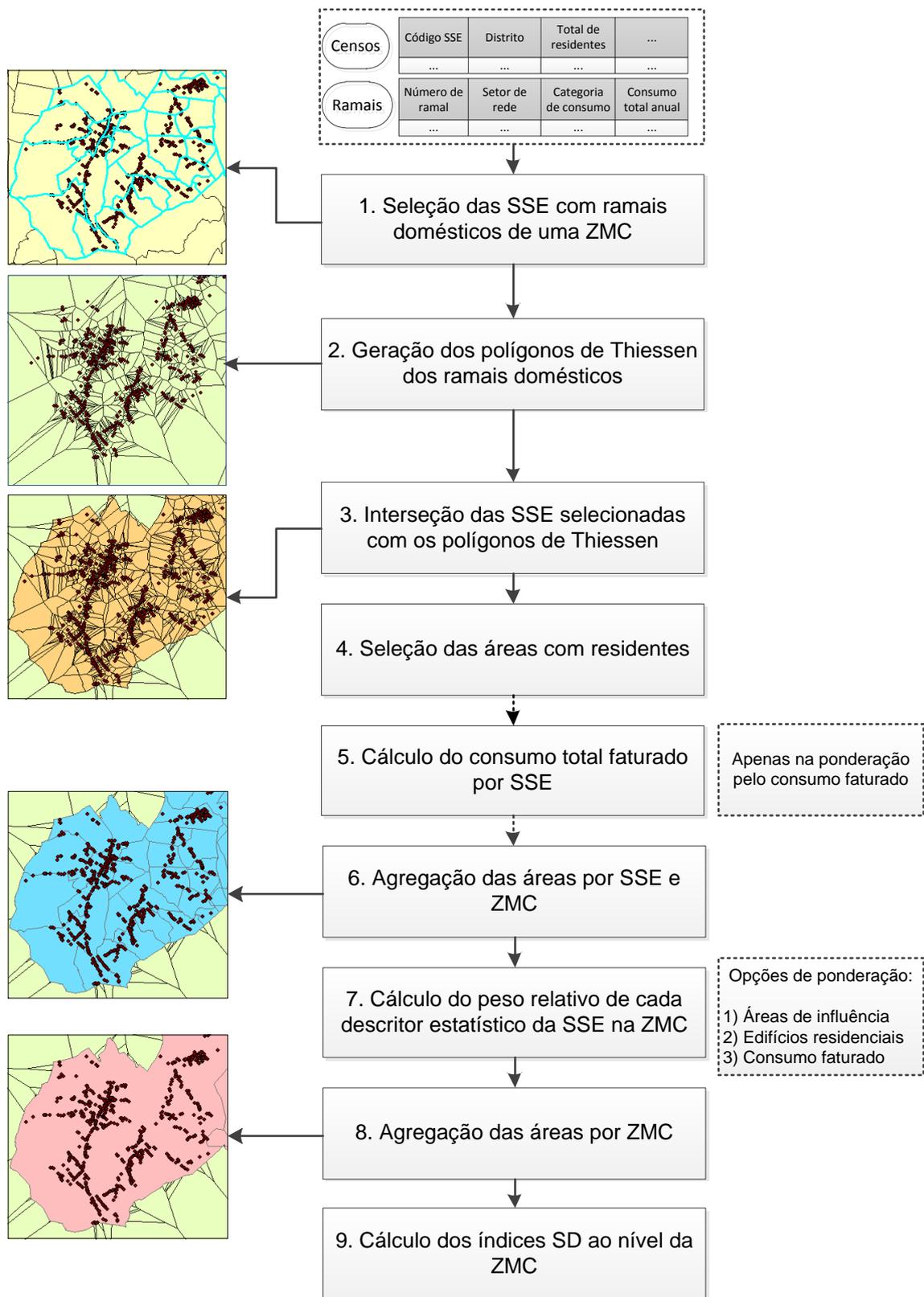


Figura 2. Ferramenta de geoprocessamento de dados: sequência de passos para o cálculo dos dados e índices SD ao nível do setor de rede.

