

UNIVERSIDADE DO ALGARVE
FACULDADE DE ECONOMIA

EFICIÊNCIA E EQUIDADE NO PREÇO DA ÁGUA
NA REGIÃO DO ALGARVE

Tese para a Obtenção do Grau de Doutor em ECONOMIA
na especialidade de TEORIA ECONÓMICA

ANTÓNIO JORGE PERES MATIAS

FARO

2003





ANTÓNIO JORGE PERES MATIAS

FACULDADE DE ECONOMIA

Orientador: Prof. Doutor Manuel Victor Moreira Martins

Dezembro de 2003

**EFICIÊNCIA E EQUIDADE NO PREÇO DA ÁGUA
NA REGIÃO DO ALGARVE**

Júri:

Presidente: Doutor Adriano Lopes Gomes Pimpão, Reitor da Universidade do Algarve

Vogais: Doutor António Abílio Garrido da Cunha Brandão, Professor Catedrático da Faculdade de Economia da Universidade do Porto

Doutor Manuel Victor Moreira Martins, Professor Catedrático do Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa

Doutor João Albino Matos da Silva, Professor Catedrático da Faculdade de Economia da Universidade do Algarve

Doutor Efigénio da Luz Rebelo, Professor Associado da Faculdade de Economia da Universidade do Algarve

Doutor Paulo Manuel Marques Rodrigues, Professor Associado da Faculdade de Economia da Universidade do Algarve

Doutor José Manuel Zorro Mendes, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa

Doutora Antónia de Jesus Henriques Correia, Professora Auxiliar da Faculdade de Economia da Universidade do Algarve

Doutor Pedro Miguel Guerreiro Patoleia Pintassilgo, Professor Auxiliar da Faculdade de Economia da Universidade do Algarve

3436 T.

SECRETARIA DE AGRICULTURA	
SECRETARIA DE REGISTRO E IDENTIFICACAO	
03/01/06	64259/1
338	
MAT *Efi	

1' vol.

ÍNDICE GERAL

	Página
Índice de Figuras	vii
Índice de Tabelas	viii
Agradecimentos	ix
Resumo	xi
Abstract	xiii
Capítulo 1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Problemática	2
1.2 Âmbito e Objectivos do Estudo	4
1.3 Estrutura da Dissertação	6
Capítulo 2. O RECURSO NATURAL ÁGUA	9
2.1 Introdução	10
2.2 Aspectos Hidrológicos	12
2.3 As Fontes de Abastecimento	14
2.4 A Multiplicidade de Usos	16
2.5 O Ciclo Urbano da Água	26
2.6 Disponibilidades e Usos do Recurso em Portugal e no Algarve	32
2.6.1 Caracterização Física do Território	33
2.6.2 Disponibilidades Hídricas de Superfície	35
2.6.3 Disponibilidades Hídricas Subterrâneas	37
2.6.4 Utilizações e Usos da Água	38
	iii

2.6.4.1	Caracterização Sócio-Económica do Território	39
2.6.4.2	Consumos por Sector Utilizador	42
2.6.4.3	Consumos Urbanos	43
2.6.4.4	Águas Residuais Urbanas	48
2.7	O Quadro Institucional de Gestão dos Recursos Hídricos	50
2.7.1	Legislação e Instituições Relevantes	51
2.7.2	Modelos de Gestão	58
2.7.3	O Figurino Institucional do Mercado da Água no Algarve	64
2.8	Conclusões	69
 Capítulo 3. A TEORIA DOS PREÇOS EFICIENTES NAS EMPRESAS DE SERVIÇO PÚBLICO		72
3.1	Introdução	73
3.2	O Preço de Ótimo de 1º Grau	74
3.3	As Abordagens de Ótimo de 2º Grau	78
3.3.1	Os Preços Ramsey	79
3.3.2	As Tarifas em Duas-Partes	84
3.3.3	As Tarifas por Blocos	90
3.4	Preços em Função da Intensidade de Consumo	98
3.5	Preços Ótimos na Presença de Externalidades	106
3.6	Conclusões	111
 Capítulo 4. A FUNÇÃO DE PROCURA DE ÁGUA		113
4.1	Introdução	114
4.2	Variáveis Explicativas, Formas Funcionais e Unidade de Observação	115

4.3	Especificação da Variável Preço	123
4.4	Técnicas de Estimação	139
4.5	Conclusões	145
Capítulo 5. AS FUNÇÕES DE PROCURA RESIDENCIAL DE ÁGUA		
	NO ALGARVE	146
5.1	Introdução	148
5.2	Consumos	150
5.3	Preços	154
5.4	Estimação das Funções de Procura Residencial de Água	158
	5.4.1 A Unidade de Observação do Estudo	158
	5.4.2 Escolha e Construção das Variáveis	160
	5.4.3 Formas Funcionais	169
	5.4.4 Análise da Estacionaridade	176
	5.4.5 Resultados	179
	5.4.5.1 Qualidade Estatísticas das Regressões	179
	5.4.5.2 Elasticidades	183
	5.4.5.3 Comparação com outros Estudos	192
5.5	Questões de Eficiência e Equidade	195
	5.5.1 Ganhos de Eficiência	196
	5.5.2 Preços e Equidade	202
5.6	Conclusões	209
Capítulo 6. CONCLUSÕES GERAIS		211
6.1	Introdução	212

6.2	Principais Resultados do Estudo	212
6.3	Recomendações de Política	214
6.4	Perspectivas de Investigação Futura	216
	Bibliografia	219

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
2.1 O Ciclo Hidrológico	12
2.2 O Ciclo Urbano de Utilização da Água	27
2.3 Consumos de Água por Sector Utilizador	42
2.4 Origem do Caudal Captado	44
2.5 Caudal Tratado e Não-Tratado	45
2.6 Consumo de Água <i>per capita</i> (litros/dia)	47
2.7 Consumo Residencial e de Serviços <i>per capita</i> (litros/dia)	47
2.8 Sistemas Multimunicipais de Abastecimento de Água	65
2.9 Sistemas Municipais de Abastecimento de Água	67
2.10 Sistemas Municipais de Saneamento de Águas Residuais Urbanas	68
3.1 A Tarifa em Duas-Partes	85
3.2 Tarifas por Blocos Crescentes e Decrescentes	92
3.3 Equivalência entre a Tarifa por Blocos e as Tarifas em Duas-Partes	94
3.4 Preços Óptimos com Procura Flutuante e Capacidade Fixa	100
3.5 A Procura Agregada de Capacidade	102
3.6 Capacidade Óptima com Procura Flutuante	104
4.1 A Restrição Orçamental com Tarifas por Blocos Crescentes	127
4.2 O Efeito de um Aumento da Taxa de Acesso	129
4.3 O Efeito de um Aumento dos Preços Inframarginais	131
4.4 O Efeito de um Aumento do Preço Marginal	132
4.5 O Equilíbrio do Consumidor com Tarifas por Blocos Diferentes e Preços Médio e Marginal Idênticos	135
4.6 Variáveis Instrumentais para o PMg e a DIF via Linearização da Função Despesa Total	144

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
2.1 Disponibilidades Hídricas de Superfície	36
2.2 Disponibilidades Hídricas Subterrâneas	38
2.3 Consumos de Água de Abastecimento Urbano por Regiões	46
2.4 Produção e Tratamento de Águas Residuais por Regiões	49
2.5 Abastecimento Urbano de Água: Modelos de Gestão	61
2.6 Saneamento de Águas Residuais Urbanas: Modelos de Gestão	62
2.7 Sistemas Plurimunicipais de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais	63
5.1 Consumo Urbano de Água por Concelho e Sector Utilizador	151
5.2 Consumo Residencial de Água por Concelho	153
5.3 Evolução do Preço Médio da Água nos Concelhos do Algarve	156
5.4 Elasticidades - modelo agregado	185
5.5 Elasticidades - modelo desagregado	190
5.6 Elasticidades da Procura em Diversos Estudos	194
5.7 Ganhos Mensais de Eficiência	200
5.8 Indicadores de Equidade	205

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho não é obra exclusiva do autor. Importa, por isso, agradecer às pessoas e instituições que, de uma forma ou de outra, deram o seu contributo para a presente investigação.

Em primeiro lugar, ao Professor Doutor Manuel Victor Martins, que mais uma vez me honrou com a sua orientação douda e estimulante. Pela disponibilidade, paciência, solidariedade e compreensão manifestadas ao longo de todo o processo de elaboração da tese, o meu profundo reconhecimento.

Ao Professor Doutor Paulo Rodrigues, quero também agradecer a colaboração que me prestou no âmbito do tratamento econométrico dos dados.

Desejo expressar igualmente a minha gratidão aos Presidentes dos Conselhos Directivo e Científico da Faculdade de Economia da Universidade do Algarve, Professores Doutores Efigénio Rebelo e João Albino Silva, pela solidariedade e compreensão manifestadas ao longo do processo de elaboração do trabalho e pela dispensa de serviço docente que me foi proporcionada ao abrigo do programa PRODEP.

Quero também exprimir os meus agradecimentos às instituições que disponibilizaram os dados necessários para a concretização da parte empírica desta dissertação, em particular, as Câmaras Municipais do Algarve, a empresa Águas do Algarve, S.A., o Instituto de Meteorologia e a Direcção Geral de Informática e Tributação Aduaneira.

Devo ainda deixar uma palavra de apreço aos colegas e funcionários não docentes da Faculdade de Economia da Universidade do Algarve pelas suas palavras amigas e de constante incentivo ao prosseguimento do trabalho.

Por fim, quero também agradecer encarecidamente o inestimável apoio e compreensão que recebi da minha família ao longo destes últimos anos.

RESUMO

Os preços da água e do saneamento praticados pelas Câmaras Municipais do Algarve não respeitam os critérios de eficiência e de equidade que normalmente são recomendados na literatura sobre tarifas de serviços públicos. Em resultado desta não observância tem-se assistido a um uso excessivo do recurso e a uma afectação de custos injusta e arbitrária nos diversos municípios. A opção por uma política de preços alternativa, respeitadora dos critérios de eficiência e de equidade, reduziria a perda de bem-estar originada pelo sistema de preços existente e contribuiria para uma repartição mais equitativa dos custos de conservação.

A tese avalia os potenciais ganhos de eficiência que resultariam da substituição da actual política tarifária por uma outra baseada no custo marginal social. Em primeiro lugar, estima uma função de procura residencial de água para cada concelho a partir de séries cronológicas mensais relativas ao período de 1991-2001 com o propósito de medir a sensibilidade dos consumidores às variações do preço. Seguidamente, combina as funções de procura com uma estimativa do custo marginal social da oferta de água para quantificar os ganhos de eficiência que adviriam da nova política de preços. Por fim, examina as características equitativas das tarifas com base em alguns indicadores de forma a avaliar as consequências que essa política teria em matéria de equidade.

Os resultados das estimações são comparáveis aos alcançados por outros estudos e indicam que a procura de água é inelástica em todos os municípios da região. A análise da eficiência sugere que a política tarifária baseada no custo marginal social conduz à obtenção de ganhos de bem-estar consideráveis na generalidade dos concelhos. Finalmente, o exame dos indicadores de equidade recomenda que a nova política seja

implementada de forma regionalmente diferenciada para evitar um maior esforço de conservação por parte dos municípios mais pobres.

ABSTRACT

Current water and wastewater pricing practices in Algarve's municipalities do not respect the efficiency and equity criteria that are generally recommended for designing water rate structures. As a result of this negligence, excessive use of resource and unfair and arbitrary apportion of costs among the municipalities have been observed. The option for an alternative pricing policy that follows the efficiency and equity criteria would reduce the deadweight loss of the existing price system and would contribute for a more equitable allocation of conservation costs.

This thesis evaluates the potential efficiency gains that would result from an actual pricing policy movement towards one based on marginal social costs. First, a residential water demand function is estimated for each municipality using monthly time-series data from 1991 to 2001 for the purpose of measuring consumer sensitivity to price changes. Second, the demand functions are combined with a water supply social marginal cost estimate to quantify the efficiency gains that would be obtained with the new pricing policy. Third, equitable characteristics of water tariffs are examined on the basis of some indicators to evaluate the effects of this policy on equity ground.

The estimation results are comparable with previous studies and indicate that water demand is inelastic in all municipalities. Efficiency analysis suggests that the pricing policy based on marginal social cost leads to considerable welfare gains in the entire region. Finally, the examination of equity indicators recommends that the new policy be implemented in a regionally differentiated way to avoid larger conservation efforts by the poorer municipalities.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 Problemática

De todos os recursos naturais necessários para garantir a vida e a civilização no planeta, a água, é, sem sombra de dúvida, um dos mais importantes. No seu estado natural, apresenta-se como um recurso abundante e renovável, mas o facto de nem sempre estar disponível na quantidade e qualidade necessárias, leva a que em muitas regiões do globo ela assuma a natureza de um recurso escasso e não-renovável.

Apesar desta situação, os organismos responsáveis pela gestão da água têm-se limitado quase exclusivamente a satisfazer as necessidades crescentes de consumo dos diversos agentes económicos sem prestar grande atenção aos custos reais que a sociedade suporta para satisfazer a procura. O certo é que, por razões de natureza hidrológica, ambiental e financeira, cada vez se torna mais difícil e caro disponibilizar a água necessária para as populações em crescimento. Não só os custos ambientais associados à oferta de água (esgotamento de aquíferos, captações excessivas, destruição de zonas húmidas, etc.) e ao saneamento das águas residuais vêm aumentando de forma progressiva, como também os próprios serviços de abastecimento público de água têm cada vez mais dificuldade em suportar os custos necessários ao incremento da capacidade de oferta (custos de capital, operacionais e de manutenção).

Devido em parte a este tipo de problemas, as políticas do lado da oferta têm vindo gradualmente a perder terreno em favor do uso de instrumentos vocacionados para a gestão da procura. A produção de normas legais, o lançamento de programas de conservação, a introdução de tecnologias de baixo-consumo e sobretudo a reformulação dos critérios de fixação de preços, são alguns dos exemplos de medidas prescritas por este novo tipo de políticas. Do ponto de vista da teoria económica, o preço desempenha

um papel essencial na valorização e conservação dos recursos. Se o preço não reflectir o custo real, os consumidores recebem um sinal incorrecto do mercado e, em consequência, utilizam o recurso de forma ineficiente. Historicamente os preços da água permaneceram muito aquém dos custos sociais da oferta, e por via disso assistiu-se a um uso excessivo e esbanjador do recurso. As perspectivas sobre o crescimento económico e o aumento da população, bem como as alterações climáticas devidas ao efeito estufa, fazem com que a escassez crescente dos recursos hídricos e a inevitável subida dos custos seja uma realidade cada vez mais premente. Num cenário com estas características, o preço desempenhará certamente um papel importante na gestão da procura.

No Algarve, à semelhança do que acontece em todo o país, os preços do abastecimento público de água e do saneamento das águas residuais não reflectem a totalidade dos custos envolvidos com a prestação dos serviços. As Câmaras Municipais, sendo os organismos responsáveis pela fixação dos preços da água, definem habitualmente as tarifas com base em critérios de natureza política e/ou administrativa, não atribuindo grande relevo às implicações económicas que resultam da cobrança de preços inferiores aos custos reais. Esta circunstância tem conduzido a um uso ineficiente e não equitativo do recurso água em toda a região.

Para uma utilização óptima dos recursos hídricos é necessário que a água seja tarifada de acordo com o seu custo social total, ou seja, o preço deve reflectir não só os custos financeiros dos sistemas de abastecimento de água e de saneamento, mas também os custos ambientais e de escassez do recurso. Uma política tarifária baseada nos custos sociais da oferta contribui para um uso mais eficiente da água, proporciona a necessária

base financeira para sustentar o funcionamento e a manutenção dos sistemas, e possibilita ainda a obtenção dos fundos indispensáveis à sua substituição futura. Contudo, a implementação de uma política com estas características pode ter impactos negativos no domínio da equidade e da justiça social, pois existe a possibilidade de beneficiar mais as comunidades ricas do que as pobres.

1.2 Âmbito e Objectivos do Estudo

Ao longo das últimas décadas têm sido efectuados numerosos estudos sobre a procura residencial de água. Contudo, a maior parte deles baseia-se em dados relativos aos E.U.A., sendo muito poucos os que se debruçam sobre a realidade na União Europeia. Em Portugal a sua produção é ainda mais escassa, existindo apenas a referência a alguns estudos efectuados no âmbito da procura de água para fins agrícolas na Bacia do Sado (Instituto da Água, 2001). A necessidade de colmatar este vazio na investigação incentiva a que sejam elaborados trabalhos que possam contribuir para um melhor conhecimento do comportamento dos agentes utilizadores do recurso e, em particular, da sua sensibilidade às variações do preço.

Por outro lado, a Directiva-Quadro da Água (Directiva 2000/60/CE) estabelece que até 2010, os Estados-Membros da União Europeia deverão orientar as suas políticas de fixação dos preços da água pelo princípio da recuperação dos custos reais dos serviços hídricos. O cumprimento deste normativo comunitário implicará que em Portugal, e no Algarve em particular, os preços da água tenham que subir consideravelmente nos próximos anos. Esta medida terá forçosamente efeitos significativos a vários níveis, o que por si só justifica também o interesse em avaliar algumas das suas consequências, e em especial, aquelas que se farão sentir nos domínios da eficiência e da equidade.

A investigação a desenvolver ao longo do trabalho insere-se no contexto acima descrito e prossegue dois objectivos gerais. O primeiro consiste em estudar as características da procura residencial de água nos diversos municípios do Algarve e, muito particularmente, a forma como os consumidores reagem às variações do preço e do rendimento. O segundo procura avaliar as propriedades de eficiência e de equidade das tarifas praticadas na região.

Para prosseguir estes objectivos torna-se necessário encontrar uma resposta para as questões que a seguir se enunciam:

- i) Quais as elasticidades-preço e rendimento da procura residencial de água nos diversos municípios do Algarve? As elasticidades variam consoante a época do ano? Isto é, o consumo no Verão é mais sensível ao preço do que o efectuado nas restantes estações do ano? Existe uma variação geográfica das elasticidades? Ou seja, os valores diferem de concelho para concelho?

A resposta a estas perguntas, ao exigir a estimação de uma função de procura residencial de água para cada município, requer, por sua vez, que se responda a outras questões parcelares:

- Quais as variáveis explicativas, económicas e não-económicas, que deverão ser consideradas nas funções de procura residencial de água?
- Que tipo de formas funcionais poderão ser utilizadas para explicitar a relação entre a procura e as correspondentes variáveis explicativas?

- Como deverá ser representada a variável preço nas funções de procura de água quando o bem é adquirido de acordo com uma determinada estrutura tarifária por blocos?
 - Quais as técnicas de estimação mais vulgarmente utilizadas para estimar funções de procura com preços não-lineares?
- ii) Que ganhos de eficiência poderiam ser obtidos com uma política de preços baseada no custo social da oferta e como se distribuiriam os mesmos pelos diferentes municípios da região?
- iii) Em que medida os preços da água praticados nos diversos concelhos do Algarve conduzem a situações pouco abonatórias em matéria de equidade?

1.3 Estrutura da Dissertação

Para alcançar os objectivos acima definidos estruturou-se o trabalho na forma que a seguir se apresenta. O Capítulo 2 fornece uma panorâmica geral sobre os recursos hídricos nas suas vertentes hidrológica e económica. Descreve o ciclo hidrológico; distingue os diferentes tipos de reservas hídricas existentes nas suas dimensões quantitativa, qualitativa e de capacidade de renovação; refere a multiplicidade de utilizações da água e os determinantes de cada tipo de uso; evidencia as diversas fases do ciclo urbano de utilização da água e distingue as várias categorias de custos envolvidas em todo o processo; avalia as disponibilidades e os consumos do recurso em Portugal e no Algarve; e caracteriza o quadro institucional de gestão dos recursos hídricos.

O Capítulo 3 revê a literatura sobre a teoria da fixação de preços eficientes em empresas de serviço público que têm por objectivo a maximização do bem-estar social. Define o conceito de monopólio natural e estabelece o preço óptimo de 1º grau na situação em que as empresas beneficiam de custos médios decrescentes; aborda os diversos preços óptimos de 2º grau que os serviços públicos têm à sua disposição quando são obrigados a respeitar uma restrição de lucros nulos; analisa os problemas relacionados com a determinação dos níveis óptimos de preços e capacidade de oferta no contexto em que as empresas enfrentam uma procura de carácter sazonal; e discute a fixação de preços eficientes na presença de externalidades negativas.

O Capítulo 4 ocupa-se das questões teóricas que envolvem a modelação e a estimação das funções de procura de água. Caracteriza a procura de água enquanto bem de consumo intermédio e bem de consumo final; discute os determinantes de cada tipo de procura e examina os problemas relacionados com a escolha da sua forma funcional; revê a literatura teórica sobre a procura urbana de água, equacionando as várias propostas alternativas de especificar a variável preço na presença de tarifas por blocos; e analisa as técnicas de estimação das funções de procura com aquele tipo de tarifas.

O Capítulo 5 consubstancia a parte empírica da investigação. Estima uma função de procura residencial de água para cada um dos concelhos do Algarve a partir de uma série de dados mensais sobre preços, rendimento disponível e variáveis climáticas; calcula os potenciais ganhos de eficiência resultantes da nova política de preços com base numa estimativa do custo marginal social da oferta; analisa a distribuição daqueles ganhos pelos vários municípios da região; e interroga-se sobre o carácter equitativo dos tarifários existentes.

O Capítulo 6 conclui a dissertação. Resume os principais resultados do trabalho e avalia os seus limites; discute as suas implicações em matéria de política de fixação de preços; e sugere alguns tópicos de investigação futura.

A dissertação inclui a finalizar uma Bibliografia, onde são indicadas todas as referências bibliográficas e fontes estatísticas consultadas, e os Anexos, onde constam algumas deduções analíticas, a base de dados e os resultados das estimações efectuadas.

CAPÍTULO 2

O RECURSO NATURAL ÁGUA

2.1 Introdução

O propósito deste capítulo é o de fornecer uma panorâmica geral sobre os recursos hídricos nas suas vertentes hidrológica e económica. Neste âmbito, foi estruturado segundo a forma que a seguir se apresenta.