### 3 APLICAÇÃO A CASOS DE ESTUDO

#### 3.1 Descrição dos casos de estudo

A análise efetuada envolveu a recolha de dados SD relativos 150 ZMC provenientes de seis sistemas de distribuição de água, localizados nos distritos de Porto (Por), Braga (Bra), Lisboa (Lis) e Setúbal (Set).

Da aplicação do primeiro e segundo critério de validação de ZMC (Quadro 3) obteve-se um subconjunto mais reduzido de setores de rede para análise – 96 ZMC. Relativamente ao cumprimento do terceiro critério – razão entre o número de residentes e o número de clientes domésticos compreendida entre 1 e 3, obteve-se que em cerca de metade das ZMC deste subconjunto esta razão era superior ao limite definido. No entanto, optou-se por considerar, nesta fase do estudo, um conjunto mais alargado de ZMC e fazer nova validação e análise sociodemográfica logo que os dados dos Censos de 2011 sejam disponibilizados pelo INE. Neste estudo, o desfasamento temporal entre a base de dados do INE (referente a 2001) e os dados de infraestrutura e de faturação recolhidos (2010/2011) era significativo e nalgumas zonas pode ter havido alterações importantes em relação à população e habitação.

No Quadro 5 apresentam-se as principais características das 96 ZMC analisadas. Observa-se que a gama de valores de cada um dos parâmetros é alargada, o que é indicativo da representatividade das ZMC em estudo. Relativamente ao método de ponderação adotado no processamento dos dados, optou-se por fazer a ponderação das SSE pelas áreas de influência dos ramais, uma vez mais devido ao desfasamento temporal das bases de dados.

Quadro 5. Características gerais de infraestrutura das ZMC selecionadas para análise.

<b>Característica</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Valor médio</b>	<b>Mediana</b>
<b>Diâmetro (mm)</b>	40 – 630	109	100
<b>Comprimento (km)</b>	4.0 – 95.0	25	18
<b>N.º ramais</b>	151 – 5863	784	587
<b>N.º de clientes</b>	93 – 23527	1926	1649
<b>N.º clientes domésticos</b>	86 – 21778	1810	1575

Este conjunto de ZMC para análise constituiu um conjunto significativamente mais alargado e mais representativo de diferentes zonas do território nacional do que aquele que foi utilizado por Loureiro (2010) – cerca de 20 ZMC pertencentes a uma mesma zona periférica de Lisboa.

## 3.2 Análise sociodemográfica

### 3.2.1 Análise descritiva dos índices sociodemográficos

Decorrente da aplicação da metodologia geral de análise (Figura 1), obtiveram-se 96 ZMC, para análise sociodemográfica atendendo às dimensões Edificado, Alojamentos, Famílias e Indivíduos.

Relativamente à dimensão Edificado, a Figura 3 apresenta a idade do edificado. Os resultados obtidos permitem afirmar que existe uma maior homogeneidade na distribuição das idades dos edifícios nas ZMC dos distritos do Porto e Braga do que nas ZMC dos distritos de Lisboa e Setúbal, onde existe uma grande variação na idade do edificado.