O ponto 2.2 descreve o ciclo hidrológico – o processo contínuo de circulação da água entre o globo terrestre e a atmosfera.

O ponto 2.3 considera os diferentes tipos de reservas hídricas existentes e o seu peso relativo à escala planetária. Pela importância que assumem enquanto fontes de abastecimento, as águas doces superficiais e as águas subterrâneas são analisadas em termos das suas dimensões quantitativa, qualitativa e capacidade de renovação.

O ponto 2.4 debruça-se sobre a multiplicidade de utilizações da água e classifica os usos em função de vários critérios. Entre outros aspectos, releva ainda os determinantes de cada tipo de uso, as suas exigências em matéria de volume e qualidade da água, e nalguns casos, as metodologias propostas para a determinação do seu valor económico.

O ponto 2.5 descreve as diversas fases do ciclo urbano de utilização da água e distingue as várias categorias de custos envolvidas em todo o processo.

O ponto 2.6 avalia as disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas existentes no Continente Português e no Algarve e quantifica as utilizações consumptivas do recurso nas suas dimensões sectorial e regional.

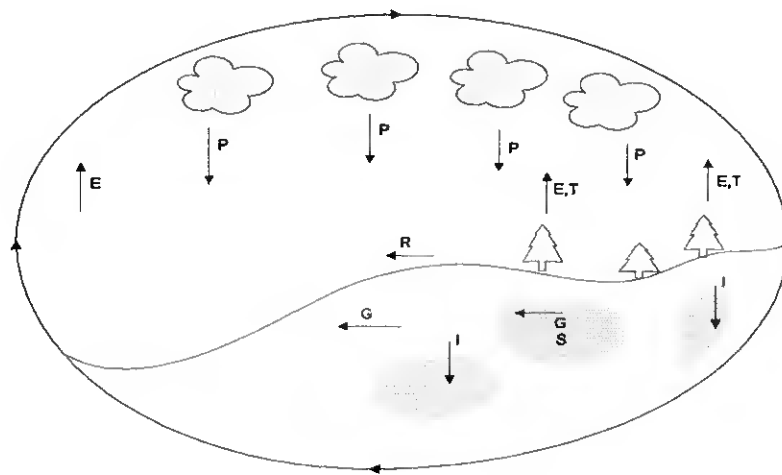
O ponto 2.7 examina o quadro institucional de gestão dos recursos hídricos. Refere os diplomas legais e as instituições relevantes, enumera os modelos de gestão dos sistemas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais urbanas e esquematiza o figurino institucional do mercado da água no Algarve.

Por último, o ponto 2.8 resume o capítulo.

2.2 Aspectos Hidrológicos

Enquanto substância existente nas três fases da matéria – sólida, líquida e gasosa –, a água disponível na Terra têm-se mantido praticamente constante ao longo dos tempos devido a um processo de circulação contínuo designado por ciclo hidrológico (Fig. 2.1). Graças à energia solar e à força da gravidade, a água passa anualmente do globo terrestre para a atmosfera, na fase de vapor, e regressa àquele, nas fases líquida e sólida. A transferência da água dos oceanos e continentes para a atmosfera dá-se por evaporação directa e pela transpiração das plantas e animais.

Figura 2.1 O Ciclo Hidrológico¹



Muito embora não se possa considerar um princípio ou um fim para o ciclo hidrológico, tome-se como ponto de partida a atmosfera. O vapor de água que aí se acumula e condensa dá origem à formação das nuvens e nevoeiros que estão na base da precipitação (P). Esta pode ocorrer na fase líquida (chuva) ou na fase sólida (neve e granizo) e surgir ainda sob a forma de orvalho ou geada. Durante a queda, uma parte

¹ Figura adaptada de Lencastre e Franco (1992, cap. 1).

dessa precipitação é devolvida directamente à atmosfera via evaporação (E); uma outra é interceptada pelas folhas das plantas e pelos telhados e volta também a evaporar-se; a restante, sendo a mais significativa, atinge a superfície terrestre.

A precipitação que atinge a superfície terrestre pode tomar vários destinos. Um deles é o regresso directo à atmosfera através da evaporação; um outro está associado à formação do escoamento superficial (R), o qual alimenta os diversos cursos de água que vão desaguar nos lagos, mares e oceanos, locais que constituem a maior fonte de evaporação. O destino remanescente da precipitação que atinge a superfície terrestre é a infiltração (I). A água que penetra no solo pode permanecer na sua camada superior, onde é absorvida pelas plantas que através da transpiração (T) e da evaporação a fazem regressar de novo à atmosfera, ou infiltrar-se nas camadas inferiores até atingir as formações geológicas designadas por aquíferos. Estas formações permitem, graças às suas características, o armazenamento (S) e o escoamento subterrâneo (G) da água. O escoamento subterrâneo vai também alimentar os cursos de água que desaguar nos lagos, mares e oceanos ou pode mesmo dirigir-se directamente para estes últimos. O processo de evaporação fará com que a água volte novamente à atmosfera sob forma de vapor, fechando-se assim o ciclo.

Transparece do atrás exposto que o ciclo hidrológico pode ser entendido à escala planetária como um sistema de destilação gigantesco. A energia solar provoca a evaporação contínua da água para a atmosfera; devido ao arrefecimento da temperatura, o vapor de água condensa-se e forma as nuvens que originam a precipitação; esta, ao atingir a superfície terrestre, produz os escoamentos superficial e subterrâneo, os quais, alimentando os lagos, mares e oceanos, permitem que a água volte novamente a evaporar-se.

Além de possibilitar o transporte e a circulação da água de umas regiões para as outras, o ciclo hidrológico constitui ainda, devido à erosão e ao transporte e deposição de sedimentos, um importante agente modelador da crosta terrestre. Por outro lado, acaba também por condicionar toda a cobertura vegetal do planeta e, em última análise, a vida na Terra.

2.3 As Fontes de Abastecimento

A água que desde sempre tem circulado na Terra cobre aproximadamente três quartos da superfície do planeta. Contudo, apesar da sua aparente abundância, a maior parte dela (97%) é salgada e encontra-se nos mares e oceanos. Da água doce disponível (3%), os gelos das calotes polares ocupam cerca de 2%, e a existente nos aquíferos, lagos, rios, solo e atmosfera, perto de 1%.

Como fontes de abastecimento de água doce para o consumo humano e animal, as águas subterrâneas e as águas superficiais são as que assumem maior relevo, pois todas as outras, quer pela fase da matéria em que se encontram (sólida ou gasosa) quer pela exigência de tecnologias altamente dispendiosas (dessalinização), são de difícil acesso e na maior parte das vezes inviáveis do ponto de vista económico.

As águas superficiais, um termo geralmente usado para designar a água não salina que se encontra livremente exposta à atmosfera, são responsáveis apenas por cerca de 2% da água doce que está disponível para consumo humano. As fontes mais comuns de água superficial incluem os lagos, os rios e ainda as reservas armazenadas nas albufeiras e represas. Estas fontes de água são normalmente classificadas como recursos renováveis

devido à regularidade com que são alimentadas pela precipitação atmosférica e o consequente escoamento (Tietenberg, 1996, cap.9).

Em todo o planeta mais de 98% da água doce não congelada é subterrânea. Os aquíferos, locais onde este tipo de águas se encontra, são formações geológicas que permitem a circulação e o armazenamento da água nos seus espaços vazios. Além de constituírem a principal fonte de abastecimento de água doce em muitas regiões do globo, em particular nas zonas mais áridas, alguns aquíferos mantêm uma relação estreita com as fontes de águas superficiais (rios e lagos). Os cursos de água ajudam a recarregar os aquíferos nos períodos em que os seus caudais são elevados e, por sua vez, sustentam-se daqueles últimos nas épocas em que tal não sucede.

As águas subterrâneas podem classificar-se como recursos naturais renováveis ou não-renováveis. Os aquíferos que são “recarregáveis” através da infiltração da água das chuvas ou da fusão das neves podem ser explorados indefinidamente desde que a taxa de captação seja inferior ou igual à taxa natural de recarga. Caso isso não ocorra ou se as formações geológicas não permitirem a recarga, as águas subterrâneas constituem um recurso finito e esgotável. A maior parte dos aquíferos enquadra-se nesta última classificação (Hartwick e Olewiler, 1998, cap.3).

A disponibilidade e a regeneração das fontes de água superficial ou subterrânea não se reduzem apenas aos seus aspectos quantitativos. A qualidade das mesmas também é relevante, pois muita da água doce disponível pode ficar contaminada por poluentes químicos, materiais radioactivos, sal ou microrganismos. Esta poluição pode ter origem no escoamento que alimenta os sistemas hídricos superficiais e que arrasta consigo vários tipos de resíduos, lamas e matéria orgânica; nas descargas directas de efluentes

que são efectuadas nos cursos de água e nos aquíferos; ou ainda pela intrusão salina nestas últimas formações geológicas. Além disso, dada a interdependência anteriormente referida entre as fontes superficiais e subterrâneas, bastará que uma delas se encontre poluída para que a outra possa também ficar contaminada. Em qualquer caso, a consequente deterioração da qualidade da água afectará negativamente a sua quantidade e capacidade de regeneração.

Pese embora as restrições de natureza quantitativa e qualitativa que de forma crescente vêm condicionando as diversas fontes superficiais e subterrâneas actualmente existentes em todo o planeta, o volume de água doce disponível (cerca de 8556,25 Km³) ainda excede várias vezes as necessidades actuais de consumo (Tietenberg, 1996, cap.9). Todavia, o aumento galopante da população e as situações de escassez que já existem em muitas regiões do globo, indiciam que nas próximas décadas aquele diferencial venha a reduzir-se substancialmente. A água doce tenderá a revelar-se cada vez mais como um recurso escasso.

2.4 A Multiplicidade de Usos

A água existente nas fontes superficiais ou subterrâneas é susceptível de prestar ao Homem uma diversidade de usos e serviços. A literatura distingue normalmente os chamados usos “ offstream “ dos usos “ instream “ ou *in situ*. Os usos “ offstream “ referem-se aos serviços prestados pela água que é obtida a partir de uma fonte subterrânea ou superficial e que posteriormente é utilizada para satisfazer os consumos residencial, público, comercial, industrial e agrícola. Os usos “ instream “ estão associados aos serviços fornecidos pela água *in situ* , ou seja , aqueles que têm lugar nos

próprios meios hídricos superficiais ou subterrâneos² e que por isso não exigem qualquer captação de água. A recreação, a produção de energia hidroeléctrica, a navegação fluvial, a diluição de resíduos e a preservação dos ecossistemas, constituem exemplos deste tipo de usos.

As utilizações da água também podem ser consideradas noutras perspectivas que não apenas a do critério convencional da localização do uso. Uma delas consiste em classificar a água enquanto bem intermédio ou bem de consumo final. A água constitui um bem intermédio sempre que é usada como factor de produção de outros bens ou serviços, e assume a natureza de um bem de consumo final quando assim não sucede. A utilizada para rega na agricultura, a consumida nas diferentes fases de fabrico da maioria dos produtos industriais ou a necessária à produção de energia hidroeléctrica, enquadra-se na primeira categoria de usos, enquanto que a consumida de forma directa pelos consumidores finais nas suas residências ou nalgumas actividades de recreação, cabe no âmbito da segunda.

Outras perspectivas mais específicas de classificação dos usos da água respeitam às dimensões quantidade e qualidade. Cada tipo de utilização exige volumes de água bastante diversificados. Os usos agrícolas, por exemplo, necessitam de quantidades consideráveis de água, ao passo que os residenciais exigem substancialmente menos. A qualidade também é um atributo importante, pois qualquer uso da água requer determinados padrões qualitativos. Algumas utilizações residenciais e industriais são bastante exigentes a este respeito.

² Os usos “offstream” são proporcionados tanto pelas fontes superficiais como pelas subterrâneas, no entanto, alguns dos usos “instream” são específicos de cada tipo de fonte. Por exemplo, a produção de energia hidroeléctrica e a navegação fluvial só têm lugar em meios hídricos superficiais, enquanto que as fontes subterrâneas são essenciais para evitar o aluimento de terras (Canter et al., 1997, cap.1).

Dada a multiplicidade de usos da água, será de esperar que a cada um deles corresponda um certo tipo de procura. Considerando os usos classificados segundo o critério da localização, atente-se nalgumas características essenciais das várias procuras de água relacionadas com os usos “ offstream “.

Usos Residenciais

A procura para fins residenciais destina-se a satisfazer as mais diversas necessidades das famílias e respeita aos consumos que têm lugar não só no interior das residências (“indoor “) como também no seu exterior (“ outdoor “). Os usos “ indoor “ incluem a água usada para beber, preparar as refeições, tomar banho, lavar a roupa e a loiça, ou descarregar os autoclismos, enquanto os do tipo “ outdoor “, relacionam-se com a rega de espaços verdes, a lavagem de carros ou o enchimento de piscinas.

Este tipo de procura é influenciado por vários determinantes como o clima, a densidade populacional, o rendimento das famílias e o preço da água. As condições climáticas afectam sobretudo os usos “ outdoor “, pois estes, ao contrário do que sucede com os de natureza “ indoor “ que tendem a permanecer praticamente estáveis durante todo o ano, aumentam de forma significativa com a subida da temperatura e a redução da pluviosidade³ . A oscilação dos consumos confere a esta procura um cariz marcadamente sazonal.

O número de residentes por família e o rendimento da mesma também contribuem para afectar a procura de água para fins domésticos. Quanto mais pessoas residirem numa habitação e maior for a diversidade de usos da água, mais elevada será a procura. Por

³ Em muitas regiões, o consumo médio diário no período estival chega mesmo a duplicar o verificado nos meses de Inverno.

outro lado, quando a densidade populacional é grande, ou seja, quando a unidade residencial típica é o apartamento e não a moradia unifamiliar, os consumos “ outdoor “ assumem normalmente uma expressão reduzida. Também o preço da água, enquanto factor explicativo da procura, desempenha um papel relevante. Os usos “ outdoor “, mais do que os “ indoor “, são particularmente sensíveis a esta variável.

Usos Públicos

O uso público da água abrange os consumos das escolas, hospitais, igrejas e outros edifícios congéneres, bem como os relacionados com o combate a incêndios e a rega de espaços verdes. Esta última utilização assume particular relevância em comunidades onde a preservação e a manutenção dos referidos espaços é acarinhada. Os determinantes deste tipo de consumos são basicamente os mesmos que explicam a procura residencial. No caso da variável rendimento, por exemplo, as comunidades com um valor per capita relativamente elevado tendem a consumir mais água, pois a existência de um maior número de edifícios públicos e estabelecimentos comerciais por habitante a isso obriga (Gibbons, 1986, cap.1).

Usos Comerciais

A procura para fins comerciais consiste na água que é consumida nos restaurantes, bares e cafés, hotéis, parques aquáticos e de campismo, lojas, barbearias e salões de beleza, cinemas e teatros, e ainda noutros estabelecimentos como por exemplo os edifícios de escritórios. Os usos específicos da água incluem a preparação das refeições, as lavagens, a descarga dos autoclismos, o enchimento de piscinas, a limpeza das instalações, a rega dos espaços verdes, entre outros. A procura de água para actividades comerciais é

influenciada por alguns dos mesmos factores que explicam os consumos domésticos e também exhibe um padrão sazonal, em particular nas regiões onde o turismo assume um papel de relevo. Alguns autores são de opinião que este tipo de procura é pouco sensível ao preço porque as pessoas que utilizam a água, muitas vezes os próprios empregados das empresas, não suportam o custo da mesma (Spulber e Sabbaghi, 1998, cap.2).

Usos Industriais

No sector industrial a água é utilizada quer como factor produtivo quer como bem de consumo final. A maior utilização da água para fins industriais é sem sombra de dúvida a que tem lugar nas centrais produtoras de energia termoeléctrica, em especial a necessária às operações de arrefecimento e condensação. Os processos produtivos de muitas indústrias requerem ainda que a água seja usada para a lavagem de matérias-primas e equipamentos, transporte de factores de produção, alimentação de caldeiras e mesmo como componente de alguns produtos, tal como sucede na indústria de alimentação e bebidas. Para além desta panóplia de usos, a água é também consumida para fins sanitários e outras utilizações de carácter geral como a manutenção dos espaços fabris e a preparação de refeições.

Cada uma das categorias de uso referidas exige determinados requisitos de qualidade da água. A que se utiliza nas centrais de energia termoeléctrica não requer grandes cuidados a este respeito, pois é vulgar a utilização de água salobra nas operações de arrefecimento. No entanto, a água para uso pessoal no interior das fábricas, a necessária à alimentação das caldeiras⁴ e a usada nos processos produtivos das indústrias de alimentação e bebidas, já tem de satisfazer padrões elevados de qualidade.

⁴ A acumulação de sólidos e sais dissolvidos pode resultar na rápida corrosão do equipamento.

Os determinantes deste tipo de procura são algo diferentes dos que explicavam o consumo residencial. Aqui, dado o peso insignificante dos custos da água nos custos totais das empresas, são as decisões relativas à tecnologia e ao produto que acabam em última instância por determinar o consumo de água (procura derivada). Só depois de tomadas essas decisões é que poderá haver a preocupação em minimizar os custos da água (Gibbons, 1986, cap.3).

Usos Agrícolas

A actividade agrícola é de longe a principal responsável pelas captações de água que são efectuadas nas fontes superficiais ou subterrâneas. Duas categorias de procura podem ser consideradas: a água de rega e a necessária à criação de gado. O uso para irrigação é o mais importante e inclui toda a água artificialmente aplicada nas propriedades agrícolas, pomares, pastagens e culturas hortícolas. Além da utilização para o crescimento natural das plantas, a água pode ser usada para o processo de germinação, protecção contra as geadas, aplicações químicas, supressão de pó, ou ainda, como sucede nalguns casos, para a rega dos campos de golfe públicos ou privados.

À semelhança do que acontecia com os usos industriais, a água é utilizada essencialmente como factor produtivo, a par do solo, sementes, fertilizantes, pesticidas, trabalho, maquinaria e radiação solar. O consumo de água para rega é explicado por vários determinantes como as condições climáticas e a época do ano, a natureza dos solos, a tecnologia de irrigação, o tipo de cultura, o preço de venda dos produtos, e em menor grau o preço da própria água. De acordo com Gibbons (1986, cap.2), o preço de venda do produto agrícola é o principal determinante da procura de água para irrigação.

Na outra categoria de consumo agrícola, a água é basicamente utilizada para dar de beber aos animais e efectuar a limpeza dos estábulos. A quantidade de água necessária depende de diversos factores como o tipo de espécie animal, o tamanho, a idade, o sexo, e a temperatura do ar.

Conhecidos os aspectos típicos das diversas procuras de água relacionadas com os usos “ offstream “, considerem-se agora os que caracterizam as diferentes utilizações que têm lugar *in situ*.

Usos Recreativos e Ambientais

Os meios hídricos superficiais (lagos, rios, albufeiras) são procurados por muitos visitantes pelas oportunidades de recreação que proporcionam. A natação, os passeios de barco, a pesca e a caça desportivas, os piqueniques ou a observação de aves ao longo das margens, são exemplos desses usos recreativos. Todas estas actividades representam utilizações finais da água e o seu valor deriva da utilidade que os consumidores delas retiram. A valorização *in situ* das águas superficiais ou subterrâneas pode também estar associada ao seu não-uso. Os indivíduos estão normalmente dispostos a pagar uma determinada quantia, não só pela oportunidade de utilização futura do recurso, como também pelo simples facto de saberem que o mesmo continua a existir.

A disponibilidade a pagar pelo uso ou não-uso da água *in situ* depende, entre outros motivos, da raridade do activo ambiental, dos diversos tipos de recreação que estejam disponíveis e ainda da própria qualidade da água. Todos eles contribuem para atrair visitantes ao sítio e quanto maior for o fluxo destes últimos, mais elevado será o valor do recurso hídrico. Nesse sentido se expressa Gibbons (1986, cap.5), ao referir que o valor de um activo ambiental, seja ele um lago ou um rio, depende tanto do valor

unitário atribuído por um visitante/dia como do número de visitantes que consomem os serviços associados à visita do sítio. A ausência de preços de mercado para a maioria dos usos “ instream “ levanta algumas dificuldades à estimação do seu valor, no entanto, ele pode ser calculado a partir de metodologias que permitem obter de forma indirecta a procura de água para aquele tipo de usos.

Em resultado de factores como o crescimento da população e a sua maior consciência ambiental, o aumento do rendimento disponível e o acréscimo no tempo de lazer, a procura de água para fins recreativos e para a preservação dos recursos tem vindo a crescer a um ritmo assinalável. Apesar disso, a preocupação com os valores associados a este tipo de procura tem sido algo reduzida. O facto dos usos da água para fins residenciais, industriais, ou outros, competirem de forma crescente com as utilizações do mesmo recurso para fins recreativos, explica em parte esta atitude.

Usos Fluviais

A navegação fluvial constitui em muitas regiões uma outra forma de aproveitamento *in situ* das águas superficiais. Dependendo do tipo de via utilizada, ela pode ser complementar ou competitiva com outros usos da água. A exigência de caudais mínimos é susceptível de obrigar esta actividade a competir com outras utilizações quer de natureza “offstream“ quer “instream“. Como exemplos refiram-se a água usada para rega ou a necessária à produção de energia hidroeléctrica, e no caso de congestão das vias fluviais, os usos recreativos.

Sendo um dos meios mais antigos de transportar pessoas e mercadorias, as “estradas“ fluviais continuam ainda hoje a ser competitivas face a infra-estruturas alternativas

como as rodoviárias ou ferroviárias. A sua principal vantagem reside nos baixos custos de transporte. Uma das metodologias que têm sido propostas como forma de valorizar a água para navegação consiste precisamente em comparar o custo alternativo do transporte por ferrovia com o custo de transporte por barco. A diferença entre os dois tipos de custo fornece um valor aproximado do uso da água para aquela finalidade.

Usos Hidroeléctricos

A utilização da água como força motriz para a produção de energia eléctrica é uma prática corrente desde o final do século XIX. Este uso “instream“ consiste basicamente em fazer passar a água de um curso natural pelas turbinas das barragens para que a energia mecânica resultante seja transformada em electricidade por intermédio de um gerador. Várias razões têm contribuído para que a energia hidroeléctrica tenha vindo a ganhar predominância ao longo das últimas décadas. A água necessária à sua produção é um recurso renovável; o seu impacte ambiental é diminuto quando comparado com a alternativa termoeléctrica; e além disso, as centrais onde ela é produzida, não só requerem pouca manutenção como também operam com um elevado grau de flexibilidade, pois podem responder rapidamente às procuras de electricidade em períodos de ponta.

Apesar das vantagens referidas, a energia hidroeléctrica apresenta por outro lado alguns inconvenientes. Embora a água seja renovável, o capital não o é. As barragens têm uma vida útil, e a sua construção gera externalidades negativas apreciáveis como a inundações de terras e a destruição de habitats, fauna e flora. O potencial conflito com outras utilizações da água também é susceptível de ocorrer. A água necessária à produção de electricidade pode competir em determinadas épocas do ano com a exigida para fins

agrícolas ou com a reclamada para usos que exijam caudais mínimos, como é o caso da navegação fluvial ou alguns de natureza recreativa.

No domínio da valorização da água para fins de produção de energia hidroeléctrica, a metodologia normalmente proposta também assenta, à semelhança do que acontecia com a navegação fluvial, no custo alternativo de produzir a electricidade por outros meios que não o hídrico. O valor imputado à água usada para fins hidroeléctricos corresponde à diferença entre o custo alternativo da electricidade e o custo suportado com a sua produção através de energia hídrica.

Usos Diluidores

Os diferentes usos que até aqui foram descritos, para além de exigirem padrões específicos de qualidade da água, provocam também a degradação do recurso. No caso dos usos “ instream “, a alteração qualitativa é provocada pelas actividades que têm lugar nos próprios meios hídricos, enquanto que nas utilizações “ offstream “, as correspondentes águas residuais, ao serem rejeitadas, podem regressar às fontes onde originariamente a água foi captada para satisfazer os diversos tipos de consumo.

As rejeições provenientes das várias utilizações da água e ainda os escoamentos superficiais, urbano e agrícola, albergam no seu seio uma enorme variedade de substâncias nocivas⁵ capazes de causar danos severos aos diferentes utilizadores da água. O crescimento desmesurado de algas e formas superiores de vida vegetal nos lagos e lagoas provocado pelo excesso de compostos de azoto e de fósforo (eutrofização); a entrada na cadeia alimentar de metais pesados e substâncias tóxicas; a

⁵ Matéria orgânica, bactérias, vírus, produtos petrolíferos e metais pesados, herbicidas, pesticidas, nitratos, sais, sedimentos, etc.

perda de populações piscícolas devido à contaminação química; bem como os vários problemas de saúde pública originados pelas bactérias e vírus, são exemplos desses danos potenciais.

Devido às suas características físicas, químicas e biológicas, os meios aquáticos superficiais ou subterrâneos, possuem a capacidade de diluir e transformar algumas daquelas substâncias em produtos inócuos. Esta aptidão da água para assimilar os resíduos, os quais depende das características do meio hídrico e da quantidade e tipo de poluente, possui um valor económico real, pois evita o dispêndio de recursos com o tratamento dos efluentes ou com os danos que estes causariam a jusante. Como os vários utilizadores da água estão certamente dispostos a pagar uma determinada quantia para que aquela função continue a ser desempenhada, faz todo o sentido considerar a existência de uma procura de água para diluição de resíduos. A valorização dos danos associados aos diferentes níveis de qualidade da água ou o custo de tratamento necessário para os evitar, são as metodologias mais utilizadas para estimar esta importante categoria de procura “instream”.

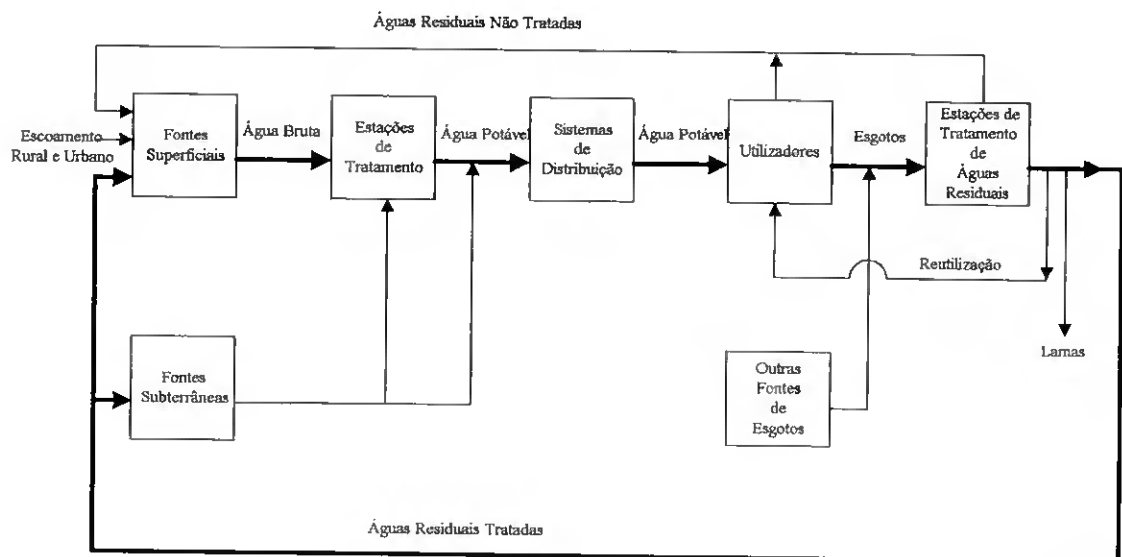
2.5 O Ciclo Urbano da Água

Para que a água esteja disponível nas quantidades e qualidades exigidas pelos diferentes usos urbanos descritos no ponto anterior, ela necessita de percorrer as várias fases de um ciclo contínuo, vulgarmente designado por *ciclo urbano de utilização da água*, que envolve as seguintes actividades: (a) a captação da água bruta em fontes superficiais ou subterrâneas, o seu tratamento, e a sua distribuição pelas várias classes de utilizadores; (b) a drenagem das águas residuais provenientes das diversas utilizações, o seu tratamento, e a sua reutilização parcial; (c) a rejeição das águas residuais tratadas e não

reutilizadas para um meio hídrico receptor. As diferentes fases do ciclo urbano de utilização da água podem ser observadas na Fig. 2.2, adaptada de Spulber e Sabbaghi (1998, cap.1).

O processo inicia-se com a captação da água bruta em fontes superficiais (rios, lagos e albufeiras) ou em fontes subterrâneas. Numa primeira etapa recorre-se normalmente a estas últimas, porém, à medida que a população vai aumentando, ou que a água obtida a partir dos furos artesianos se vai revelando inadequada para satisfazer as necessidades dos consumidores, a exploração de fontes superficiais em substituição das subterrâneas, ou em conjunto com elas, passa a ser o sistema mais apropriado.

Figura 2.2 O Ciclo Urbano de Utilização da Água



Após a captação, a água bruta é transportada para um ou vários reservatórios donde segue depois para as estações de tratamento (ETAs) a fim de ser submetida a uma série de operações (coagulação, floculação, decantação, filtração e cloração) que lhe

garantam as características físicas, químicas e bacteriológicas exigidas pela legislação que esteja em vigor. Em regra, quanto mais rigorosos forem os padrões de qualidade requeridos, ou quanto maior for o peso das fontes superficiais no sistema de captação, mais dispendioso será o processo de tratamento da água bruta.

O produto acabado, ou seja a água potável com uma determinada qualidade, é então enviada através de um sistema de adução, mais ou menos complexo, para reservatórios de armazenamento que na maior parte das vezes distam bastante do local onde a água foi tratada. Uma vez aqui disponível, a etapa seguinte consiste na sua distribuição pelos diferentes grupos de utilizadores “ offstream “: residenciais, públicos, comerciais, industriais e em menor grau os agrícolas, pois estes recorrem com frequência a captações próprias. O sistema de distribuição revestirá uma maior ou menor complexidade consoante esteja ou não apto a disponibilizar água de diferentes qualidades. Se esta característica for justificável do ponto de vista económico, poderá ser vantajoso substituir os sistemas monotubulares, os quais obrigam a que toda a água distribuída tenha uma qualidade potável, por sistemas de tubulação múltipla que permitam usar a água de forma qualitativamente diferenciada⁶.

Depois da água potável ser utilizada pelos diversos grupos de consumidores, os esgotos resultantes necessitam de ser tratados, pois de outra forma, a sua descarga directa nos meios hídricos superficiais causaria danos apreciáveis no ambiente e nos utilizadores a jusante. O sistema responsável por tal tarefa inclui normalmente uma rede de drenagem e transporte dos esgotos, um conjunto de estações de tratamento (ETARs), e ainda as infra-estruturas necessárias ao envio das águas residuais já tratadas para um meio

⁶ Spulber e Sabbaghi (1998, cap.1), propõem um sistema deste tipo em que a água bruta é transformada e distribuída segundo padrões qualitativos distintos.

aquático superficial apropriado ou, como também é vulgar suceder, para reutilização numa qualquer actividade de consumo. As lamas, que constituem um resíduo do processo de tratamento, também poderão ser reutilizadas, incineradas ou depositadas em aterros sanitários especialmente vocacionados para este fim.

O destino final das águas reutilizáveis depende do grau de potabilidade que a tecnologia de tratamento lhes confira. Se as características qualitativas respeitarem os padrões mais exigentes, o seu uso para recarga artificial dos aquíferos ou mesmo como fonte directa de água potável, serão alternativas a considerar. Caso os padrões sejam menos rigorosos, a água não-potável é susceptível de ser utilizada para fins agrícolas ou para satisfazer alguns consumos industriais. A reciclagem levada a cabo por algumas indústrias também constitui um outro meio de aproveitar as águas residuais. No entanto, esta operação, pelo facto de ter lugar no seio das próprias instalações fabris antes de qualquer descarga para o sistema de tratamento, assume uma natureza distinta da reutilização.

Os sistemas de águas residuais, e em particular as estações de tratamento, confrontam-se por vezes com alguns problemas. Entre eles, destacam-se, as descargas não previstas e a afluência de águas pluviais. É vulgar as ETARs receberem com assiduidade águas muito degradadas e na maior parte dos casos de proveniência desconhecida. Estes efluentes, quase sempre oriundos de actividades industriais, a não ser que sejam pré-tratados, podem causar danos graves no sistema de tratamento, diminuindo assim a sua eficácia. Também a existência de uma rede mista de drenagem e transporte (águas pluviais/águas residuais) é susceptível de perturbar o normal funcionamento das estações, em especial nas épocas de maior pluviosidade. Num sistema com estas características, o volume de água que chega às ETARs pode ultrapassar a capacidade

das mesmas, e nesse caso, as águas residuais terão de ser libertadas para os meios hídricos superficiais sem qualquer tratamento.

A descrição sucinta do ciclo urbano de utilização deste recurso natural permite constatar que a água vai sofrendo alterações de valor ao longo das diferentes etapas do processo. Numa primeira fase, as empresas responsáveis pelo serviço de abastecimento, sejam elas públicas ou privadas, acrescentam valor à água quando procedem às actividades de captação, transporte, tratamento e distribuição. Num segundo momento, devido à sua utilização pelos diversos grupos de consumidores, a água sofre uma degradação qualitativa e perde total ou parcialmente o valor que possuía. Por fim, a água volta de novo a ganhar valor quando os esgotos chegam às ETARs e são objecto de um processo de tratamento adequado que permite o retorno do recurso ao seu ambiente natural sem a ocorrência de danos ambientais significativos.

Para que seja possível acrescentar valor à água e disponibilizá-la na quantidade e qualidade exigidas pelos diferentes usos “ offstream “ ou “ instream “, a sociedade necessita de suportar um conjunto diversificado de custos de oportunidade. Segundo a estrutura proposta por Warford (1997), é possível organizar os mesmos em três categorias: os custos privados, os custos externos e os custos de escassez ou de uso.

Os custos privados correspondem ao que normalmente as entidades responsáveis pelos sistemas de abastecimento de água e tratamento de esgotos designam por “ custo do serviço “. Estas despesas incluem os custos de exploração e manutenção, ou seja, os encargos necessários ao funcionamento regular dos sistemas (salários, electricidade, químicos, água bruta adquirida, etc.); e os custos de capital, que englobam as amortizações e os juros respeitantes aos empréstimos contraídos, as reservas

constituídas para financiar a substituição de alguns componentes das infra-estruturas existentes (reservatórios, condutas, estações de tratamento, etc.), e os fundos necessários para fazer face à expansão futura dos sistemas. Os custos privados podem ainda ser entendidos segundo outras perspectivas. Uma delas consiste em distinguir os custos que não dependem do volume de água oferecida (custos fixos) dos que, pelo contrário, se alteram em função desse mesmo quantitativo (custos variáveis); uma outra considera a dimensão temporal das despesas e estabelece a diferença entre custos de curto e longo prazos.

Os custos externos abrangem todo o género de encargos que a sociedade tenha de suportar actualmente com os serviços de abastecimento de água e tratamento de esgotos e que não estejam reflectidos nos custos privados. Esta categoria de custos pode manifestar-se em qualquer uma das etapas do ciclo urbano da água, mas assume especial relevância nas fases de captação da água bruta e rejeição das águas residuais. Por exemplo, a construção de uma barragem causa normalmente danos nos ecossistemas locais, ameaça espécies em vias de extinção, obriga os habitantes da região a abandonar as suas casas; as captações excessivas em fontes superficiais ou subterrâneas podem levar à destruição de habitats, à intrusão salina, ao esgotamento dos aquíferos, ou a outro tipo de danos. Os diferentes usos da água também originam custos externos diversificados. A agricultura de regadio, ao fazer com que a água regresse às fontes superficiais eivada de um alto teor de sais e produtos agro-químicos, é susceptível de causar danos apreciáveis noutros sectores de actividade; a libertação de efluentes industriais não tratados pode intoxicar espécies piscícolas, prejudicar os usos recreativos nos lagos e rios ou obrigar a sociedade a suportar custos com o tratamento dos resíduos; a própria produção de energia hidroeléctrica causa vulgarmente impactes negativos na fauna e flora, dificulta a navegação fluvial e também pode levar à destruição de

amenidades. Alguns destes custos externos manifestam-se directamente nos mercados, como é o caso da perda de rendimento na pesca ou a redução de receitas turísticas, enquanto outros, devido à sua natureza não mercantil, expressam-se mais facilmente através dos montantes monetários que a sociedade despende para os evitar.

Os custos de uso ou de escassez relacionam-se essencialmente com a captação de água nas fontes subterrâneas, em particular nas não-renováveis, e medem-se em termos do valor das oportunidades de uso que são sacrificadas no futuro pelo facto de utilizarmos o recurso no presente. Uma vez que se trata de um recurso finito, a sua exploração ininterrupta é impossível e mais cedo ou mais tarde ele acabará por se esgotar. Em consequência, o uso de uma unidade do recurso no presente origina que ela não esteja disponível no futuro. Dependendo de vários factores como a dimensão da reserva de água, a taxa de exploração, a existência de substitutos, e o valor da taxa de desconto social, o custo de escassez poderá ser estimado através do valor actual do custo de substituir algures no futuro o recurso que se esgotou no presente. Quanto mais cara for a tecnologia de substituição⁷ disponível, maior será a importância daquele custo para o serviço de abastecimento de água.

2.6 Disponibilidades e Usos do Recurso em Portugal e no Algarve

O ciclo urbano de utilização da água é essencialmente modelado por factores de natureza física e socio-económica. Os primeiros, envolvendo as vertentes climática, hidrográfica e hidrogeológica, influenciam o volume da massa hídrica superficial e subterrânea existente em qualquer território. Os segundos, através da pressão exercida pelas actividades humanas sobre os recursos hídricos, condicionam a captação, os usos

⁷ A dessalinização da água do mar constitui um bom exemplo de uma tecnologia de substituição.

e os consumos de água, e a produção de águas residuais. Atente-se, por agora, nas características físicas do Continente Português.

2.6.1 Caracterização Física do Território

Clima

Do ponto de vista climático, devido à posição geográfica do território em relação ao Oceano Atlântico e à forma e disposição dos principais sistemas montanhosos, Portugal Continental apresenta uma envolvente atmosférica condicionada por diversos factores dos quais se destacam a passagem de superfícies frontais provenientes em grande parte do quadrante oeste, a influência do anticiclone dos Açores, e a advecção de ar frio de origem polar com trajecto predominantemente continental. Estas características atmosféricas têm implicações relevantes para as principais variáveis climáticas que afectam a hidrologia do território português, em particular, a precipitação, a temperatura e a evapotranspiração. Segundo os valores do índice hídrico de Thornthwaite⁸ calculados no âmbito do Plano Nacional da Água (INAG, 2001), Portugal Continental é caracterizado por um clima que varia desde o super húmido, na cabeceira do rio Lima e nos principais maciços montanhosos a norte do Tejo, até ao semi-árido, na faixa litoral do Algarve. De um modo geral, o rio Tejo marca a fronteira entre o Portugal húmido e o Portugal seco.

Hidrografia

Na rede hidrográfica do Continente assumem especial importância os grandes rios internacionais Douro, Tejo e Guadiana, que drenam na sua foz as maiores bacias

⁸ O índice hídrico de Thornthwaite mede o grau de aridez e humidade de um determinado território com base nos valores da precipitação, temperatura e evapotranspiração.

hidrográficas da Península Ibérica. Adicionalmente, o território apresenta ainda um vasto número de cursos de água de menor dimensão que, alimentando os rios principais ou desaguando directamente no Oceano Atlântico, contribui para intensificar a densidade hidrográfica do país.

O Algarve, pese embora as características semi-áridas do seu clima, possui também uma rede hidrográfica relativamente densa que se estende pelas duas grandes bacias existentes na região: a Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve e a Bacia Hidrográfica do rio Guadiana. A primeira, compreendendo a totalidade do Barlavento Algarvio e a parte do Sotavento não abrangida pelo limite Sudoeste da bacia do Guadiana, integra os cursos de água que nascem na Serra Algarvia, em particular nas serras de Monchique e Espinhaço do Cão, a Ocidente, e do Caldeirão, a Nordeste, e escoam para o Litoral Oeste e Sul em direcção ao Atlântico. A segunda bacia hidrográfica estrutura-se em torno do rio Guadiana e recebe, entre outros, o contributo das ribeiras do Vascão, Odeleite/Foupana e Beliche.

Hidrogeologia

Os recursos hídricos subterrâneos existentes em Portugal Continental encontram-se distribuídos por quatro grandes unidades hidrogeológicas: o Maciço Antigo, a Orla Ocidental, a Bacia do Tejo e Sado e a Orla Meridional. As três primeiras abrangem a quase totalidade do território e são constituídas por 45 sistemas aquíferos sustentados por uma grande variedade de formações geológicas. Pela sua extensão, espessura e produtividade, a Bacia do Tejo e Sado é considerada a unidade hidrogeológica mais importante do País. A Orla Meridional, estendendo-se por todo o Algarve abaixo de uma linha limítrofe de forma ondulada que passa por Silves, S.Bartolomeu de Messines,

Alportel e Castro Marim, é constituída por formações detríticas e carbonatadas, em geral bastante produtivas, que suportam 17 sistemas aquíferos de características cársicas ou parcialmente cársicas.

2.6.2 Disponibilidades Hídricas de Superfície

Em resultado das características hidrográficas e da variabilidade espacial e temporal das principais variáveis climáticas, sobretudo da precipitação, o escoamento superficial no Continente, estimado em cerca de 30 739 hm³, também evidencia uma elevada irregularidade. Em termos gerais, o litoral norte húmido contrasta com o interior sul mais seco, concentrando-se o escoamento nos meses de Inverno.

Se bem que os recursos hídricos superficiais sejam em média e em termos potenciais relativamente abundantes, o seu aproveitamento actual é bastante reduzido. De facto apenas o escoamento que aflui mensalmente às grandes albufeiras pode ser considerado como uma disponibilidade superficial pois o restante, ou é retido em pequenas albufeiras, não tendo por isso grande expressão à escala nacional, ou então escorre directamente para o mar.

Dadas estas circunstâncias, as disponibilidades hídricas de superfície actualmente existentes em Portugal Continental resumem-se aos valores compilados na Tabela 2.1.

Conforme se pode constatar, as 155 barragens em actividade no Continente têm uma capacidade de armazenamento total próxima dos 8 600 hm³, valor que representa cerca de 28% do montante estimado para o escoamento superficial. No entanto, a sua capacidade de armazenamento útil é significativamente inferior, rondando os 6 000 hm³. Algumas destas barragens foram inicialmente construídas com o objectivo de assegurar

o fornecimento de água para rega e também para abastecimento público, sobretudo nas regiões com maior irregularidade de escoamento, contudo, hoje em dia, muitas delas são aproveitadas para fins múltiplos.

Tabela 2.1 Disponibilidades Hídricas de Superfície

Região Albufeiras	Número de Albufeiras em Funcionamento	Capacidade de Armazenamento Total (hm³)	Capacidade de Armazenamento Útil (hm³)
Algarve	5	288,9	266,6
Arade		28,4	26,9
Bravura		34,8	32,3
Funcho		47,7	42,8
Beliche		48,0	47,6
Odeleite		130,0	117,0
Continente	155	8 607,8	5 875,4

Fonte: INAG, http://snirh.inag.pt/cgi-bin/inv_barragens

No Algarve, a capacidade de armazenamento instalada aproxima-se dos 290 hm³, o que representa um peso de apenas 3,4% no Continente. Existem na região 5 grandes barragens:

- a barragem do Arade, cuja construção data de 1956, está localizada a cerca de 10 km a montante da cidade de Silves, no rio Arade, e destina-se basicamente a fornecer a água necessária ao Aproveitamento Hidroagrícola de Silves, Lagoa e Portimão.

- a barragem da Bravura iniciou a sua actividade em 1958 e situa-se perto da povoação de Bravura, concelho de Lagos, na ribeira de Odeáxere. Os usos principais deste empreendimento são o abastecimento municipal, a rega (íntegra o Aproveitamento Hidroagrícola do Alvor) e a produção de energia.
- a barragem do Funcho foi construída em 1993 e localiza-se no rio Arade, concelho de Silves. O seu uso principal é o abastecimento público, embora seja também utilizada para fins hidroagrícolas.
- a barragem de Beliche começou a funcionar em 1986 e é alimentada pela ribeira de Beliche, concelho de Castro Marim. Classificada como um empreendimento de fins múltiplos, a sua utilização principal é o abastecimento público.
- a barragem de Odeleite entrou em actividade em 1996 e é alimentada pela ribeira de Odeleite, concelho de Castro Marim. Esta infra-estrutura possui uma capacidade total de 130 hm³ e, tal como a barragem de Beliche, é usada para fins múltiplos.