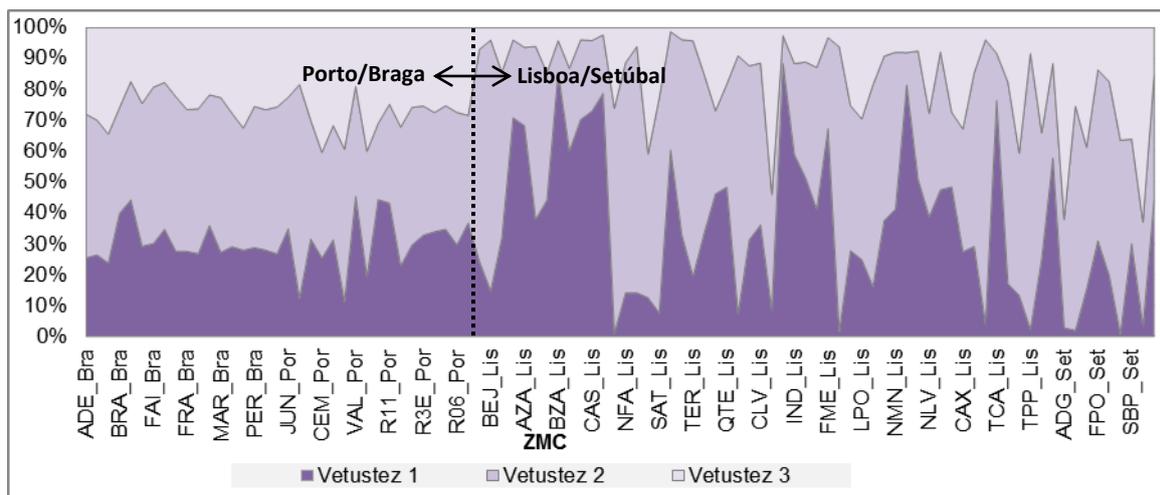


Figura 3. Variação da idade do edificado (vetustez 1, 2 e 3) nas ZMC em análise.

Apesar desta variação, em média, os edifícios mais antigos estão mais concentrados nas ZMC dos distritos de Lisboa e Setúbal (valor médio dos índices vetustez 1 e 2 corresponde a 80%). Assim, tem-se que o edificado das ZMC dos distritos do Porto e Braga é mais recente e que o predomínio de vivendas pode ser maior, pois o valor médio de edifícios com 1-2 pisos é de 89%. Em muitos casos este tipo de edificado possui espaços exteriores ajardinados que podem ter sistemas de rega ligados à rede pública de distribuição de água. Esta característica do edificado pode conduzir a um aumento significativo do consumo em ZMC com estas características, assim como a uma alteração nos comportamentos do consumo durante o verão (Vieira *et al.*, 2002). Relativamente à distribuição do número de pisos no edificado das ZMC do distrito de Lisboa observa-se uma grande variação do número de pisos do edificado, indicativo de uma maior heterogeneidade. Nas ZMC do distrito de Setúbal, a maioria dos edifícios tem entre 1 e 4 pisos (valor médio de 50%).

Na dimensão Alojamento, a maioria dos alojamentos das ZMC são de residência habitual (valor médio de 87%). Verifica-se, também, que a percentagem de alojamentos de residência habitual (índice de imobilidade residencial) e a percentagem de alojamentos vagos (índice de vacância) (valor médio de 10%) é relativamente uniforme nas ZMC. Verificou-se, no entanto, que nalgumas ZMC do distrito de Setúbal o índice de imobilidade residencial baixou para 68%, o que pode ter sido devido ao facto destas se localizarem em zonas cujos alojamentos são utilizados sobretudo aos fins de semana e durante os períodos de férias. Estes resultados indicam que o conjunto de ZMC em estudo se refere sobretudo a zonas de residência habitual, o que sugere que não existam cenários de consumo semanais ou sazonais devidos à utilização de alojamento de segunda habitação, típico de zonas junto

a praias (Arbués *et al.*, 2003). Relativamente ao índice de arrendamento, este também se mantém constante e é reduzido (valor médio de 6%), salvo uma exceção em Lisboa, onde cerca de 50% dos alojamentos estão arrendados.

Relativamente à dimensão Famílias, a análise da Figura 4 permitiu verificar que nas ZMC de Porto e Braga predominam famílias de maior dimensão, com 3-4 elementos, existindo cerca de 50% de famílias com jovens e 25% com idosos. Por oposição, nas ZMC dos distritos de Lisboa e Setúbal, as famílias são mais pequenas – maioritariamente compostas por 1-2 elementos, sendo a percentagem de famílias com jovens e idosos muito semelhante (28% e 26%, respetivamente). Quanto à distribuição de famílias com desempregados, verifica-se que existe uma tendência constante pelas ZMC em estudo (valor médio global de 8%), apesar de existir uma menor percentagem de famílias com desempregados nas ZMC de Porto e Braga (valor médio de 6%).