Para além destas 5 grandes barragens, a região dispõe ainda de várias centenas de pequenos aproveitamentos de águas superficiais cuja capacidade de armazenamento conjunta está estimada em pouco mais de 13 hm³.

2.6.3 Disponibilidades Hídricas Subterrâneas

Os 62 sistemas aquíferos identificados nas quatro grandes unidades hidrogeológicas existentes em Portugal Continental – o Maciço Antigo, a Orla Ocidental, a Bacia do Tejo e Sado e a Orla Meridional –, ocupam uma área correspondente a 1/5 do território

e proporcionam um volume de disponibilidades hídricas subterrâneas avaliado em cerca de 2 700 hm³/ano. Em termos globais, a sua exploração processa-se de forma sustentável, atingindo a taxa média de captação um valor próximo dos 70% da taxa natural de recarga (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 Disponibilidades Hídricas Subterrâneas

Regiões	Número de Aquíferos	Área (km ²)	Balanço Hídrico	
			Entradas (hm ³ /ano)	Saídas (hm ³ /ano)
Continente	62	19 091,0	2 713,9	1 965,7
Algarve	17	1 075,4	181,7	123,9

Fonte: INAG, http://snirh.inag.pt/snirh/estudos_proj/aquiferos_Portugal/Cont/

No Algarve, as formações hidrogeológicas mais produtivas situam-se nas sub-regiões naturais do Barrocal e Litoral. Evidenciando uma produtividade estimada em cerca de 180 hm³/ano e um balanço hídrico positivo à escala regional, algumas destas formações apresentam no entanto problemas de sobre-exploração que advêm não só da irregularidade do regime de precipitação que caracteriza o sul do país, mas também da pressão intensa a que estão sujeitas, em particular as localizadas mais próximo do litoral. Contudo, esta situação, típica de um passado recente, tem vindo a melhorar ultimamente com recurso à utilização de fontes de abastecimento superficiais e à captação de águas subterrâneas em locais com menor densidade populacional.

2.6.4 Utilizações e Usos da Água

Os volumes de água superficial e subterrânea identificados e quantificados no ponto anterior, constituem o património hídrico disponível no país para satisfazer as

necessidades dos vários sectores utilizadores do recurso. Quanto mais elevadas forem essas necessidades, maior será a pressão exercida sobre o referido património e, em consequência, maiores serão os níveis de captação de água bruta e de rejeição de águas residuais. Essa pressão depende de muitos factores, mas no essencial está relacionada, por um lado, com a dimensão e a distribuição espacial da população e, por outro, com a estrutura e a localização territorial da actividade produtiva. No sentido de mais bem se poder enquadrar o padrão de consumos de água existente no país, a analisar mais adiante, procede-se a seguir a uma breve caracterização sócio-económica do território circunscrita aos aspectos relacionados com a sua demografia e actividade económica.

2.6.4.1 Caracterização Sócio-Económica do Território

Demografia

De acordo com os resultados provisórios dos Censos realizados pelo INE em 2001, a população residente em Portugal Continental foi quantificada em 9 869 050 indivíduos, o que significa um aumento de 5,3% face ao valor apurado nos Censos de 1991. As regiões do Algarve (+ 15,8%), Norte (+6,2%) e Lisboa e Vale do Tejo (+ 5,4%), revelaram um crescimento populacional superior à média, enquanto que as regiões Centro (+ 3,5%) e Alentejo (– 2,5%) tiveram taxas de variação inferiores, apresentando esta última um crescimento negativo.

A distribuição territorial dos quase 10 milhões de habitantes evidencia uma forte disparidade, concentrando-se a grande maioria da população nas regiões Norte (37,4%) e Lisboa e Vale do Tejo (35,1%). Estas regiões são também as que apresentam as maiores densidades populacionais com valores que atingem os 173 hab./km² e 288 hab./km², respectivamente. O Algarve, com uma população de 395 208 indivíduos,

representa apenas 4% do total do Continente e possui uma densidade populacional próxima dos 79 hab./km².

Uma leitura mais detalhada dos Censos de 2001 permite ainda observar que a população continua a deslocar-se do interior para o litoral, privilegiando os concelhos periféricos das grandes áreas metropolitanas e algumas cidades médias que se caracterizam por serem grandes pólos de emprego, como são o caso de Viana do Castelo, Aveiro, Leiria, Setúbal ou Faro. Um quadro semelhante também se verifica no Algarve, pois os concelhos que apresentaram um maior crescimento populacional foram precisamente aqueles localizados no litoral.

Actividade Económica

A evolução da actividade económica em Portugal Continental, ao longo do quinquénio 1995-1999, traduziu-se por um crescimento médio real do produto interno bruto (PIB) próximo dos 3,5%. Para a formação do produto (dados de 1998), os sectores primário (agricultura, silvicultura e pesca) e secundário (indústria, construção, energia e água) terão contribuído, respectivamente, com 4,1% e 31,4 %, devendo-se a parte restante (64,5%) ao sector terciário. Segundo os elementos constantes nas Contas Regionais 1995-1998, publicadas pelo INE, esta estrutura produtiva apresenta uma componente terciária superior à que existia em 1995 (63,1%), o que releva a importância crescente que os serviços e actividades conexas vêm detendo na economia nacional, não só em termos de valor acrescentado bruto (VAB) mas também em termos de mercado de trabalho. Em 1998 respondiam por quase 60% do emprego total.

Quando se analisa a repartição regional do PIB no período 1995-1998, verifica-se que a região de Lisboa e Vale do Tejo surge destacada com um valor de 46%, em 1995, e de

47,6%, em 1998, seguindo-se a região Norte com um contributo na ordem dos 31,5% e 30,6%, respectivamente. Em conjunto, estas duas regiões respondem por cerca de 4/5 do PIB realizado no Continente. O Algarve, com 3,4% em 1995 e 3,6% em 1998, é a região que evidencia a menor contribuição para o produto, no entanto, se se atender ao indicador PIB *per capita*, a sua posição hierárquica melhora significativamente, alcançando o segundo lugar com 9,9 milhares de euros em 1998, logo atrás da região de Lisboa e Vale do Tejo com um valor de 13,8 milhares de euros.

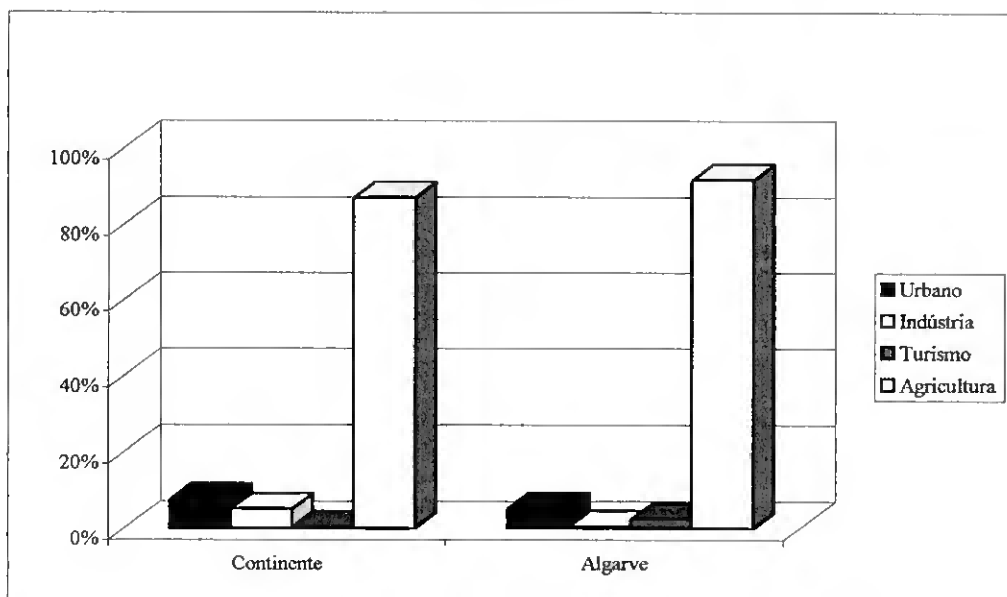
No que concerne à distribuição espacial do emprego, são também as regiões de Lisboa e Vale do Tejo e Norte que apresentam a maior capacidade empregadora a nível nacional. Em 1998, os contributos das duas regiões para o emprego total cifravam-se, respectivamente, em 37,7% e 36,9%, sendo praticamente idênticos aos que se verificavam em 1995. A região do Algarve era a que exibia uma contribuição mais modesta, com valores na ordem dos 3,7% em 1995 e 3,8% em 1998.

Examinando, por último, a repartição do VAB e do emprego por sectores de actividade, constata-se que em 1998 o Alentejo (17,8%) e o Algarve (9,3%) eram as regiões do Continente com o maior peso do sector primário no VAB regional. No tocante ao emprego, o Alentejo também detinha a participação mais expressiva (21%), emergindo a região Centro na segunda posição com 18,5 %, seguida do Algarve com 13,1 %. O sector secundário alcançava por sua vez um maior significado nas regiões Norte e Centro, com valores respectivos na ordem dos 41% e 38%, em termos de VAB, e de 41,1% e 33,1%, em termos de emprego. A contribuição mais importante das actividades terciárias para o VAB regional ocorria no Algarve (77,3%) e em Lisboa e Vale do Tejo (72,7%), sendo também estas as regiões que ocupavam a posição cimeira no emprego, com um peso de 70,9% e 72,6%, respectivamente.

2.6.4.2 Consumos por Sector Utilizador

Da breve caracterização sócio-económica do território pode inferir-se que o Continente Português apresenta uma estrutura demográfica e económica marcada por profundas assimetrias regionais. A um interior predominantemente rural e em situação de regressão económica e populacional, contrapõe-se uma faixa litoral próspera que concentra cada vez mais população e actividade produtiva.

Figura 2.3 Consumos de Água por Sector Utilizador



Fonte: INAG, Plano Nacional da Água, 2001.

A dimensão populacional e económica do país, coadunada com o quadro geral de assimetrias que o mesmo evidencia, condiciona necessariamente o volume de água consumido no território, tanto a nível regional como sectorial. De acordo com o Plano Nacional da Água (PNA), o consumo do recurso no Continente está actualmente estimado em cerca de 7 500 hm³/ano, respondendo o Algarve por 5,5% do total

(414 hm³). Em termos de consumo por sectores⁹ (Figura 2.3), verifica-se que a agricultura é claramente o maior utilizador de água em Portugal Continental, com um volume de 6 551 hm³/ano (87,1% do total), seguindo-se a grande distância os sectores urbano com 561 hm³/ano (7,5%), industrial com 385 hm³/ano (5,1%), e turístico com 20 hm³/ano (0,3%).

No Algarve¹⁰, a agricultura é também o sector com o maior peso (91,8%) na estrutura de consumos, surgindo na segunda posição as utilizações urbanas com uma quota de 5,3%. O turismo, devido à relevância da actividade na região, consome um volume de água próximo dos 10 hm³/ano (metade do valor do Continente), equivalendo a 2,4% do total. A indústria, revela-se como o sector menos expressivo, respondendo apenas por 0,5% do consumo regional.

2.6.4.3 Consumos Urbanos

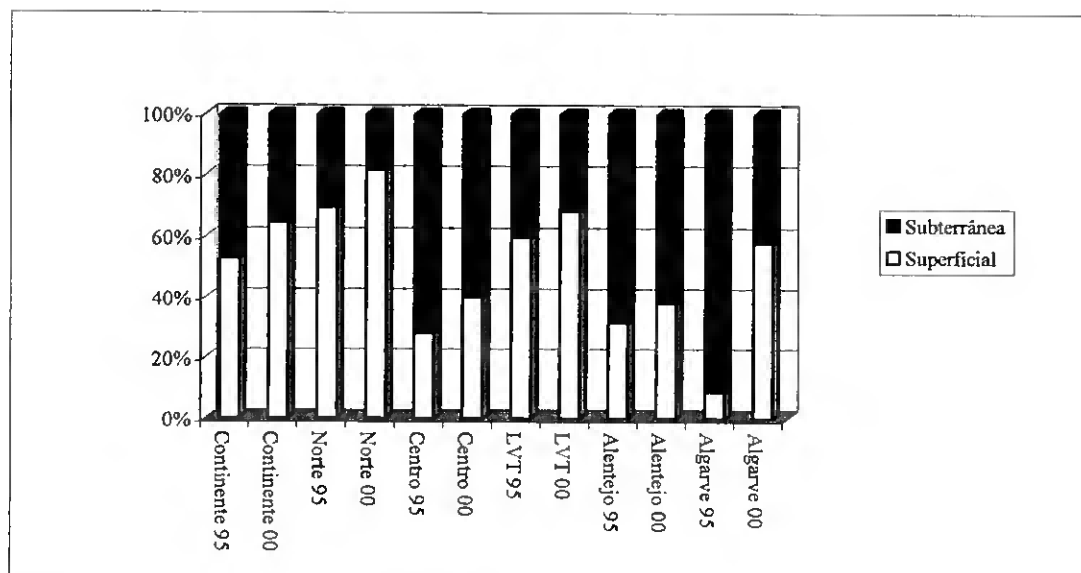
Ao longo da década de 90 assistiu-se a um aumento significativo da população portuguesa servida por sistemas de abastecimento público domiciliário de água. Em 2000, o nível de atendimento no Continente cifrava-se em cerca de 90% (8,8 milhões de pessoas), quando dez anos antes rondava os 80%. No Algarve, a situação evoluiu de forma semelhante, passando a percentagem da população servida de 83,9% (1991) para 89,9% (2000).

⁹ No âmbito do PNA foram definidos os seguintes sectores utilizadores: urbano (populações, comércio, serviços e municípios); indústria (indústria transformadora); turismo (hotelaria e campos de golfe); agricultura (rega) e energia (produção de energia eléctrica). Aqui, são apenas considerados os usos de natureza consumptiva, não se incluindo, portanto, o consumo de água para a produção de energia eléctrica.

¹⁰ Os consumos do Algarve referentes aos sectores urbano, industrial e turístico, correspondem aos valores apurados para a Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve, a qual abrange todo o Barlavento Algarvio e a parte do Sotavento não coberta pela Bacia Hidrográfica do Guadiana, enquanto que o consumo agrícola, baseia-se no volume de água consumido pela Região Agrária do Algarve.

Durante o mesmo período, as entidades gestoras dos sistemas de abastecimento público continuaram a privilegiar a substituição das fontes subterrâneas pelas fontes superficiais. Estas últimas, que em 1995 respondiam apenas por cerca de 53% do volume de água captado no Continente, viram a sua importância aumentar para um valor próximo dos 65% no ano 2000. A nível regional (NUTS II) o padrão evolutivo foi idêntico, sendo de salientar o caso do Algarve onde a contribuição das fontes superficiais passou de 8,6% em 1995 para 58% em 2000 (Figura 2.4).

Figura 2.4 Origem do Caudal Captado

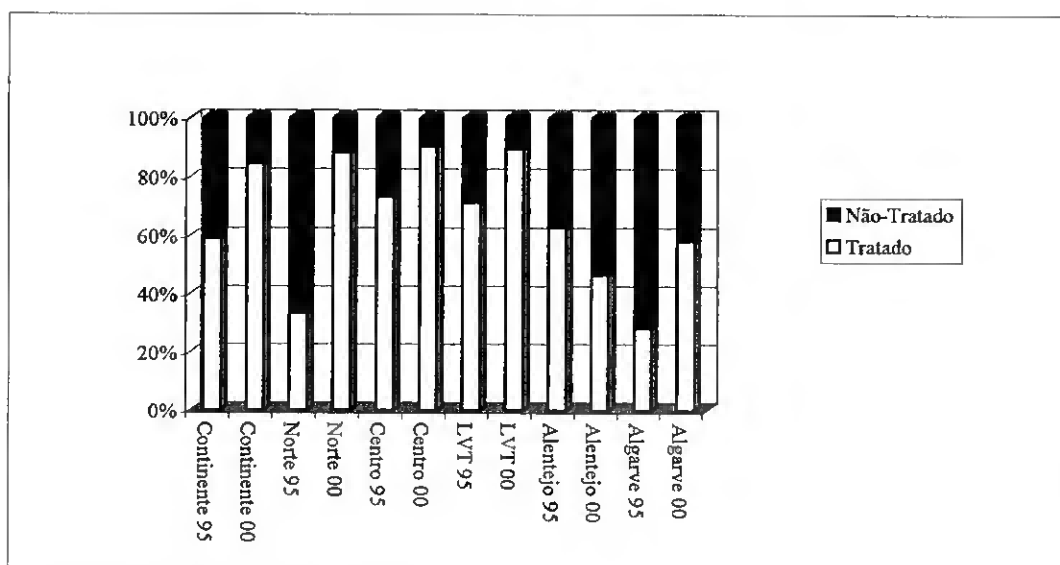


Fonte: INE, Estatísticas do Ambiente.

No que concerne ao tratamento da água, registou-se também um progresso assinalável. Enquanto que em 1995 apenas 58,8% da água captada no Continente estava sujeita a tratamento em infra-estruturas vocacionadas para o efeito, no final da década, aquela proporção era consideravelmente superior e atingia os 84,3%. Todas as regiões do país, exceptuando o Alentejo, melhoraram a sua situação neste domínio, com especial

relevância para a região Norte, que passou de 33,3% em 1995 para 88,0% em 2000, e para o Algarve, que progrediu de 28,2% para 58,0% (Figura 2.5).

Figura 2.5 Caudal Tratado e Não-Tratado



Fonte: INE, Estatísticas do Ambiente.

Relativamente à estrutura dos consumos urbanos de água, nas suas dimensões regional e sectorial, a Tabela 2.3 ilustra a situação referente aos anos de 1995 e 2000. Pode observar-se que no ano 2000 eram consumidos em Portugal Continental 565,6 milhões de m³ (+ 7,5% do que em 1995) e que a maior parte deste volume tinha como destino o sector “ Residencial e Serviços “ (76,7%), sendo o restante repartido pelos sectores “ Industrial “ (16,0%) e “ Outros Consumos “ (7,3%)¹¹.

A distribuição espacial dos consumos reflecte o quadro geral de assimetrias do território, não sendo por isso de estranhar que em 2000, à semelhança do que já

¹¹ A classificação dos sectores utilizadores seguida pelo INE não coincide com a adoptada no âmbito do Plano Nacional da Água, pelo que é necessário algum cuidado quando se pretende levar a efeito uma comparação dos consumos urbanos de água apurados pelas duas fontes estatísticas.

acontecia em 1995, as regiões de Lisboa e Vale do Tejo e do Norte liderassem o consumo urbano de água no Continente, atingindo volumes na ordem dos 264 milhões de m³ (46,6% do total) e de 147 milhões de m³ (26,0%), respectivamente. O Algarve, que em 1995 consumia 29 milhões de m³ viu o seu consumo aumentar em 2000 para os 38,5 milhões de m³ (6,8% do total). Este volume de água destinou-se na sua grande maioria ao sector “ Residencial e Serviços “ (77,0%), repartindo-se o restante pelos sectores “ Industrial “ (16,9%) e “ Outros Consumos “ (6,1%).

Tabela 2.3 Consumos de Água de Abastecimento Urbano por Regiões

Unidade: 10³ m³

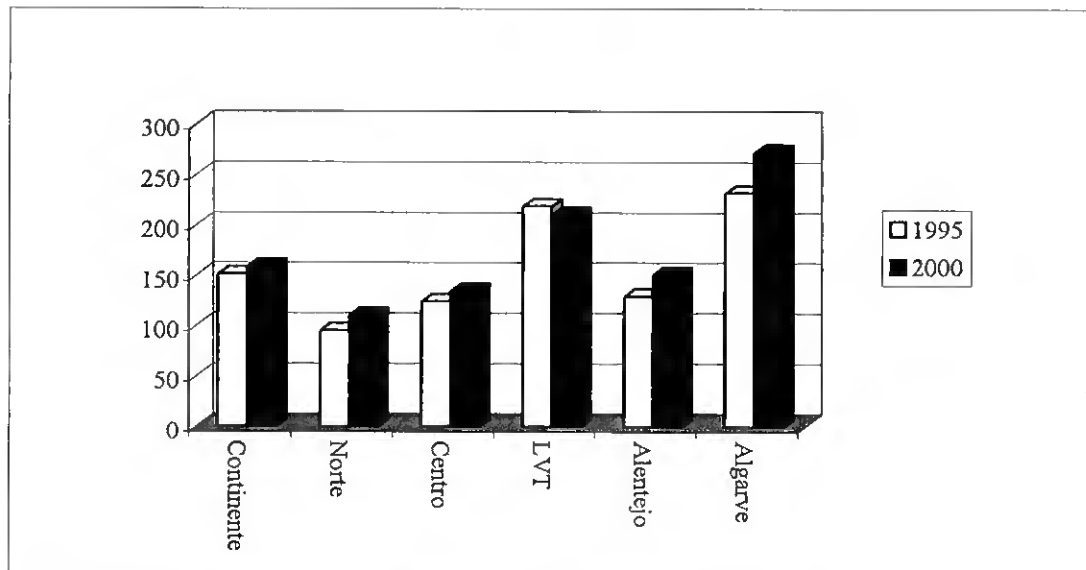
Regiões	Anos	Consumos			
		Total	Residencial e Serviços	Industrial	Outros
Norte	1995	124 586	105 589	14 018	4 979
	2000	146 790	119 927	17 765	9 098
Centro	1995	78 402	58 050	11 480	8 872
	2000	87 613	67 591	14 615	5 407
LVT	1995	269 137	185 705	38 723	44 709
	2000	263 577	192 833	46 907	23 837
Alentejo	1995	24 988	20 203	2 708	2 077
	2000	29 073	23 617	4 440	1 016
Algarve	1995	29 176	19 383	8 474	1 319
	2000	38 533	29 658	6 514	2 361
Continente	1995	526 289	388 930	75 403	61 956
	2000	565 586	433 626	90 241	41 719

Fonte: INE, Estatísticas do Ambiente.

Considerando o consumo urbano de água *per capita* (Figura 2.6), verifica-se que a média em Portugal Continental passou dos 151,2 litros/dia em 1995 para os 158,7 litros/dia em 2000. Neste último ano, as capitações superiores à média registavam-se nas regiões do Algarve (272,6 litros/dia) e Lisboa e Vale do Tejo (210,3 litros/dia), e as inferiores, nas regiões do Alentejo (151,2 litros/dia), Centro (134,9 litros/dia) e Norte (110,6 litros/dia). As especificidades climatológicas do território, com o rio Tejo a

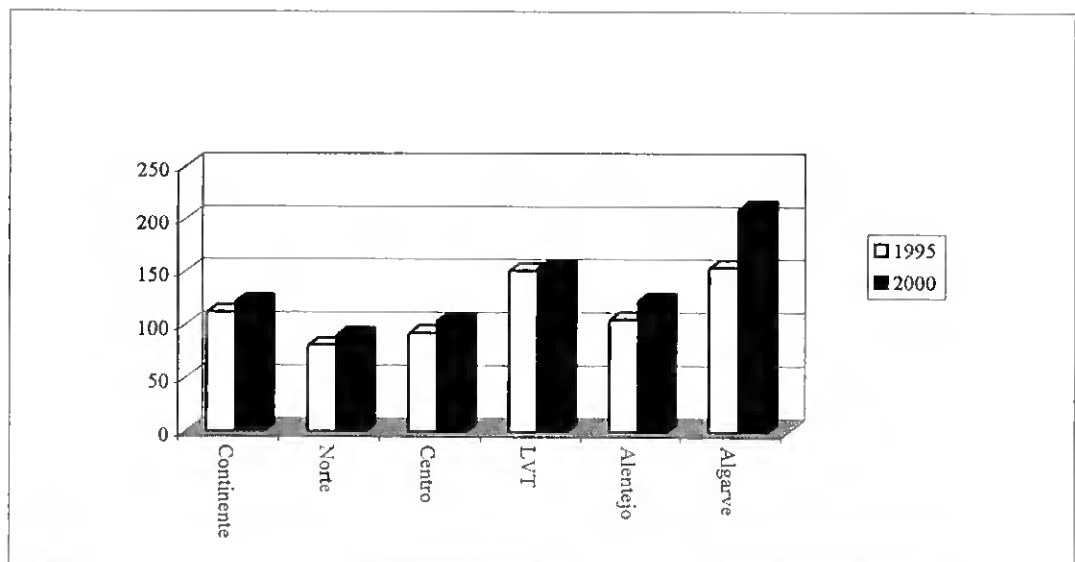
marcar a fronteira entre o Portugal húmido e o Portugal seco, devem explicar em grande parte estas diferenças regionais no consumo *per capita*.

Figura 2.6 Consumo de Água *per capita* (litros/dia)



Fonte: INE, Estimativas da População Residente e Estatísticas do Ambiente.

Figura 2.7 Consumo Residencial e de Serviços *per capita* (litros/dia)



Fonte: INE, Estimativas da População Residente e Estatísticas do Ambiente.

A mesma diferenciação regional é evidenciada pelas capitações calculadas apenas com base no volume de água consumido pelo sector “ Residencial e Serviços “ (Figura 2.7). Também aqui, embora os valores sejam compreensivelmente mais baixos, são as regiões do Algarve (209,9 litros/dia), Lisboa e Vale do Tejo (153,9 litros/dia) e Alentejo (122,8 litros/dia) que em 2000 apresentavam capitações superiores à média do Continente (121,7 litros/dia). As regiões Centro e Norte situavam-se aquém da média com volumes *per capita* de 104,1 litros/dia e 90,4 litros/dia, respectivamente.

2.6.4.4 Águas Residuais Urbanas

A drenagem, o tratamento e a rejeição das águas residuais, são as actividades que integram a fase final do ciclo urbano de utilização da água. Tradicionalmente, a atenção prestada pela sociedade a estas operações de saneamento tem sido menor do que a atribuída ao abastecimento público domiciliário de água, não só por se considerar que este último serviço é essencial às populações, mas também por se entender que a capacidade autodepuradora dos meios hídricos receptores é suficiente para permitir relegar para segundo plano a questão do tratamento das águas residuais. Embora a alteração gradual desta perspectiva, consubstanciada nos vultuosos investimentos efectuados no domínio do saneamento das águas residuais, tenha possibilitado ao país efectuar progressos apreciáveis nesta área, o facto é que os níveis de atendimento às populações ainda estão hoje aquém dos alcançados com o serviço de abastecimento público de água.

Em 2000, apenas 70,8% da população do Continente (7 milhões de pessoas) era servida por sistemas de drenagem de águas residuais e uma percentagem ainda menor, 51%, tinha as suas águas residuais ligadas a estações de tratamento (ETARs). A nível

regional, a percentagem de pessoas servidas com redes de drenagem era superior à média do Continente nas regiões de Lisboa e Vale do Tejo (91%), Alentejo (86,3%) e Algarve (79,4%), e assumia um valor aquém daquela média nas regiões do Centro (64%) e Norte (52%). Relativamente à população que beneficiava de ligação a ETARs, as unidades territoriais do Algarve (71,5%), Alentejo (67,6%), Lisboa e Vale do Tejo (60,5%) e Centro (52,3%) eram as que apresentavam percentagens acima da média. Na região Norte apenas 37% dos residentes tinham as suas águas residuais ligadas a infra-estruturas de tratamento.

A produção de águas residuais urbanas, gerada na sua grande maioria (85%) no sector “Residencial e Serviços”, atingiu em 2000 cerca de 450 milhões de m³, um acréscimo de 2,3% face a 1995 (Tabela 2.4). Daquele montante, cerca de 65% (292 milhões de m³) foi objecto de tratamento antes de se efectuar a sua descarga no meio hídrico receptor (41,8% em 1995).

Tabela 2.4 Produção e Tratamento de Águas Residuais por Regiões

Unidade: 10³ m³

Regiões	Anos	Caudal Produzido			
		Total	Tratado		Não-Tratado
			Volume	%	
Norte	1995	100 732	19 417	19,3	81 315
	2000	112 258	66 675	59,4	45 583
Centro	1995	53 886	34 614	64,2	19 272
	2000	54 656	46 195	84,5	8 461
LVT	1995	233 187	101 041	43,3	132 146
	2000	224 525	128 799	57,4	95 726
Alentejo	1995	26 196	9 187	35,1	17 009
	2000	23 895	19 091	79,9	4 804
Algarve	1995	25 845	19 698	76,2	6 147
	2000	34 547	30 955	89,6	3 592
Continente	1995	439 846	183 956	41,8	255 890
	2000	449 881	291 715	64,8	158 166

Fonte: INE. Estatísticas do Ambiente.

Tal como já sucedia com os consumos de água de abastecimento, as regiões de Lisboa e Vale do Tejo (224,5 milhões de m³) e o Norte (112,2 milhões de m³) lideram a produção de águas residuais, representando em conjunto cerca de 75% do caudal produzido no Continente. Estas regiões são também aquelas que evidenciam taxas de tratamento das águas residuais inferiores à média, com valores na ordem dos 57% e 60%, respectivamente. A posição de destaque neste domínio é ocupada pelo Algarve com uma taxa próxima dos 90%, muito acima da média continental.

2.7 O Quadro Institucional de Gestão dos Recursos Hídricos

Os recursos hídricos apresentam um conjunto de especificidades que os tornam objecto privilegiado de intervenção pública. Evidenciam características típicas dos recursos de propriedade comum, prestam serviços que na sua grande maioria revestem a natureza de bens públicos, proporcionam utilizações que frequentemente geram externalidades positivas e/ou negativas apreciáveis e, além disso, originam que a sua exploração se processe em regime de monopólio natural.

Perante um quadro com estas características, dificilmente o mecanismo de mercado seria bem sucedido na sua tarefa de afectar com eficiência os recursos hídricos pelos diversos usos alternativos. Compete por isso às autoridades públicas mobilizar os instrumentos de intervenção adequados de forma a promover uma gestão mais eficiente da água. A aprovação de normas legais, a definição da estrutura orgânica e funcional das instituições com responsabilidade no domínio hídrico ou a delimitação dos regimes de propriedade e gestão, constituem algumas das acções que podem ser tomadas nesse sentido.

2.7.1 Legislação e Instituições Relevantes

O quadro normativo ambiental que tem vindo a ser produzido desde a adesão do país à então CEE, e em particular o referente à gestão dos recursos hídricos, reflecte, por um lado, os princípios orientadores da União Europeia em matéria de ambiente enunciados nas directivas que já foram ou estão em vias de ser transpostas para o direito interno português e, por outro, as concepções de política nacional expressas na Lei de Bases do Ambiente (Lei nº 11/87, de 7 de Abril) e no Plano Nacional da Política do Ambiente (Resolução do Conselho de Ministros nº 38/95, de 21 de Abril). Estes documentos programáticos e a legislação subsequente têm ainda estruturado o edifício institucional responsável pela implementação da política de gestão da água.

Legislação Comunitária

O normativo comunitário sobre os recursos hídricos tem produzido desde a década de 70 um conjunto de disposições de importância substancial para a melhoria da qualidade da água no espaço europeu. Neste domínio, a política comunitária evoluiu de uma visão parcial dos problemas para uma abordagem mais integrada, traduzida no reforço do papel do planeamento na gestão dos recursos hídricos, na defesa de zonas de especial valor ou sensibilidade, na preocupação crescente com as descargas de substâncias perigosas no meio aquático e na intensificação do combate às fontes de poluição.

É usual distinguir-se no acervo comunitário relativo à política da água três fases distintas. Uma primeira, que decorre ao longo da década de 70, e em que a preocupação central foi a de definir objectivos de qualidade da água para diversos fins específicos (e.g., Directiva 75/440/CEE, sobre a qualidade das águas superficiais destinadas à produção de água potável; Directiva 76/160/CEE, relativa à qualidade das águas

balneares; Directiva 78/659/CEE, sobre a qualidade das águas doces necessária à vida piscícola; Directiva 79/923/CEE, sobre normas de qualidade das águas conquícolas; Directiva 80/778/CEE, relativa à qualidade da água para consumo humano) e estabelecer princípios orientadores do controle de descargas de substâncias perigosas no meio hídrico (e.g., Directiva 76/464/CEE).

Uma segunda, caracterizada por uma maior abrangência e sensibilidade ambiental e que decorreu sensivelmente ao longo da década de 80 até meados da década de 90, em que as normas comunitárias foram mais diversificadas e visaram sobretudo objectivos relacionados com o controlo da qualidade das águas subterrâneas (Directiva 80/68/CEE), o tratamento das águas residuais urbanas (Directiva 91/271/CEE) e o controlo da poluição da água por nitratos de origem agrícola (Directiva 91/676/CEE).

Na terceira fase, iniciada em meados da década de 90, foi desenvolvida a ideia de avançar para uma directiva quadro que permitisse a reforma e a eliminação de algumas incongruências e insuficiências do quadro comunitário sobre os recursos hídricos. O resultado desse processo foi a aprovação pelo Parlamento Europeu e pelo Conselho da União Europeia, em Outubro de 2000, da Directiva-Quadro da Água (Directiva 2000/60/CE). Como a própria designação indica esta norma estabelece um quadro de acção comunitária para a protecção das águas de superfície interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas. A Directiva-Quadro tem a particularidade de acrescentar ao normativo comunitário sobre recursos hídricos, um princípio fundamental para a sua gestão global: o da bacia hidrográfica como unidade de gestão. O objectivo central consiste assim em administrar de forma integrada os vários tipos de massas de água acima referidos, bem como os ecossistemas que lhes estão associados e que deles dependem. Para além deste aspecto, a Directiva estabelece

também como questões relevantes: os objectivos ambientais a prosseguir (artigo 4º), a análise económica das utilizações da água (artigo 5º), a recuperação dos custos dos serviços hídricos (artigo 9º), onde se destaca a necessidade dos Estados-Membros estabelecerem até 2010 políticas de preços da água que conduzam a um uso eficiente do recurso, e os programas de medidas necessários à prossecução dos objectivos ambientais (artigo 11º). Dado o seu carácter unificador, a Directiva-Quadro da Água conduziu a uma revisão das directivas preexistentes, em especial as produzidas durante a primeira fase, primando pela revogação de umas, e pela subsistência de outras.

Legislação Nacional

A legislação publicada em Portugal com relevância para a gestão dos recursos hídricos pode agrupar-se em dois grandes grupos: um conjunto de diplomas de aplicação genérica e um conjunto de diplomas de âmbito sectorial.

No primeiro grupo assumem especial importância os Decretos-Lei nº 45/94, nº 46/94 e nº 47/94, de 22 de Fevereiro. O Decreto-Lei nº 45/94, regula o processo de planeamento de recursos hídricos definindo os vários tipos de planos a elaborar e respectivas entidades competentes. Os planos de recursos hídricos previstos no diploma compreendem o Plano Nacional da Água, que abrange a totalidade do território nacional, os Planos de Bacia Hidrográfica e, quando se justifique por razões ambientais, os planos de pormenor respeitantes a pequenos cursos de água. O Decreto-Lei nº 46/94, estabelece o regime de licenciamento da utilização do domínio hídrico, enumerando as várias utilizações que necessitam de ser tituladas por licença ou contrato de concessão. O Decreto-Lei nº 47/94, estatui o regime económico e financeiro da utilização do domínio público hídrico, prevendo o pagamento de uma taxa para os seguintes tipos de

utilização: captação de água, extração de inertes, ocupação de terrenos ou planos de água e rejeição de águas residuais. Consagra ainda o pagamento de uma taxa destinada a compensar o Estado pelos custos de investimento, exploração e manutenção de obras de regularização de águas superficiais e subterrâneas.

O segundo conjunto de diplomas delimita o grau de responsabilidade e participação das entidades públicas e privadas na gestão dos recursos hídricos, e em particular na exploração dos sistemas de abastecimento de água e de saneamento das águas residuais. Até finais de 1993 as actividades de captação, tratamento e distribuição de água para consumo público, e de saneamento das águas residuais, estavam vedadas à iniciativa privada em virtude da lei de delimitação dos sectores (Lei nº 46/77 de 8 de Julho) e o Decreto-Lei nº 339/91, de 10 de Setembro, impedirem que as empresas privadas e outras entidades semelhantes tivessem acesso a actividades económicas julgadas vitais.

A gradual liberalização económica do país e o reconhecimento dos problemas que afectavam a gestão dos recursos ambientais, e em especial a dos recursos hídricos, contribuiu para que entretanto fosse publicado um conjunto de diplomas legais com o objectivo de proporcionar uma intervenção mais activa do capital privado no sector das águas. É neste contexto que surgem os Decretos-Lei nº 372/93, de 29 de Outubro, e o nº 379/93, de 5 de Novembro. O primeiro diploma estabelece a possibilidade dos capitais privados participarem, ainda que sob a forma de concessão, nos sistemas de abastecimento público de água e de saneamento das águas residuais, sejam eles Multimunicipais – os que sirvam pelo menos dois municípios e exijam investimentos significativos por parte do Estado – , ou Municipais – todos os outros e ainda os geridos através de associações de municípios (Sistemas Intermunicipais).

O segundo diploma define o regime legal de gestão e exploração dos referidos sistemas. No que concerne aos Sistemas Multimunicipais, pelo facto de serem considerados estruturas organizativas de importância estratégica, estabelece que a sua gestão e exploração seja efectuada directamente pelo Estado ou atribuída, em regime de concessão, a entidades públicas ou a sociedades de capital maioritariamente público. No que respeita aos Sistemas Municipais, prevê que os mesmos possam ser geridos e explorados directamente pelos próprios municípios e associações de municípios ou, se for essa a opção, concessionados a entidades públicas, privadas, ou maioritariamente privadas, segundo o regime jurídico e as bases do contrato de concessão estabelecidas pelo diploma.

Na sequência destes dois actos normativos surgem os Decretos-Lei nº 319/94, de 24 de Dezembro, e o nº 162/96, de 4 de Setembro, que estabelecem, por sua vez, o regime jurídico e as bases do contrato de concessão dos Sistemas Multimunicipais de abastecimento de água para consumo público, e de recolha, tratamento e rejeição de efluentes, respectivamente. As disposições contratuais enunciadas no anexo dos diplomas são estabelecidas de forma a assegurar não só a capacidade fiscalizadora do poder central ou local, mas também a viabilidade económica-financeira da empresa concessionária.

Instituições

Em Portugal são várias as instituições com responsabilidade directa ou indirecta na gestão dos recursos hídricos. Contudo, pela sua capacidade de decisão e intervenção merecem destaque dois grandes actores: o Ministério das Cidades, do Ordenamento do Território e Ambiente (MCOTA) e os Municípios.

De acordo com o Decreto-Lei nº 120/2000, de 4 de Julho, que aprovou a orgânica do Ministério, cabe ao MCOTA, “ gerir de forma global e integrada os recursos hídricos nacionais, permitindo adequar os perfis temporais de disponibilidade e procura, nomeadamente através da definição de níveis apropriados para os serviços de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais, da utilização criteriosa da água para outras finalidades, do controlo da poluição e da salvaguarda dos meios hídricos “ – alínea c) do nº2 do artº1º.

O mesmo diploma define também as atribuições e competências específicas dos vários serviços e organismos tutelados pelo MCOTA com relevância para a gestão dos recursos hídricos, a saber, as Direcções Regionais do Ambiente e do Ordenamento do Território (DRAOTs), o Instituto da Água (INAG), o Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR) e o Conselho Nacional da Água (CNA).

As DRAOTs são serviços desconcentrados do MCOTA, dotados de autonomia administrativa que, no âmbito das respectivas áreas geográficas de actuação (Norte, Centro, Lisboa e Vale do Tejo, Alentejo e Algarve), visam assegurar a execução da política e objectivos do MCOTA, em coordenação com os serviços centrais. Segundo o Decreto-Lei nº 127/2001, de 17 de Abril, que estabelece a orgânica das DRAOTs, compete a estes organismos (artº 7º): i) promover e acompanhar a elaboração, alteração, revisão e implementação dos planos de bacia hidrográfica; ii) licenciar, nos termos da lei, as utilizações do domínio hídrico; iii) fiscalizar o cumprimento das licenças de utilização do domínio hídrico emitidas; iv) exercer, ao nível da região, as funções de fiscalização cometidas aos serviços centrais do MCOTA, no âmbito da legislação em vigor sobre recursos hídricos.

O INAG é o organismo tutelado pelo MCOTA responsável pela prossecução das políticas nacionais no domínio dos recursos hídricos e do saneamento básico. O Decreto-Lei nº 191/93, de 24 de Maio, que estabelece a orgânica deste instituto, atribui-lhe, entre outras, as seguintes competências (artº 2º): i) desenvolver sistemas de informação sobre as disponibilidades e as necessidades de recursos hídricos a nível nacional; ii) promover, em articulação com as entidades relevantes, o planeamento integrado por bacia hidrográfica; iii) propor os grandes objectivos e estratégias para uma política de gestão integrada dos recursos hídricos nacionais; iv) estudar e propor medidas técnicas, económicas e legislativas necessárias à optimização da gestão dos recursos hídricos nacionais; v) assegurar, em cooperação com as entidades competentes, o acompanhamento das questões relacionadas com os recursos hídricos a nível comunitário e internacional.

O IRAR é o instituto encarregado de exercer funções reguladoras no sector da água de abastecimento público e das águas residuais urbanas. De acordo com o artigo 5º do diploma que criou este organismo e aprovou o seu estatuto (Decreto-Lei nº 362/98, de 18 de Novembro), a principal atribuição do IRAR é a de regulamentar, orientar e fiscalizar a concepção, execução, gestão e exploração dos sistemas multimunicipais e municipais concessionados, bem como a actividade das respectivas entidades gestoras.

O CNA é o órgão consultivo de planeamento nacional no domínio da água, em que estão representadas a Administração Pública e as organizações profissionais, científicas e económicas de âmbito nacional mais representativas dos diversos usos da água. Compete-lhe, em termos genéricos (artº 4º do Decreto-Lei nº 166/97, de 2 de Julho), acompanhar e apreciar a elaboração de planos e projectos conducentes a uma gestão sustentável dos recursos hídricos nacionais.

Ao MCOTA, cabe ainda, e sem prejuízo das competências do Conselho de Ministros e do Ministro das Finanças, exercer a função accionista do Estado na empresa IPE – Águas de Portugal, Sociedade Gestora de Participações Sociais, S.A. (artº 5º do Decreto-Lei nº 120/2000). Esta *sub-holding* do Instituto de Participações do Estado (IPE) integra um conjunto de empresas que são concessionárias de sistemas multimunicipais e municipais de abastecimento de água e de saneamento.

As outras instituições relevantes com capacidade de decisão e intervenção no âmbito da gestão dos recursos hídricos são os Municípios. Segundo o diploma que estabelece o quadro de transferências de atribuições e competências para as autarquias locais (Lei nº 159/99, de 14 de Setembro), são várias as competências dos órgãos municipais na área do ambiente e saneamento básico. O artº 26º especifica, entre outras, que os referidos órgãos são competentes para planear, gerir e realizar investimentos nos domínios dos sistemas municipais de abastecimento de água e de drenagem e tratamento de águas residuais urbanas.

2.7.2 Modelos de Gestão

Conforme se depreende da estrutura normativa e institucional atrás descrita, a prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e de saneamento das águas residuais é efectuada através de dois tipos de sistemas: os Sistemas Municipais e os Sistemas Multimunicipais.

Independentemente de assumirem uma ou outra classificação, os sistemas têm de presumir a existência de entidades que assegurem, em condições adequadas, as respectivas gestão e exploração. No caso dos Sistemas Municipais – aqueles em que os

municípios, isoladamente ou em associação, levam a cabo aquele tipo de serviços –, os modelos de gestão previstos na lei são os seguintes:

Serviços Municipais

Neste modelo, o Município é o titular dos serviços, sendo a sua gestão assegurada directamente pela Câmara Municipal e o seu controlo efectuado através da Assembleia Municipal. Os fundos necessários ao funcionamento dos sistemas provêm do próprio orçamento camarário, cabendo a fixação das tarifas, as quais não devem ser inferiores ao custo dos serviços (n.º 3 do artigo 20.º da Lei n.º 42/98, de 6 de Agosto), ao órgão executivo do município.