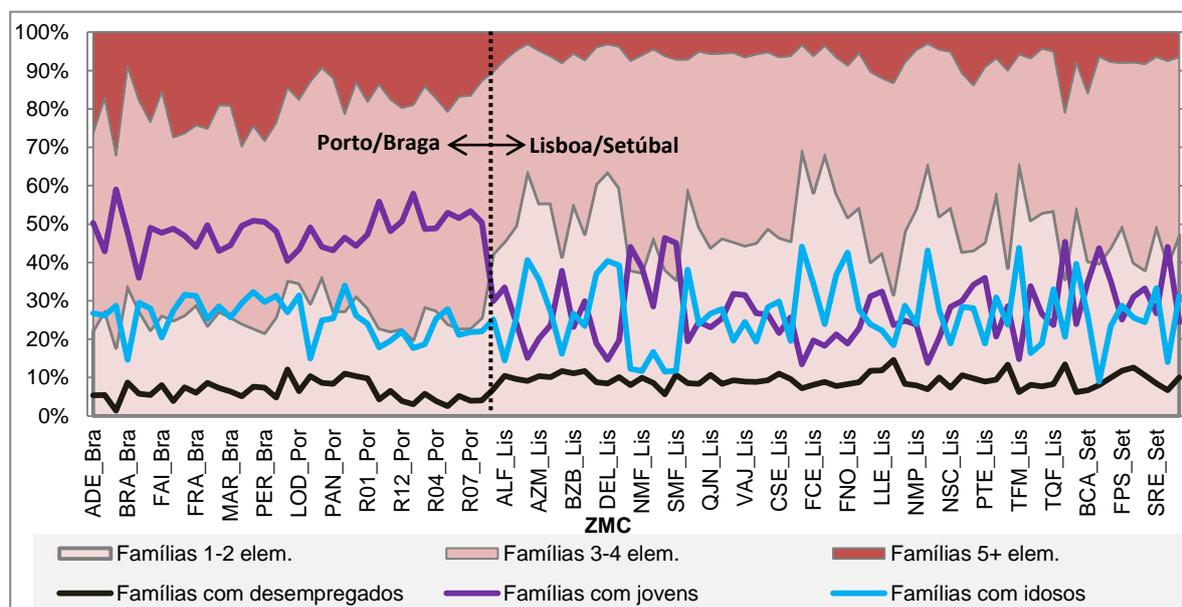


Figura 4. Variação dos índices sociodemográficos relativos às famílias nas ZMC em análise.

Na dimensão Indivíduo (Figura 5), verifica-se que o índice de mobilidade económica, relativo aos indivíduos residentes que estão empregados no setor terciário, e o índice de mobilidade da população ativa, que diz respeito aos indivíduos que trabalham ou estudam fora do concelho de residência, apresentam comportamentos semelhantes entre si. Adicionalmente, observa-se uma diferença significativa no valor destes dois índices consoante o distrito a que pertença a ZMC. Nos distritos de Porto e Braga, o valor médio do índice de mobilidade económica é de 33% e o valor médio do índice de mobilidade da população ativa é de 49%, enquanto nos distritos de Lisboa e Setúbal estes índices sobem para 77% e 72%, respetivamente.

O facto do índice de mobilidade da população ativa apresentar valores mais elevados nos distritos de Lisboa e Setúbal pode conduzir a que o consumo durante o dia seja mais baixo nas ZMC destes distritos, pois o período de ausência dos indivíduos dos alojamentos pode ser maior por estes trabalharem ou estudarem fora do concelho em que vivem. Por outro lado, é provável que o pico de consumo do período da manhã ocorra mais cedo em Lisboa e Setúbal, uma vez que a maioria dos indivíduos residentes nesses distritos tem de se levantar mais cedo para ir trabalhar ou estudar noutros concelhos (Loureiro, 2010).