Serviços Municipalizados

Neste figurino, a titularidade dos serviços continua a ser do Município, ainda que de forma indirecta através de uma entidade denominada Serviços Municipalizados, para a qual a Câmara Municipal designa o Conselho de Administração. Os investimentos são normalmente financiados pelo orçamento dos próprios Serviços Municipalizados, competindo à Câmara Municipal aprovar os tarifários propostos pelo Conselho de Administração, os quais deverão, em princípio, respeitar os critérios de cobertura de custos estabelecidos pela legislação vigente (Lei n.º 42/98, de 6 de Agosto).

Empresas Municipais e Intermunicipais

Este modelo passou a estar disponível com a publicação da Lei n.º 58/98, de 18 de Agosto, a qual abriu a possibilidade aos municípios, às associações de municípios e às regiões administrativas de criarem empresas dotadas de capitais próprios para

explorarem actividades que prossigam fins de reconhecido interesse público cujo objecto se contenha no âmbito das respectivas atribuições.

Tais empresas, cuja denominação é acompanhada da indicação do seu âmbito municipal (EM), intermunicipal (EIM) ou regional (ER), podem assumir a natureza de empresas públicas, empresas de capitais públicos ou empresas de capitais maioritariamente públicos, consoante os municípios, associações de municípios ou regiões administrativas detenham a totalidade do capital, uma participação de capital em associação com outras entidades públicas, ou a maioria do capital em associação com entidades privadas, respectivamente (artº 1º da Lei nº 58/98).

A criação de empresas de âmbito municipal compete à Assembleia Municipal, sob proposta da Câmara Municipal, enquanto que nas de âmbito intermunicipal, a competência é da Assembleia Intermunicipal, sob proposta do Conselho de Administração da Associação de Municípios, precedida de parecer favorável das Assembleias Municipais dos municípios integrantes; nas empresas de âmbito regional, essa competência é da responsabilidade da Assembleia Regional, sob proposta da Junta Regional (artº 4º da Lei nº 58/98).

Os tarifários propostos pelo Conselho de Administração – o órgão executivo das empresas –, requerem, consoante o seu âmbito, a aprovação da Câmara Municipal, Conselho de Administração da Associação de Municípios ou Junta Regional, no caso de empresas públicas, e da Assembleia Geral formada pelos representantes dos detentores do capital social, no caso de empresas de capitais públicos ou maioritariamente públicos (artº 16º da Lei nº 58/98).

Sociedades Anónimas

Esta modalidade surgiu com a publicação dos já referidos Decretos-Lei nº 372/93 e 379/93, que permitiram o acesso de entidades privadas aos sectores de abastecimento público de água e saneamento das águas residuais urbanas, através de contratos de concessão.

A concessão é atribuída através de concurso público por períodos de 5 a 50 anos, e confere ao seu titular o exclusivo da exploração dos serviços concessionados, bem como a disponibilidade de todos os bens indispensáveis à actividade. Nos termos do contrato, a concessionária, precedendo aprovação pelo concedente, tem o direito de fixar, liquidar e cobrar tarifas aos utilizadores pelos serviços prestados.

Tabela 2.5 Abastecimento Urbano de Água: Modelos de Gestão

2000 Unidade: número

Regiões	Modelos de Gestão					Total
	Serviços Municipais	Serviços Municipalizados	Empresas Municipais	Empresas Intermunicipais	Sociedades Anónimas	
Norte	67	7	3	2	7	86
Centro	59	11	-	-	8	78
LVT	29	15	-	-	6	50
Alentejo	44	2	-	-	1	47
Algarve	14	1	1	-	-	16
Continente	213	36	4	2	22	277

Fonte: APDA. " Quem é Quem no Sector das Águas em Portugal ", 2002.

Na Tabela 2.5 constam os Sistemas Municipais de abastecimento de água existentes nas diversas regiões do Continente e os modelos de gestão a eles associados. A sua observação permite verificar que o figurino mais largamente utilizado em todo o território é o dos Serviços Municipais (77%), seguindo-se os Serviços Municipalizados (13%), as Sociedades Anónimas (7,9%), as Empresas Municipais (1,4%) e as Empresas Intermunicipais (0,7%). A reduzida opção pelos modelos assentes em formas empresariais é explicada em parte pelo recente acesso dos capitais privados ao sector.

O panorama não é muito diferente no caso dos Sistemas Municipais de saneamento de águas residuais urbanas (Tabela 2.6). Aqui, o modelo dos Serviços Municipais atinge ainda um peso superior (cerca de 82%).

Tabela 2.6 Saneamento de Águas Residuais Urbanas: Modelos de Gestão

2000 Unidade: número

Regiões	Modelos de Gestão					Total
	Serviços Municipais	Serviços Municipalizados	Empresas Municipais	Empresas Intermunicipais	Sociedades Anónimas	
Norte	71	6	3	2	4	86
Centro	65	11	-	-	2	78
LVT	33	13	1	-	3	50
Alentejo	45	1	-	-	1	47
Algarve	14	1	1	-	-	16
Continente	228	32	5	2	10	277

Fonte: APDA, " Quem é Quem no Sector das Águas em Portugal ", 2002.

No que respeita aos Sistemas Multimunicipais – aqueles que servem pelo menos dois municípios –, o modelo de gestão previsto pelos já citados Decretos-Lei nº 319/94 (captação, tratamento e abastecimento de água) e nº 162/96 (recolha, tratamento e rejeição de efluentes), é o da concessão.

Tabela 2.7 Sistemas Plurimunicipais de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais

1999 Unidade: número

Sistemas Regiões	Abastecimento de Água		Saneamento de Águas Residuais		Abastecimento de Água + Saneamento de Águas Residuais		Total
	Sistemas Existentes	Sistemas a Criar	Sistemas Existentes	Sistemas a Criar	Sistemas Existentes	Sistemas a Criar	
Norte	2	-	1	2	-	3	8
Centro	2	-	2	1	-	5	10
LVT	1	-	1	2	-	2	6
Alentejo	1	-	-	1	-	3	5
Algarve	2	-	-	1	-	-	3
Continente	8	-	4	7	-	13	32

Fonte: MAOT, Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais (2000-2006), Abril, 2000.

O contrato administrativo, a estabelecer entre o Estado e o concessionário, o qual deverá ser uma empresa pública ou uma sociedade de capitais exclusiva ou maioritariamente públicos, tem a duração de 10 a 50 anos e determina o regime de afectação de bens, as condições financeiras do investimento, a construção de infra-estruturas, as relações com

o concedente e os utilizadores (incluindo os critérios para a fixação e revisão das tarifas) e o regime de modificação e extinção da concessão.

No Tabela 2.7 figuram os Sistemas Plurimunicipais existentes e a criar nas diversas regiões do Continente, de acordo com Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais (PEAASAR)¹².

Constata-se que a cobertura total do território com este tipo de infra-estruturas será efectuada através de 32 sistemas, 13 dos quais incluindo simultaneamente as componentes do abastecimento de água e do saneamento de águas residuais.

2.7.3 O Figurino Institucional do Mercado da Água no Algarve

No Algarve, os serviços de abastecimento de água e de saneamento das águas residuais urbanas são desenvolvidos através de sistemas de natureza multimunicipal e municipal. Cada tipo de sistema é responsável por diferentes fases do ciclo urbano da água, envolve no seu funcionamento figuras institucionais diferenciadas e induz uma estrutura de mercado específica.

Sistemas Multimunicipais

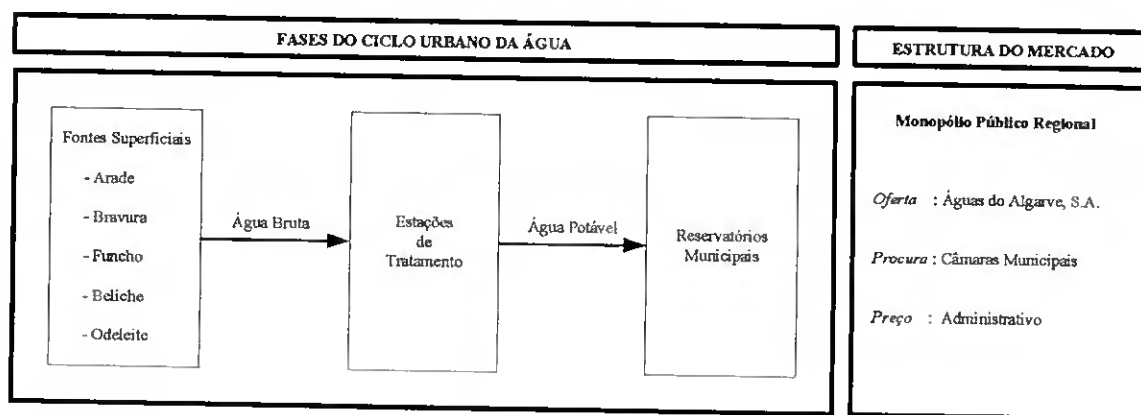
Existem na região dois Sistemas Multimunicipais de abastecimento de água (criados pelo Decreto-Lei nº 379/93) – o do Sotavento Algarvio, que serve, total ou parcialmente, os municípios de Castro Marim, Faro, Loulé, Olhão, São Brás de Alportel, Tavira e Vila Real de Santo António e que, dentro em breve, abrangerá

¹² O PEAASAR (2000-2006) é o documento do extinto Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território (MAOT) que, pretendendo aproveitar as disponibilidades financeiras proporcionadas pelo III Quadro Comunitário de Apoio, define a política de infra-estruturação para o Continente em sistemas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais. No PEAASAR, tanto os Sistemas Multimunicipais como os Sistemas Intermunicipais são designados por Sistemas Plurimunicipais.

também o município de Alcoutim; e o do Barlavento Algarvio, que serve, total ou parcialmente, os municípios de Albufeira, Lagoa, Lagos, Loulé, Portimão, Silves e Vila do Bispo e que, a breve prazo, abarcará também os municípios de Aljezur e Monchique – , e um Sistema Multimunicipal de saneamento das águas residuais (criado pelo Decreto-Lei nº 167/2000, de 5 de Agosto) que servirá, aquando da sua entrada em funcionamento, a totalidade dos municípios algarvios.

Estes sistemas, são geridos e explorados em regime de exclusividade pela concessionária Águas do Algarve, S.A., uma empresa detida maioritariamente pelo grupo IPE – Águas de Portugal, SGPS, S.A., criada pelo Decreto-Lei nº 168/2000, de 5 de Agosto, por fusão das sociedades Águas do Sotavento Algarvio, S.A., e Águas do Barlavento Algarvio, S.A., constituídas, respectivamente, pelos Decretos-Lei nº 130/95, de 5 de Junho, e nº 136/95, de 12 de Junho.

Figura 2.8 Sistemas Multimunicipais de Abastecimento de Água



A descrição genérica dos Sistemas Multimunicipais de abastecimento de água pode ser observada na Fig.2.8. Uma vez que os sistemas foram concebidos de origem como sistemas “em alta“, a empresa Águas do Algarve, S.A. é apenas responsável pelas fases do ciclo urbano da água que envolvem a captação, o tratamento e a adução da água

potável até aos reservatórios de entrega dos utilizadores – as Câmaras Municipais –, entidades a quem incumbe efectuar numa fase posterior o abastecimento “em baixa”, ou seja, a distribuição da água potável pelos consumidores finais.

Ao realizar, em exclusivo, a actividade “grossista “ de distribuição de água pelos diversos municípios da região, a concessionária Águas do Algarve, S.A. configura-se como um monopolista regional cujo poder de mercado é restringido pela própria natureza do contrato de concessão que estipula, entre outras, a obrigatoriedade das tarifas praticadas pela empresa serem aprovadas pelo concedente (o MCOTA em representação do Estado), após emissão de parecer do Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR).

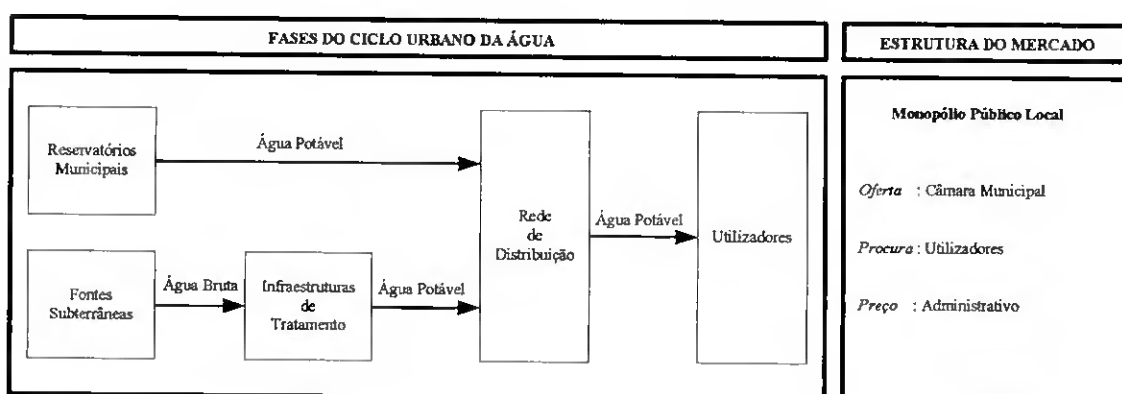
Sistemas Municipais

Cada um dos 16 concelhos do Algarve é servido por um Sistema Municipal de abastecimento de água e de saneamento das águas residuais. A gestão dos sistemas é efectuada na sua grande maioria pelos Serviços Municipais, existindo apenas os casos dos concelhos de Faro e Portimão em que as entidades gestoras são, respectivamente, os Serviços Municipalizados e uma Empresa Municipal.

No âmbito do abastecimento de água, os Sistemas Municipais podem englobar apenas as componentes “em baixa” ou simultaneamente as componentes “em alta” e “em baixa”. A primeira situação surge quando o município em causa (e.g., Faro) adquire a totalidade da água potável que necessita ao “ grossista “ regional – a empresa Águas do Algarve, S.A. –, e a seguir efectua a sua distribuição pelos diferentes grupos de utilizadores (residencial, comercial, industrial, público); a segunda situação, ocorre quando o município (e.g., Aljezur) ainda não é servido pela concessionária dos Sistemas

Multimunicipais, e tem por isso necessidade de obter a água potável a partir de fontes subterrâneas para depois a distribuir pelos consumidores finais, ou quando o município (e.g., Tavira), pelo facto de incorporar aglomerados populacionais que distam bastante das redes de distribuição, é também obrigado a recorrer às fontes subterrâneas como forma de complementar a oferta da empresa Águas do Algarve, S.A. Estas duas situações estão ilustradas na Fig.2.9.

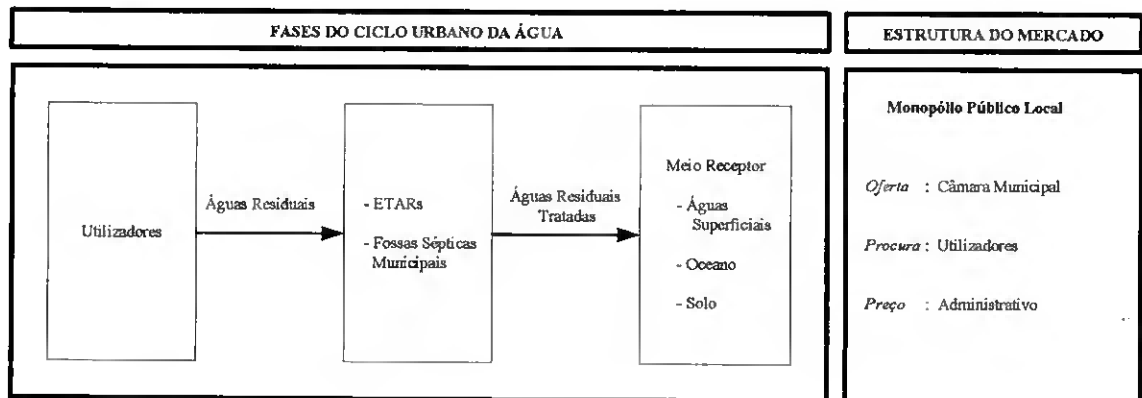
Figura 2.9 Sistemas Municipais de Abastecimento de Água



Na área do saneamento das águas residuais urbanas, e enquanto não entrar em actividade o Sistema Multimunicipal de saneamento do Algarve, os Sistemas Municipais incluem simultaneamente as componentes “em baixa” e “em alta”¹³. Estes sistemas têm por isso a tarefa de recolher os efluentes produzidos pelos diferentes utilizadores, proceder ao seu tratamento, e enviar as águas residuais já tratadas para um meio receptor apropriado (Fig.2.10).

¹³ Nos sistemas de saneamento, as componentes “ em baixa “ incluem as redes de colectores de esgotos e as correspondentes estações elevatórias, enquanto que as componentes “em alta”, incluem os emissários receptores, as estações de tratamento (ETARs) e os emissários finais.

Figura 2.10 Sistemas Municipais de Saneamento de Águas Residuais Urbanas



As Câmaras Municipais, independentemente do modelo de gestão adoptado, consubstanciam-se como autênticos monopólios locais, uma vez que são elas que detêm, à escala concelhia, directa ou indirectamente, o exclusivo dos serviços de abastecimento de água e de saneamento das águas residuais. Além disso, não estando sujeitas à acção reguladora do IRAR em matéria de fixação de preços (artº 4º do estatuto do IRAR, anexo ao Decreto-Lei nº 362/98), têm plena liberdade para definir as políticas tarifárias que considerem mais adequadas.

2.8 Conclusões

A água é um dos elementos essenciais à vida. Os seres humanos necessitam dela não só para compensar a perda contínua dos fluidos corporais como também para garantir a sobrevivência dos outros organismos vivos que servem de base à sua alimentação. Graças ao ciclo hidrológico, o qual possibilita o transporte e a circulação contínua da água de umas regiões para as outras, o Homem tem à sua disposição os recursos hídricos indispensáveis para satisfazer aquelas necessidades.

Devido ao seu fácil acesso, as fontes de abastecimento de água doce mais utilizadas são as águas subterrâneas e as águas superficiais. As primeiras, de longe as mais relevantes, podem assumir tanto a natureza de recursos renováveis como não-renováveis, enquanto as segundas, são normalmente classificadas no âmbito dos recursos renováveis. Muito embora a capacidade de renovação de algumas destas fontes possa criar a ilusão de que a água existe em quantidades ilimitadas, o certo é que as ineficiências ligadas à sua exploração, a procura crescente, e a degradação qualitativa das mesmas, vêm pondo cada vez mais em evidência o carácter económico destes recursos.

As águas superficiais e subterrâneas são aproveitadas para as mais diversas utilizações. De acordo com a terminologia convencional os usos podem agrupar-se em duas grandes categorias: “offstream” e “instream”. Os usos “offstream” compreendem os consumos do tipo residencial, industrial ou agrícola, enquanto os de natureza “instream”, respeitam às utilizações que têm lugar *in situ*, como por exemplo as recreativas ou a diluição de resíduos. Consoante seja utilizada ou não como factor produtivo de outros bens ou serviços, a água pode também ser classificada como um bem intermédio ou um bem de consumo final. Dado que a cada tipo de uso é ainda possível associar uma

procura com determinantes específicos e exigências em termos de volume e qualidade da água, este recurso afigura-se nitidamente como um bem não homogéneo.

Para que a água possa ser oferecida aos utilizadores urbanos com os requisitos quantitativos e qualitativos apropriados, ela tem que passar pelas diferentes fases de um processo contínuo designado por “ ciclo urbano da água “. Num primeiro momento, as etapas incluem as actividades de captação, transporte, tratamento e distribuição da água potável, e num segundo, englobam a recolha, o tratamento e a rejeição das águas residuais já tratadas para um meio receptor apropriado. Em todo o processo está envolvido um conjunto diversificado de custos de oportunidade cuja estrutura compreende os custos privados, os custos externos e os custos de uso.

O Continente Português, em virtude das suas características climáticas, hidrográficas e hidrogeológicas, é relativamente abundante em recursos hídricos. As disponibilidades armazenadas nas grandes albufeiras, embora ainda sejam pouco significativas face ao volume do escoamento superficial, atingem na actualidade um valor médio próximo dos 6 000 hm³/ano, enquanto que as disponibilidades subterrâneas existentes nos aquíferos cifram-se em cerca de 2 700 hm³/ano. No Algarve, estes volumes rondam os 270 hm³/ano e 180 hm³/ano, respectivamente.

As utilizações consumptivas do património hídrico disponível no Continente estão avaliadas em perto de 7 500 hm³/ano. A agricultura é de longe o principal sector utilizador com um volume que representa 87% do total, seguindo-se a grande distância o sector do abastecimento público urbano com 8%, e o sector industrial, com 5%. O Algarve, com utilizações estimadas em 414 hm³/ano, evidencia uma estrutura sectorial de consumos algo semelhante à do Continente.

Na gestão dos recursos hídricos intervém um conjunto diversificado de instituições. Entre elas, destacam-se, ao nível da Administração Central, o Ministério do Ambiente e os organismos por si tutelados, e ao nível da Administração Local, os Municípios. De acordo com o quadro normativo vigente, estas instituições têm competência para gerir, directa ou indirectamente, os Sistemas Multimunicipais e Municipais de abastecimento de água e de saneamento das águas residuais urbanas.

No caso dos Sistemas Multimunicipais, o modelo de gestão previsto é o da concessão dos serviços a uma empresa pública ou a uma sociedade de capitais exclusiva ou maioritariamente públicos, enquanto que no caso dos Sistemas Municipais, os modelos de gestão podem assumir a forma de Serviços Municipais – o predominante em todo o território –, Serviços Municipalizados, Empresas Municipais e Intermunicipais ou Sociedades Anónimas.

O Algarve é servido por 2 Sistemas Multimunicipais de abastecimento de água e por 16 Sistemas Municipais de abastecimento de água e saneamento de águas residuais urbanas, um por cada concelho. As entidades que gerem estes sistemas, a empresa Águas do Algarve, S.A. e as Câmaras Municipais, devido a possuírem o exclusivo dos serviços, configuram-se como monopólios públicos de âmbito regional e local, respectivamente.