No que respeita ao índice de escolaridade obrigatória, este apresenta um comportamento muito uniforme nas ZMC dos distritos de Porto e Braga (valor médio de 65%), à semelhança do índice de mobilidade social relativo aos indivíduos com curso superior ou médio completo (valor médio de 2%). Uma vez mais, estes índices variam consideravelmente nas ZMC de Lisboa e Setúbal, registando-se nesta região um decréscimo do índice de escolaridade obrigatória (valor médio de 48%) e um acréscimo do índice de mobilidade social (valor médio de 15%). Relativamente aos restantes parâmetros da dimensão Indivíduo, verifica-se que existem mais idosos nas ZMC dos distritos de Lisboa e Setúbal (valor médio de 14%) por oposição às ZMC dos distritos de Porto e Braga (valor médio de 10%). Em relação aos indivíduos com permanência em casa regista-se uma tendência constante ao longo das ZMC em estudo (valor médio global de 64%).

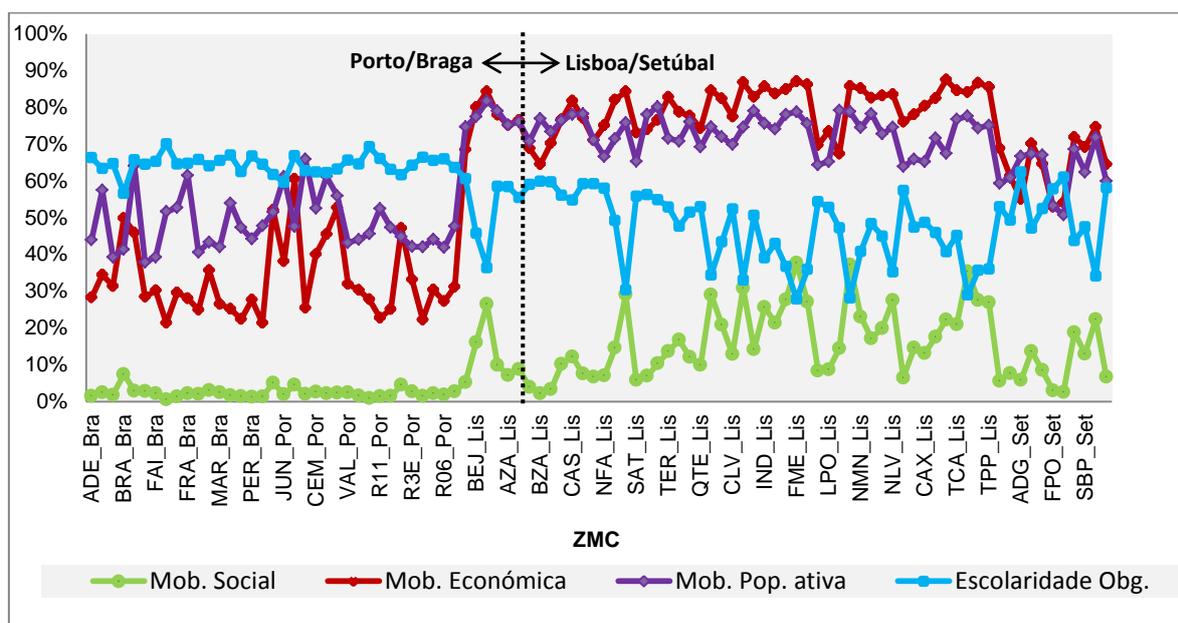


Figura 5. Variação dos índices sociodemográficos relativos aos indivíduos: mobilidade social, económica, da população ativa e escolaridade obrigatória nas ZMC em análise.

### 3.2.2 Tipificação sociodemográfica dos setores de rede (Etapa 5)

De acordo com o Passo 5 da metodologia geral, procedeu-se à redução do número de índices SD de caracterização das ZMC através de uma “análise fatorial em componentes principais com rotação varimax”, ou seja, partindo do princípio da ortogonalidade entre os fatores a extrair. Para realizar esta análise recorreu-se à ferramenta de análise estatística SPSS (Pestana e Gageiro, 2003). A matriz final obtida é a que se apresenta no Quadro 6.

A versão definitiva da estrutura fatorial apresenta uma resolução em dois fatores às três iterações, os quais são responsáveis por 90.6% da variância total. Os testes que permitem aferir a qualidade das correlações entre as variáveis indicam que a estrutura fatorial obtida apresenta uma boa qualidade estatística (KMO = 0.78; Teste de Esfericidade de Bartlett = 884.50;  $gl = 21$ ;  $p < 0.00$ ).

Quadro 6. Factorização dos índices sociodemográficos nas dimensões Indivíduos e Famílias.

	Fatores	
	Fator 1	Fator 2
Variância explicada (%)	48.2	42.3
Alfa de <i>Cronbach</i> (consistência interna)	.90	.95
Índice de mobilidade económica	.968	
Índice de mobilidade população ativa	.915	.178
Índice de mobilidade social	.870	
Famílias de 1-2 elementos	.847	.429
Índice de permanência em casa		.979
Famílias com idosos		.972
Idosos	.354	.918

O primeiro fator desta matriz (Famílias em mobilidade ascendente) é responsável por 48.2% da variância total, apresenta um índice de consistência interna de 0.90 e engloba os índices de mobilidade económica, de mobilidade da população ativa, de mobilidade social e as famílias com 1-2 elementos. O segundo e último fator (Famílias idosas), responsável por 42.3% da variância total, apresenta um índice de consistência interna de 0.95 e reúne os índices de permanência em casa, as famílias com idosos e a população idosa (indivíduos com 65 ou mais anos). Antes de se caracterizar cada ZMC nos dois fatores SD resultantes desta análise, é de referir que foram criadas duas novas variáveis (uma para cada fator extraído), as quais correspondem aos valores normalizados (*z scores*) da combinação linear das variáveis que compõem cada fator extraído. Com base nestes dois novos indicadores procedeu-se à caracterização das 96 ZMC (Figura 6).

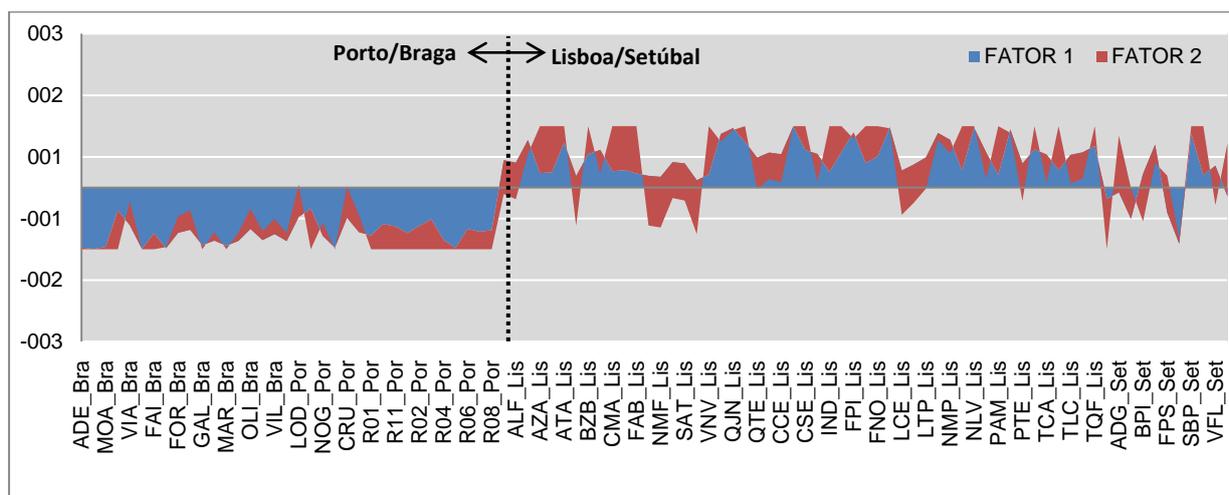


Figura 6. Caracterização das ZMC nos fatores sociodemográficos.