CAPÍTULO 3

A TEORIA DOS PREÇOS EFICIENTES NAS EMPRESAS DE SERVIÇO PÚBLICO

3.1 Introdução

Este capítulo tem como objectivo apresentar uma revisão da literatura sobre os principais aspectos relacionados com a fixação de preços eficientes em empresas de serviço público. O seu desenvolvimento processa-se no âmbito da economia normativa da regulamentação e pressupõe que as empresas estão preocupadas em maximizar uma determinada medida de bem-estar social. A estrutura do capítulo compreende os seguintes pontos:

O ponto 3.2 define o conceito de monopólio natural e deduz o preço de óptimo de 1º grau quando as empresas beneficiam de custos médios decrescentes.

O ponto 3.3 aborda os vários preços óptimos de 2º grau que os serviços públicos têm à sua disposição quando são obrigados a respeitar uma restrição de lucros nulos. O ponto 3.3.1 debruça-se sobre os preços Ramsey; o ponto 3.3.2 discute as tarifas em duas-partes; e o ponto 3.3.3 ocupa-se das tarifas por blocos.

O ponto 3.4 analisa os problemas relacionados com a determinação dos níveis óptimos de preços e capacidade de oferta quando as empresas enfrentam uma procura de carácter sazonal.

O ponto 3.5 estabelece os preços de óptimo de 1º e 2º graus na presença de externalidades negativas.

O ponto 3.6 encerra o capítulo com um sumário conclusivo.

3.2 O Preço de Ótimo de 1º Grau

Algumas indústrias de serviço público, e em particular as responsáveis pela exploração das redes locais de telefones, electricidade, gás natural, água ou saneamento, são frequentemente apontadas como exemplos de monopólios naturais.

A literatura económica define um monopólio natural como uma indústria em que uma única empresa é capaz de produzir por si só a totalidade do *output* desejado pelo mercado a um custo menor do que aquele que seria obtido por qualquer combinação de duas ou mais empresas que dividissem entre si o mesmo *output*.

Esta definição expressa-se formalmente através do conceito de *subaditividade* estrita das funções de custo (Baumol, 1977). Uma função de custo $C(q)$ é estritamente subaditiva no conjunto de bens $N = 1, \dots, n$, se para quaisquer m vectores de *output* q^1, \dots, q^m dos bens em N :

$$C(q^1 + \dots + q^m) < C(q^1) + \dots + C(q^m) . \quad (3.1)$$

Ou seja, a condição necessária e suficiente para que uma indústria se configure como um monopólio natural é a de que o custo da soma dos m vectores de *output* seja menor do que a soma dos custos de os produzir separadamente.

Existe uma relação estreita entre os conceitos de subaditividade, economias de escala e economias de gama. Baumol (1977) demonstra que no caso de uma indústria que produza um único bem ($n=1$), as economias de escala constituem apenas uma condição suficiente mas não necessária para o monopólio natural. Isto é, mesmo com custos médios crescentes (deseconomias de escala), poderá acontecer que as funções de

custo exibam a propriedade subaditiva, implicando que a forma mais eficiente de realizar a produção seja através de uma única empresa.

O mesmo autor demonstra ainda que no contexto de uma indústria com vários bens ($n > 1$), as economias de escala não são necessárias nem suficientes para a subaditividade. Neste caso, a condição suficiente mas não necessária para o monopólio natural é a presença simultânea de economias de escala e de gama. A possibilidade da utilização conjunta de equipamentos ou instalações permite normalmente que uma única empresa realize a produção de dois ou mais bens a um custo menor do que aquele que ocorreria se cada um deles fosse produzido de forma separada por empresas diferentes. Estes ganhos de eficiência (economias de gama) podem existir com ou sem economias de escala, e assim sendo, a presença de um monopólio natural dependerá não tanto de um ou outro tipo de economias, mas sim da sua contribuição conjunta para a subaditividade dos custos globais da indústria.

A configuração de alguns serviços de utilidade pública como monopólios naturais coloca várias questões em matéria de regulamentação. Entre elas destaca-se a relacionada com a fixação dos preços. Se a empresa responsável pelo serviço, por exemplo o abastecimento urbano de água, não estiver sujeita a qualquer tipo de regulação (monopolista privado), as decisões relativas a preços e quantidades serão determinadas no âmbito da maximização do lucro, tendo como única restrição a procura de mercado. Neste enquadramento, a empresa escolheria o nível de produção correspondente à igualdade entre a receita marginal e o custo marginal – a solução clássica do monopólio –, e fixaria o preço em consonância. Contudo, tal solução acarretaria custos de bem-estar para a sociedade, pois os consumidores estariam a pagar um preço pela água superior ao custo marginal de a produzir. A questão chave para o

regulador consiste então em encontrar uma forma que permita à sociedade auferir os benefícios resultantes do monopólio natural sem que a mesma tenha de suportar os prejuízos decorrentes das decisões da empresa monopolista sobre preços e quantidades. Uma maneira óbvia de alcançar tal objectivo é a de induzir a empresa a praticar um preço eficiente, ou seja, um preço que maximize o bem-estar social.

Admitindo que o regulador aceita como medida de bem-estar o excedente agregado, definido pela soma do excedente do consumidor com o lucro do produtor, o seu objectivo consiste em maximizar:

$$W = EC + \pi \quad , \quad (3.2)$$

onde W , designa o excedente total, EC , o excedente do consumidor e, π , o lucro do produtor. Considerando ainda que o custo social da oferta de água é dado por $C = C(Q)$, e que o monopolista natural enfrenta a curva de procura inversa $P = P(Q)$, o excedente total pode escrever-se como :

$$W = \int_0^Q P(Q) dQ - C(Q) \quad . \quad (3.3)$$

Diferenciando a eq. (3.3) em ordem à quantidade Q e igualando a zero para satisfazer a condição de primeira ordem, obtém-se :

$$P(Q) = CMg(Q) \quad . \quad (3.4)$$

Isto é, o bem-estar social é maximizado quando o preço da água iguala o seu custo marginal. Com este preço, normalmente designado por *preço óptimo de 1º grau* em virtude de proporcionar o excedente total mais elevado possível, todos os consumidores

que estejam dispostos a pagar pelo menos o custo marginal têm a garantia de obter a água que necessitam, os outros, aqueles que não manifestem tal intenção, vêem-se privados do acesso ao recurso.

Para se alcançar o resultado de óptimo de 1º grau (o mesmo que ocorreria num mercado concorrente perfeito) torna-se necessário assumir que não existe qualquer preocupação com as consequências redistributivas da política de preços nem com a possibilidade da mesma gerar défices permanentes.

A primeira hipótese reforça a ideia de que o regulador está apenas preocupado com a eficiência económica, ou seja, ele pretende determinar o preço que maximiza um índice de bem-estar social, dado pela soma do excedente do consumidor com o lucro do produtor, sem prestar atenção às consequências equitativas da sua política. Por outras palavras, a forma como o excedente é repartido entre os agentes económicos (consumidores e empresa) não é levada em consideração¹⁴.

O segundo pressuposto liberta a empresa de qualquer preocupação relacionada com a eventualidade do preço custo-marginal não proporcionar as receitas suficientes para cobrir os custos totais. Todavia, na presença de economias de escala, a curva de custo marginal situa-se sempre abaixo da curva de custo médio, e em consequência o monopolista, se cobrar um preço igual ao custo marginal, conforme estabelece o resultado de óptimo de 1º grau deduzido anteriormente, incorrerá necessariamente num défice.

¹⁴ Note-se, no entanto, que ao maximizar-se o excedente social, é teoricamente possível distribuí-lo de forma a melhorar o bem-estar que os agentes obteriam numa outra qualquer situação. Se o “bolo” for mais volumoso, maiores serão as fatias que o regulador poderá distribuir pelos agentes envolvidos.

Ora uma empresa não pode perder dinheiro indefinidamente e permanecer no mercado, a não ser que seja subsidiada num montante equivalente à perda que suporta em cada período de actividade. Se tal não for possível, como poderá resolver-se o problema da fixação de preços nestas empresas com custos decrescentes? A resposta a esta pergunta é encontrada no âmbito da teoria relacionada com os preços de *ótimo de 2º grau*.

3.3 As Abordagens de Ótimo de 2º Grau

A problemática em torno do financiamento dos défices nas empresas com custos decrescentes remonta às primeiras décadas do século passado, onde uma primeira geração de economistas, liderada por Hotelling (1938), preconizava que os preços deveriam fixar-se ao nível do custo marginal e que os défices resultantes poderiam ser cobertos por subsídios provenientes de impostos *lump sum* ou de quantia fixa.

Uma proposta alternativa, inspirada num artigo pioneiro de Ramsey (1927) sobre a tributação ótima e mais tarde desenvolvida por Boiteux (1956) no âmbito da gestão de monopólios públicos, sustentava que se impusesse à empresa uma restrição de receitas que lhe permitisse pelo menos obter lucros nulos, não necessitando assim de qualquer subsídio para permanecer em actividade. A opção por esta via reguladora, ao impedir a empresa de cobrar preços custo-marginal, conduz a uma situação típica de ótimo de 2º grau. Por outras palavras, o regulador procura fixar um conjunto de preços ótimos – designado por *preços de ótimo de segundo grau* – sujeito à restrição de receitas (lucros nulos). Este conjunto de preços, apesar de proporcionar um excedente agregado menor do que aquele que seria alcançado com a solução de ótimo de 1º grau, é ainda assim o que maximiza o bem-estar social nas situações em que as empresas são obrigadas a cobrir pelo menos os seus custos totais.

Quando as empresas vendem um único produto num só mercado, o resultado de óptimo de 2º grau é claro e consiste obviamente em fixar o preço ao nível do custo médio. A solução já não é assim tão simples quando as empresas produzem mais do que um bem ou serviço, ou vendem um mesmo produto em vários mercados. Aqui, ao contrário do que sucedia na situação com apenas um produto e um único mercado, as empresas podem escolher diferentes combinações de preços que respeitem a restrição de lucros nulos. Por exemplo, uma empresa responsável pelos serviços de abastecimento de água e tratamento de esgotos poderia vender a água a um preço suficiente para obter as receitas necessárias à cobertura dos custos totais de ambos os serviços e manter, ainda assim, o preço dos esgotos ao nível do custo marginal; ou cobrar os dois serviços a um preço superior ao custo marginal; ou mesmo, vender os serviços a preços diferentes nos diversos mercados que estiverem disponíveis (e.g., residencial, comercial, industrial, agrícola, *peak* e *off-peak*).

Existindo, de facto, uma infinidade de combinações possíveis que permitem respeitar a restrição de lucros nulos, coloca-se a questão de saber qual delas é a melhor do ponto de vista do bem-estar social? Ou seja, qual é a combinação de preços que proporciona o excedente total mais elevado e que por isso constitui a solução de óptimo de 2º grau?

3.3.1 Os Preços Ramsey

A abordagem pioneira a esta questão foi levada a cabo por Ramsey (1927) no contexto da tributação óptima indirecta. A ele ficou a dever-se o desenvolvimento do primeiro modelo matemático para determinar as taxas de imposto que deveriam incidir sobre os diversos bens por forma não só a proporcionar as receitas fiscais suficientes como também a afectar o menos possível o excedente do consumidor. Dado que o trabalho de

Ramsey sobre as regras de tributação óptima está intimamente relacionado com a teoria dos preços de segundo óptimo no âmbito dos monopólios naturais, os preços que maximizam o excedente total sujeito a uma restrição de lucros recebem normalmente a designação de *preços Ramsey*.

A dedução formal da regra de Ramsey para determinar os preços de óptimo de 2º grau pode efectuar-se de diversas formas e em função do contexto que se pretende analisar. Seguindo a metodologia de Baumol e Bradford (1970) com procuras independentes, considere-se uma empresa de abastecimento de água que produz o bem a um custo social $C=C(Q)=C(\sum_{i=1}^n Q_i)$ e vende a quantidade Q nos i mercados disponíveis (residencial, comercial, industrial, etc.) enfrentando as funções de procura inversa $P_i=P(Q_i)$ ¹⁵. Neste âmbito, o problema de optimização condicionada consiste em maximizar o excedente total W sujeito à restrição de lucros nulos, ou seja:

$$\text{Max: } W = \sum_{i=1}^n \int_0^{Q_i} P_i(Q_i) dQ_i - C\left(\sum_{i=1}^n Q_i\right) \quad (3.5)$$

$$\text{s.a } \sum_{i=1}^n P_i Q_i = C\left(\sum_{i=1}^n Q_i\right)$$

Resolvendo (3.5), obtém-se a regra de Ramsey sob a forma:

$$\frac{P_i(Q_i) - CMg_i(Q_i)}{P_i} = \frac{\lambda}{1+\lambda} \frac{1}{\varepsilon_i} \quad (3.6)$$

¹⁵ O modelo pode também ser interpretado como se a empresa vendesse dois ou mais serviços (e.g., abastecimento de água e tratamento de esgotos) num único mercado.

onde λ e ε_i designam, o multiplicador de Lagrange associado à restrição e a elasticidade-preço da procura no mercado i , respectivamente¹⁶.

A equação (3.6) permite determinar os preços de óptimo de 2º grau ou preços Ramsey e, pelo facto da diferença percentual entre o preço e o custo marginal no mercado i estar inversamente relacionada com a respectiva elasticidade da procura, é conhecida na literatura sobre a fixação de preços eficientes em empresas de serviço público por Regra da Elasticidade Inversa (REI).

Para um qualquer par de mercados (bens) $i \neq j$, a REI expressa-se por:

$$\left(\frac{P_i(Q_i) - CMg_i(Q_i)}{P_i} \right) \varepsilon_i = \left(\frac{P_j(Q_j) - CMg_j(Q_j)}{P_j} \right) \varepsilon_j = \frac{\lambda}{1 + \lambda}, \quad (3.7)$$

ou seja, os desvios percentuais face ao custo marginal, multiplicados pelas elasticidades-preço da procura, devem igualar $\lambda / (1 + \lambda)$ em ambos os mercados.

O multiplicador de Lagrange λ representa o custo de oportunidade do lucro da empresa e constitui uma medida de diminuição (aumento) do bem-estar total quando o lucro aumenta (diminui) de uma unidade monetária. Por seu lado, a constante de proporcionalidade $\lambda / (1 + \lambda)$, é vulgarmente designada por *constante de Ramsey*. Quando λ é muito pequeno, a constante de Ramsey aproxima-se de zero e, em consequência, o desvio percentual do preço face ao custo marginal, sendo diminuto, dará origem a uma reduzida perda de bem-estar. Pelo contrário, se λ for elevado, a perda de excedente será significativa.

¹⁶ A dedução da regra de Ramsey (eq. 3.6) consta no Anexo 1.

Na dedução da regra de Ramsey admitiu-se a hipótese de que as procuras nos diversos mercados eram independentes, contudo, esta assunção pode não ser apropriada para determinadas situações. Considere-se por exemplo o caso de uma empresa que vende os serviços de abastecimento de água e tratamento de esgotos. Se ela aumentar (diminuir) o preço do tratamento de esgotos, é muito provável que a procura de água diminua (aumente) devido à suposta complementaridade entre os dois tipos de serviços, o que põe em causa a hipótese da nulidade das elasticidades preço-cruzadas. Quando se admite a interdependência das procuras, a regra de Ramsey, tal como expressa pela equação (3.7), vem ligeiramente modificada (Train, 1997, cap.4):

$$\left(\frac{P_i(Q_i) - CMg_i(Q_i)}{P_i} \right) (\varepsilon_i - \varepsilon_{ij}^*) = \left(\frac{P_j(Q_j) - CMg_j(Q_j)}{P_j} \right) (\varepsilon_j - \varepsilon_{ji}^*) , \quad (3.8)$$

onde ε_{ij}^* , é a elasticidade da procura no mercado i em relação ao preço da água no mercado j e vice-versa para ε_{ji}^* . A elasticidade-preço da procura deduzida da elasticidade preço-cruzada constitui a *elasticidade líquida*: o efeito da variação percentual unitária do preço i (j) no mercado i (j), *líquido* do efeito de uma variação idêntica do preço j (i) no mesmo mercado i (j). Com elasticidades preço-cruzadas não nulas, a regra de Ramsey tem basicamente o mesmo significado que o da versão original (eq. 3.7), ou seja, o desvio percentual do preço relativamente ao custo marginal, ponderado pela elasticidade líquida, deve ser igual em todos os mercados. Note-se que quando as elasticidades preço-cruzadas ε_{ij}^* e ε_{ji}^* são nulas (procuras independentes), a equação (3.8) reduz-se à Regra da Elasticidade Inversa (eq.3.7).

O princípio de Ramsey foi utilizado por vários autores como instrumento para a obtenção de preços óptimos de 2º grau. A sua primeira aplicação deveu-se ao já citado trabalho de Boiteux (1956), o qual desenvolveu um modelo que permitia determinar os preços das empresas públicas que tivessem como objectivo a maximização do bem-estar sujeito a uma restrição de receitas. Ele assumiu que o sector privado produzia bens e serviços idênticos aos produzidos pelo sector público, mas não analisou as elasticidades preço-cruzadas entre os bens e serviços dos dois sectores. Rees (1968), considerando uma interacção estratégica com o sector privado, e Mohring (1970), mesmo não admitindo, já desenvolveram modelos com elasticidades preço-cruzadas não nulas do seio do sector público. Bergson (1972), levou ainda em linha de conta no seu estudo as interdependências entre as procuras no seio dos sectores privado e público, mas não considerou qualquer restrição orçamental. Sherman e George (1979), determinaram os preços de óptimo de 2º grau para o Serviço Postal dos EUA através de um modelo de maximização do bem-estar com funções de procura compensada à Slutsky e interacção entre os sectores público e privado. Mais recentemente, Spulber (1986) estudou a fixação de preços óptimos de 2º grau através de um jogo cooperativo entre grupos de consumidores e empresas multiproduto e concluiu que um mecanismo de mercado responsável pela atribuição de concessões (*franchise competition*) pode alcançar preços de óptimo de 2º grau sem que haja a necessidade de uma regulação directa. O autor define o conceito de *core óptimo de 2º grau* como um subconjunto de vectores-preço capaz de gerar lucros não-negativos, e após considerar um mercado em que as empresas candidatas à entrada comprometem-se a oferecer um conjunto de bens a um determinado vector de preços, mostra que uma empresa ganhará a concessão se e só se oferecer aos consumidores um vector de preços que se situe no core óptimo de 2º grau.

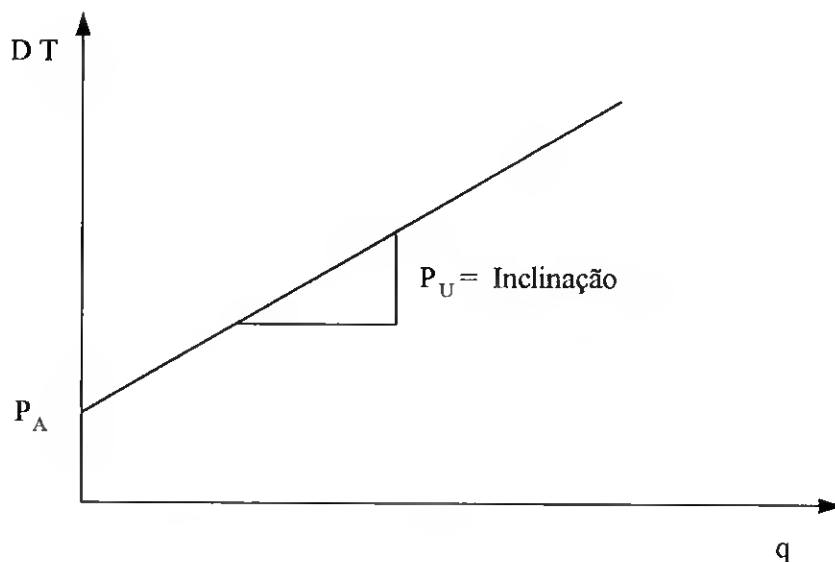
Os preços uniformes baseados no custo-médio e no princípio de Ramsey possibilitam a maximização do bem-estar com o mínimo de perdas de eficiência. No entanto a literatura propõe outras soluções para alcançar o mesmo objectivo, em particular, os chamados preços não-uniformes ou preços por blocos.

3.3.2 As Tarifas em Duas-Partes

Os preços não-uniformes distinguem-se dos preços uniformes pelo facto da despesa total do consumidor não variar proporcionalmente com a quantidade adquirida do bem ou serviço. Como o nome indica, e ao contrário do que sucedia com os preços uniformes em que os produtos eram vendidos a um preço único nos diferentes mercados, os preços não-uniformes variam em geral com a quantidade consumida. Por outras palavras, enquanto os preços uniformes pressupõem a homogeneidade das preferências dos consumidores no seio de cada mercado, os preços não-uniformes admitem implicitamente a diversificação dessas mesmas preferências.

A forma mais simples de preço não-uniforme é a tarifa em duas-partes, como a ilustrada na Fig. 3.1. Uma tarifa deste género consiste no pagamento de uma quantia fixa P_A (preço do acesso) independente da quantidade consumida, e um preço constante P_U por unidade adicional de consumo. O preço P_A recebe a designação de preço ou taxa de acesso porque só pagando esse quantitativo o consumidor tem o direito de aceder a um determinado serviço. Por exemplo, no caso do abastecimento de água, uma família pagaria P_A para aceder à rede de distribuição e P_U por cada unidade de água consumida. Nestas circunstâncias e para um qualquer nível de consumo positivo q , a despesa total $DT(q)$ dessa mesma família seria: $DT(q) = P_A + P_U q$.