Verifica-se que existe uma dicotomia regional entre Norte e Centro nos dois fatores SD. Na região Norte (distritos de Porto e Braga) a população das ZMC pontua abaixo da média em ambos os fatores, ou seja, o número de famílias pequenas em trajetória social e económica ascendente e as famílias idosas que permanecem mais tempo em casa é menor. Já na região Centro (distritos de Lisboa e Setúbal) essa tendência é inversa, dado os valores obtidos serem quase que na totalidade acima da média, registando apenas algumas exceções a esta tendência geral em ZMC da região Centro de ambos os distritos no Fator 2. Estes resultados indicam que se está perante dois segmentos populacionais distintos, que terão repercussões importantes e igualmente distintas ao nível do consumo doméstico de água.

## **4 CONCLUSÕES**

O consumo doméstico constitui uma das principais componentes do consumo urbano, excedendo frequentemente 75% de consumo urbano e pode variar em função de um conjunto diverso de características, como seja o tipo de alojamento, os comportamentos e atitudes dos seus ocupantes, o preço da água e as características climáticas da região. A presente comunicação tem como objetivo apresentar os resultados da análise sociodemográfica de cerca de 100 setores de rede de sistemas de distribuição de água dispersos por Portugal continental. Aplicou-se uma metodologia geral (Loureiro, 2010; Rebelo *et al.*, 2008), que foi melhorada neste estudo, e que teve por base uma ferramenta de geoprocessamento desenvolvida em SIG.

Os resultados da análise fatorial em componentes principais mostraram que os índices mais relevantes para a caracterização sociodemográfica de sectores de rede são: mobilidade económica, mobilidade da população ativa, mobilidade social, famílias com 1-2 elementos, famílias com idosos, permanência em casa e idosos. Esta análise permitiu agrupar os setores de rede de acordo com dois segmentos populacionais distintos: um caracterizado por uma população mais jovem em trajetória social e económica ascendente (que se designou por famílias em mobilidade ascendente) e um outro setor que integra uma população mais envelhecida (famílias idosas).

Estes resultados terão repercussões importantes e igualmente distintas ao nível do consumo doméstico de água e são importantes para explicar os consumos atuais, para a sua previsão e para o planeamento de novos setores de rede. Em setores de rede com características sociodemográficas mais homogéneas, os consumos de água tenderão a ser mais regulares e permitirão um melhor controlo das perdas de água, pois eventuais desvios devidos a fugas ou roturas poderão ser mais facilmente detetados.

Estes resultados serão utilizados para a classificação e previsão de consumos de água em setores de rede. Pretende-se também refazer a análise com os dados censitários de 2011, logo que estes estejam disponíveis ao nível da SSE, pois os atuais resultados não refletem as alterações na população e na habitação que ocorreram nos últimos 10 anos. Pretende-se ainda estender a análise a outros tipos de variáveis que também influenciam o consumo de água, tais como variáveis de infraestrutura e variáveis meteorológicas.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem os dados fornecidos e a colaboração valiosa na realização deste estudo das entidades AGS, S.A., SMAS de Oeiras e Amadora e Águas do Sado, S.A. Os autores agradecem também a colaboração do Pedro Pinto, aluno do IST, no desenvolvimento da ferramenta de geoprocessamento de SIG.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alegre, H., Coelho, S. T., Almeida, M. C., e Vieira, P. (2005) *Controlo de perdas de água em sistemas de adução e distribuição*, IRAR, INAG, LNEC, Lisboa, ISBN 972-99354-4-0.
- Almeida, M. C., Vieira, P., e Ribeiro, R. (2006) *Uso eficiente de água no sector urbano*, IRAR, INAG, LNEC, Lisboa, ISBN 972-99354-9-1.
- Angelos, L. P., Sunisa, K., e Alina, P. (2000) *Weather Effects on Daily Water Use in New York City*, Journal of Hydrologic Engineering, 5(3), 332-338.
- 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.
- Blokker, E. J. M., Vreeburg, J. H. G., e Dijk, J. C. v. (2009) *Simulating Residential Water Demand with a Stochastic End-Use Model*, Journal of Water Resources Planning and Management, 136(1), 29-26.
- Corral-Verdugo, V., Bechtel, R. B., e Fraijo-Sing, B. (2003) *Environmental beliefs and water conservation: An empirical study*, Journal of Environmental Psychology, 23(3), 247-257.
- Corral-Verdugo, V., e Frías-Armenta, M. (2006) *Personal normative beliefs, antisocial behavior, and residential water conservation*, Environment and Behavior, 38(3), 406-421.
- Farley, M., e Trow, S. (2003) *Losses in water distribution networks. A practitioner's guide to assessment, monitoring and control*, IWA Publishing, Londres, ISBN 1900 222 116.
- INE. (2001) *Censos 2001: o XIV Recenseamento geral da população, IV Recenseamento geral da habitação*, Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, ISBN 972-673-610-2.
- INE. (2003) *Censos 2001: Antecedentes, metodologia e conceitos : XIV recenseamento geral da população: IV recenseamento geral da habitação*, Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, 972-673-684-6.
- Jankovic´-Nisic´, B., Maksimovic´, C., Butler, B., e Graham, N. J. D. (2004) *Use of flow meters for managing water supply networks*, Journal of Water Resources Planning and Management, 130 (2), 171 - 179.
- Loureiro, D. (2010) *Metodologias de análise de consumos para a gestão eficiente de sistemas de distribuição de água*, Tese de Doutoramento, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Pestana, M. H., e Gageiro, J. N. (2003) *Análise de dados para ciências sociais - a complementaridade ao SPSS*, Edições Sílabo, Lisboa, 972-618-297-2.
- Rebelo, M., Loureiro, D., Santos, A., Coelho, S. T., Alegre, H., e Machado, P. (2008) *Caracterização de sectores de rede em sistemas de distribuição de água - o contributo das ciências sociais apoiado num sistema de informação geográfica*, 13º Encontro Nacional de Saneamento Básico, 14-17 de Outubro, Covilhã.

- Schleich, J., e Hillenbrand, T. (2009) *Determinants of residential water demand in Germany*, Ecological Economics, 68, 1756-1769.
- Smith, A., e Ali, M. (2006) *Understandal the impact of cultural and religious water use*, Water and Environment Journal, 20, 203-209.
- Syme, G. J., Nancarrow, B. E., e Seligman, C. (2000) *The evaluation of information campaigns to promote voluntary household water conservation*, Evaluation Review, 24(6), 539-578.
- Thomas, J. F., e Syme, G. J. (1988) *Estimating residential price elasticity of demand for water: A contingent valuation approach*, Water Resources Research, 24(11), 1847 - 1857.
- Vieira, P., Moura e Silva, A., Melo Baptista, J., Almeida, M. C., e Ribeiro, R. (2002) *Inquérito aos hábitos de utilização e consumos de água na habitação*, 10º Encontro Nacional de Saneamento Básico, 16 a 19 de Setembro, Braga, Portugal.
- Willis, R. M., Stewart, R. A., Giurco, D. P., Talebpour, M. R., e Mousavinejad, A. (2011) *End use water consumption in households: impact of socio-demographic factors and efficient devices*, Journal of Cleaner Production(0).