Figura 3.1 A Tarifa em Duas-Partes



As tarifas em duas-partes podem constituir-se como uma solução alternativa aos subsídios governamentais para resolver o problema dos défices nas empresas com custos decrescentes que fixam o preço ao nível do custo marginal. A sua utilização neste contexto foi inicialmente sugerida por Coase (1946), o qual preconizou um tipo especial de tarifa em duas-partes composta por um preço P_U igual ao custo marginal e uma taxa de acesso P_A suficientemente elevada para cobrir os custos totais da empresa. Num mercado com N consumidores, o quantitativo de acesso óptimo seria dado por:

$$P_A = \frac{C(Q) - P_U(Q) \cdot Q}{N} = \frac{CF}{N}, \quad (3.9)$$

ou seja, cada consumidor contribuiria com P_A para cobrir os custos fixos (CF) da empresa. Assumindo que todos os consumidores podem pagar a taxa de acesso, a tarifa em duas-partes de Coase, $P_A = CF/N$ e $P_U = CMg$, configura-se como uma solução de

ótimo de 1º grau desde que o excedente médio do consumidor seja não-negativo, isto é, se:

$$P_A \leq \frac{\int_0^Q P_U(Q) dQ - P_U(Q) \cdot Q}{N} . \quad (3.10)$$

Caso se verifique (3.10), a estrutura de preços proposta por Coase permite alcançar um resultado equivalente ao de Hotelling (1938). A única diferença reside no mecanismo utilizado para financiar o déficit – a taxa de acesso em vez do subsídio governamental –, conduzir a uma transferência de excedente dos consumidores para a empresa.

Apesar da sua aparente perfeição e simplicidade, a tarifa em duas-partes de Coase pode, em certas circunstâncias, não proporcionar um resultado de ótimo de 1º grau. Basta para isso que a fixação do preço ao nível do custo marginal exija uma taxa de acesso de tal maneira elevada que origine a violação de (3.10). Nessa eventualidade, alguns consumidores, mesmo estando na disposição de pagar um preço superior ao custo marginal, poderiam ficar excluídos do mercado¹⁷. O que seria ineficiente.

Se se admitir a hipótese de que o preço P_A condiciona o acesso ao mercado, a possível saída de alguns consumidores fará com que a taxa de acesso P_A passe a influenciar, não só o nível de consumo Q , mas também o custo marginal, e em última análise, o próprio preço do consumo P_U . Esta interdependência entre o preço do acesso e o preço do consumo indicia que a empresa não pode fixar de forma separada os preços P_A e P_U , conforme sugere a metodologia de Coase, mas sim proceder à sua determinação simultânea. Quando assim acontece, alcança-se um resultado de ótimo de 2º grau

¹⁷ Se o excedente médio fosse negativo, a atitude racional dos consumidores seria a de abandonar o mercado porque, não consumindo o bem, beneficiariam de um excedente nulo.

consistente com a regra de Ramsey, a qual assume neste contexto a forma (veja-se a eq.3.8 e o Anexo 2):

$$\left(\frac{P_A - CMg_A}{P_A} \right) (\varepsilon_{AA} - \varepsilon_{AU}^*) = \left(\frac{P_U - CMg_U}{P_U} \right) (\varepsilon_{UU} - \varepsilon_{UA}^*) , \quad (3.11)$$

onde os índices A e U , designam os sub-mercados do acesso e do consumo, respectivamente.

Por outras palavras, os preços do acesso e do consumo devem ser fixados de tal forma que o seu desvio percentual face ao custo marginal, multiplicado pela *elasticidade líquida*¹⁸, seja o mesmo em ambos os sub-mercados (acesso e consumo).

Realce-se a influência exercida pelas elasticidades, não só na relação entre os preços P_A e P_U como também no número N de consumidores existentes no mercado. Se a procura por acesso for mais inelástica do que o consumo, a tarifa óptima em duas-partes terá um preço P_A superior a P_U ; se se verificar o inverso, P_A diminui e o preço P_U será mais elevado de forma a permitir a cobertura dos custos totais. Por outro lado, quando o preço P_A aumenta, a dimensão do mercado reduz-se e o consumo baixa, pois o grupo de consumidores marginais (os últimos que entraram no mercado) prescindirá do acesso à rede de abastecimento de água; por sua vez, quando o preço P_U sobe, o consumo global diminui e o grupo de consumidores marginais também será induzido a abandonar o sub-mercado do acesso. Dito de outro modo, a elasticidade preço-cruzada negativa evidencia a complementaridade existente entre os serviços de acesso e consumo.

¹⁸ Recorde-se o conceito de elasticidade líquida definido no ponto 3.3.1.

Atente-se ainda na relação entre a regra de Ramsey e a tarifa em duas-partes de Coase. Supondo que todas as elasticidades relacionadas com a taxa de acesso são nulas, ou o mesmo é dizer, que a procura por acesso independe de P_A , a equação (3.11) reduz-se a:

$$\left(\frac{P_A - CMg_A}{P_A} \right) (0) = \left(\frac{P_U - CMg_U}{P_U} \right) (\varepsilon_{UU}) . \quad (3.12)$$

Para que esta equação se possa verificar, o desvio percentual do preço do consumo face ao custo marginal deverá ser nulo, ou seja, P_U terá de igualar o CMg_U . Estando o preço P_U fixado a esse nível, a taxa de acesso P_A será obrigada a crescer o suficiente para permitir a cobertura dos custos fixos da empresa e, assim sendo, no contexto em que a procura por acesso não dependa do preço, a regra de Ramsey proporciona um resultado de óptimo de 1º grau equivalente à tarifa em duas-partes de Coase.

Situação oposta a esta ocorreria se em vez da procura por acesso fosse a procura por consumo a não depender do preço. Nesse caso, a equação (3.11) tomaria a forma:

$$\left(\frac{P_A - CMg_A}{P_A} \right) (\varepsilon_{AA}) = \left(\frac{P_U - CMg_U}{P_U} \right) (0) , \quad (3.13)$$

e conseqüentemente, a igualdade entre a taxa de acesso P_A e o correspondente custo marginal CMg_A , obrigaria a que o preço do consumo P_U subisse o suficiente para gerar as receitas indispensáveis à cobertura dos custos totais da empresa. Este resultado assume alguma importância no âmbito dos monopólios naturais que não cobram qualquer taxa de acesso e que, por isso, têm necessidade de se financiar exclusivamente através das receitas obtidas com o consumo. Quando tal assim sucede, a equação (3.13) mostra que aquela prática só será óptima se a procura por consumo apresentar uma

rigidez perfeita e o custo marginal do acesso for nulo. Acontece, porém, que estes pressupostos têm pouca ou nenhuma aderência à realidade e, em consequência, dificilmente a referida estratégia de fixação de preços gerará um resultado eficiente.

Desde o artigo de Coase (1946), a literatura sobre tarifas em duas-partes conheceu um desenvolvimento apreciável, em particular ao longo da década de 1970. Até esta altura, a preocupação dos vários autores consistiu basicamente na determinação de tarifas óptimas bipartidas que consideravam o número de consumidores existente no mercado como uma constante. Com a publicação dos artigos de Oi (1971) e Ng – Weisser (1974), em especial o destes últimos, passou a estar disponível um modelo analítico mais rigoroso que, pelo facto de incorporar a informação respeitante à distribuição das procuras e considerar a dimensão do mercado como uma variável endógena, permitiu sintetizar as posições de Coase e Ramsey no tocante à fixação de preços em empresas de serviço público. Também os aspectos relacionados com a equidade, que até então tinham sido praticamente ignorados, mereceram uma maior atenção. O artigo relevante neste domínio foi o de Feldstein (1972), onde o autor procede à determinação de uma tarifa óptima em duas-partes que contempla objectivos de natureza equitativa.

Numa fase posterior, os avanços teóricos incidiram essencialmente sobre a utilização de estruturas de preços diferenciadas em que se oferece aos consumidores a possibilidade de escolher o tipo de tarifa que melhor se adapta às suas preferências. Os artigos de Faulhaber e Panzar (1977), Willig (1978) e Goldman, Leland e Sibley (1984), entre outros, constituem exemplos nesse sentido, e mostram que aquelas estruturas podem conduzir a resultados mais eficientes do que os alcançados com as tarifas únicas em duas-partes. O ponto seguinte debruça-se sobre as características essenciais desses preços não-uniformes.

3.3.3 As Tarifas por Blocos

As tarifas em duas-partes são normalmente classificadas como preços não-uniformes, contudo, o ponto anterior evidenciou que o preço pago por cada unidade adicional de consumo não varia com a quantidade adquirida, e assim sendo, neste tipo de tarifas, continua a estar presente a hipótese da homogeneidade dos consumidores no seio de um determinado mercado.

Esta assunção arrasta consigo alguns inconvenientes em termos de bem-estar, pois os consumidores, apesar de possuírem preferências diversificadas, são obrigados a adquirir o bem a uma tarifa única. A situação poderia no entanto ser ultrapassada se as empresas tivessem a possibilidade de identificar os vários tipos de consumidores e proceder à cobrança do bem através de um conjunto diferenciado de tarifas em duas-partes que respeitasse a heterogeneidade das preferências. Se isso fosse possível, cada tarifa teria o preço do consumo fixado ao nível do custo marginal e a taxa de acesso variaria em função das características dos consumidores de forma a evitar que estes abandonassem o mercado. A dificuldade com esta abordagem é que ela, para além de exigir a própria identificação das preferências dos consumidores, também pode suscitar problemas legais, em particular, a cobrança de taxas de acesso diferentes num mesmo mercado.

Contudo, apesar destes obstáculos, permanece a ideia de que haverá vantagens do ponto de vista da eficiência em cobrar tarifas diferentes aos vários tipos de consumidores, e é fundamentalmente por esta razão, que muitas indústrias reguladas cobram os seus serviços utilizando as chamadas tarifas por blocos, as quais, se forem bem desenhadas, podem gerar um nível de bem-estar idêntico àquele que seria alcançado com a oferta de um conjunto diferenciado de tarifas em duas-partes.

As tarifas por blocos, ou tarifas por escalões, como por vezes são designadas, incluem normalmente uma taxa de acesso P_A e um número finito, n , de blocos ou escalões de quantidade, com $n \geq 2$, a cada um dos quais corresponde um determinado preço de consumo P_{U_i} ($i = 1, \dots, n$). Em termos formais, uma estrutura tarifária deste tipo pode escrever-se como:

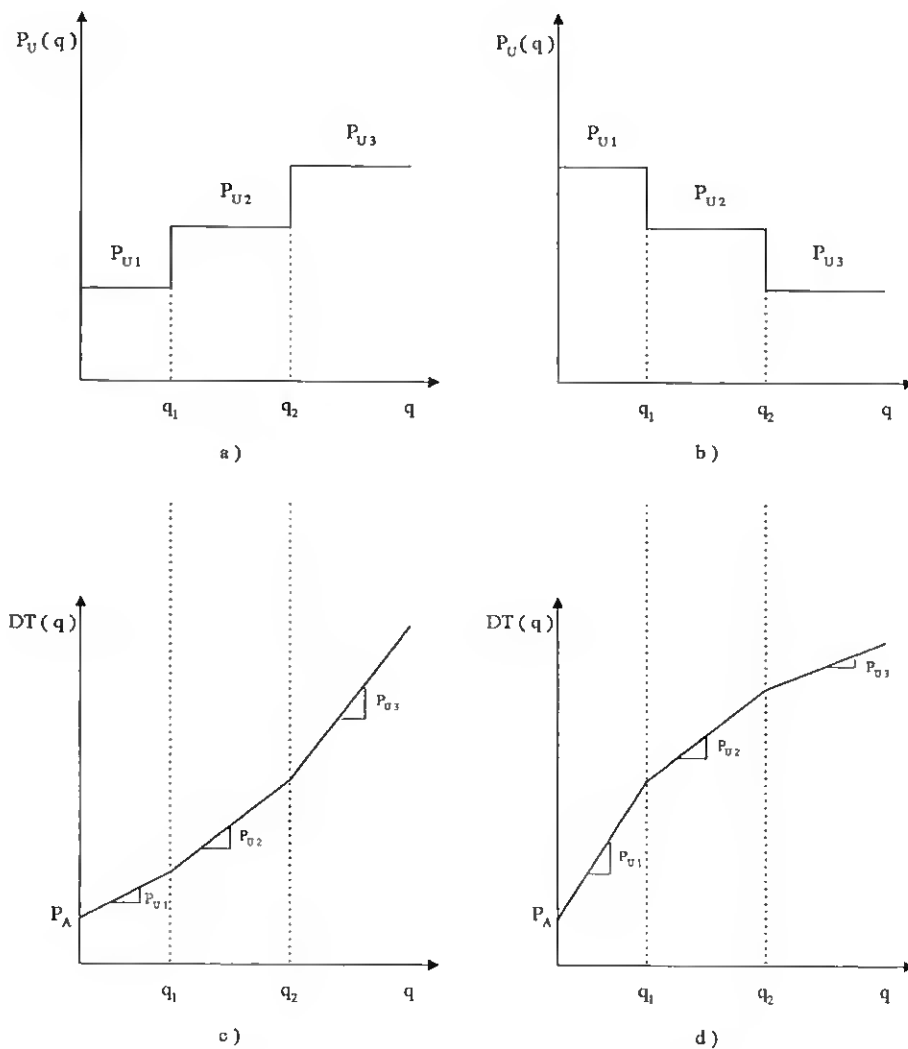
$$\begin{aligned}
 P_{U_i}(q) &= P_{U_1} & , & \quad 0 < q^* \leq q_1 \\
 &= P_{U_2} & , & \quad q_1 < q^* \leq q_2 \\
 &= P_{U_3} & , & \quad q_2 < q^* \leq q_3 \\
 & & & \quad \vdots \\
 &= P_{U_n} & , & \quad q_{n-1} < q^* & ,
 \end{aligned}$$

onde, $q_n - q_{n-1}$ designa a dimensão de cada bloco de consumo e, q^* refere-se a uma quantidade específica adquirida pelo consumidor. Por sua vez, a função despesa total $DT(q)$ que está associada a esta tarifa vem dada por:

$$\begin{aligned}
 DT(q) &= P_A + P_{U_1} q^* & , & \quad 0 < q^* \leq q_1 \\
 &= P_A + P_{U_1} q_1 + P_{U_2} (q^* - q_1) & , & \quad q_1 < q^* \leq q_2 \\
 &= P_A + P_{U_1} q_1 + P_{U_2} (q_2 - q_1) + P_{U_3} (q^* - q_2) & , & \quad q_2 < q^* \leq q_3 \\
 & & & \quad \vdots \\
 &= P_A + P_{U_1} q_1 + \sum_{i=2}^{n-1} P_{U_i} (q_i - q_{i-1}) + P_{U_n} (q^* - q_{n-1}) & , & \quad q_{n-1} < q^* .
 \end{aligned}$$

As tarifas por blocos podem apresentar uma estrutura crescente ou decrescente, dependendo a respectiva monotonia do facto do preço aumentar ou diminuir com a quantidade consumida. Os dois tipos de estruturas estão ilustrados na Fig.3.2.

Figura 3.2 Tarifas por Blocos Crescentes e Decrescentes



O exemplo refere-se a uma tarifa em quatro-partes, composta por uma taxa de acesso P_A e três preços de consumo P_{U1} , P_{U2} e P_{U3} associados, respectivamente, aos blocos de quantidades $0 - q_1$, $q_1 - q_2$ e $q_2 - \infty$. Nas Fig.3.2a e 3.2c constam a tarifa em blocos crescentes e a correspondente despesa total que o consumidor suportará, por

unidade de tempo, com a aquisição de uma determinada quantidade do bem ou serviço¹⁹. Repare-se que cada segmento da função despesa total tem uma inclinação cada vez mais acentuada, reflectindo o facto de que o preço do consumo aumenta com a quantidade adquirida. As Fig.3.2b e 3.2d mostram por seu turno a tarifa em blocos decrescentes e a respectiva função despesa, a qual, ao contrário do que sucedia com a estrutura de preços anterior, apresenta segmentos progressivamente menos inclinados.

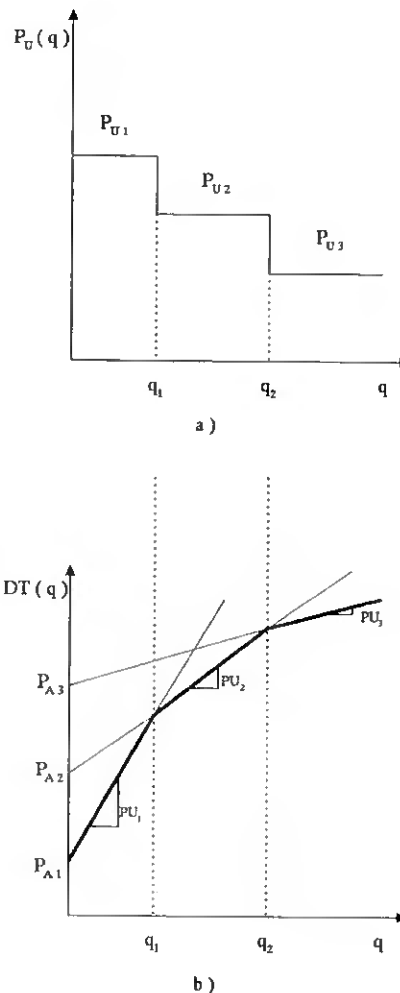
Nas tarifas por escalões convém fazer a distinção entre preços marginais, inframarginais e supramarginais. O preço marginal é o preço que o consumidor paga pela última unidade adquirida, enquanto os preços inframarginais e supramarginais são, respectivamente, os associados aos blocos que ficam à esquerda e à direita do escalão onde o consumo tem efectivamente lugar. Por exemplo, um consumidor que esteja confrontado com qualquer uma das tarifas por blocos evidenciadas na Fig.3.2 e que consuma q^* , com $q_1 < q^* < q_2$, enfrenta o preço marginal P_{U2} , o preço inframarginal P_{U1} e o preço supramarginal P_{U3} . Se porventura consumisse, $q_2 < q^*$, já passaria a defrontar o preço marginal P_{U3} e os dois preços inframarginais, P_{U1} e P_{U2} .

O facto dos preços variarem consoante a quantidade adquirida, justifica também que se faça a distinção entre preços marginais e preços médios. O preço médio é o preço por unidade, ou seja, a despesa efectuada com a aquisição do bem dividida pelo consumo total: $DT(q^*)/q^*$. Se este último não ultrapassar o primeiro bloco ($q^* \leq q_1$), e com $P_A=0$, o preço médio é idêntico ao preço marginal; caso contrário ($q^* > q_1$), o preço marginal pode situar-se abaixo ou acima do preço médio, tudo dependendo do tipo de tarifa em consideração (blocos decrescentes ou blocos crescentes).

¹⁹ No caso particular do consumo de água para fins residenciais, é este o tipo de tarifa vulgarmente utilizado.

Uma tarifa por blocos pode ser entendida como uma estrutura de preços equivalente a um conjunto específico de tarifas em duas-partes. Para ver essa relação considere-se a Fig. 3.3, onde se ilustra uma tarifa com três escalões e a despesa total a ela associada.

Figura 3.3 Equivalência entre a Tarifa por Blocos e as Tarifas em Duas-Partes



Suponha-se também que, em vez da tarifa por blocos, é oferecida aos consumidores a possibilidade de escolherem entre as três tarifas em duas-partes (P_{A1}, P_{U1}) , (P_{A2}, P_{U2}) e (P_{A3}, P_{U3}) , constantes na Fig. 3.3b. Perante este cenário, um consumidor que adquirisse a quantidade $q^* < q_1$ optaria necessariamente pela tarifa (P_{A1}, P_{U1}) já que esta, apesar

de possuir um preço marginal mais elevado, proporciona ainda assim uma despesa menor do que qualquer das outras. Diz-se neste caso que a tarifa (P_{A1}, P_{U1}) domina as restantes. Se porventura o nível de consumo fosse $q_1 < q^* < q_2$, a escolha já recairia na tarifa (P_{A2}, P_{U2}) pois esta, embora incluindo uma taxa de acesso superior, constitui também a opção mais barata. Seguindo o mesmo raciocínio para $q_2 < q^*$, o consumidor passaria a optar pela tarifa (P_{A3}, P_{U3}) . Uma vez que os segmentos a cheio das três tarifas opcionais representam as porções não-dominadas de cada uma delas e correspondem à função despesa total associada à tarifa por blocos, pode concluir-se que o efeito da oferta das três tarifas opcionais em duas-partes é equivalente ao que se obteria caso os consumidores adquirissem o bem com base na tarifa em três blocos ilustrada na Fig. 3.3a²⁰.

Quando comparadas com os preços uniformes e as tarifas em duas-partes, as estruturas tarifárias por blocos têm implicações importantes para o bem-estar dos consumidores. Estes aspectos, a par de outros como a necessidade das empresas cobrirem os seus custos totais, têm merecido uma atenção considerável na literatura sobre preços eficientes. Faulhaber e Panzar (1977), por exemplo, comparam um conjunto ótimo de n tarifas opcionais em duas-partes com um conjunto ótimo de $n+1$ tarifas em duas-partes e concluem que neste último, o preço do consumo P_U mais baixo, apesar de continuar a exceder o custo marginal, aproxima-se mais deste nível de custo do que no caso do conjunto com n tarifas. Ou o mesmo é dizer, o conjunto com $n+1$ tarifas ótimas é mais eficiente do que o conjunto com apenas n tarifas. Este resultado pode também especificar-se de forma a levar em consideração a equivalência entre os preços

²⁰ Esta equivalência entre as tarifas por escalões e as tarifas opcionais em duas-partes só é válida para o caso das estruturas de preços por blocos decrescentes (Brown e Sibley, 1986, cap. 4 ; Train, 1997, cap.7).

por blocos e as tarifas em duas-partes, ou seja, uma tarifa óptima com $n+1$ partes produz um excedente mais elevado do que uma tarifa óptima com apenas n partes.

Uma outra contribuição relevante no âmbito da teoria dos preços eficientes deve-se a Willig (1978). O autor demonstrou que dada uma tarifa em n partes cujos preços excedam o custo marginal, é sempre possível construir uma estrutura tarifária com $n+1$ partes que domine à Pareto a tarifa inicial²¹. Por outras palavras, se o preço óptimo original for um preço uniforme e este exceder o custo marginal (tal como exige a restrição de lucros nulos), pode-se sempre elaborar uma tarifa em duas-partes que beneficie pelo menos um consumidor e não prejudique a empresa ou os restantes consumidores. Similarmente, se a estrutura tarifária primitiva for uma tarifa em duas-partes com preços acima do custo marginal, haverá sempre a possibilidade de desenhar uma tarifa em três-partes que conduza a uma melhoria de Pareto. E assim sucessivamente para tarifas de ordem superior²².

Os resultados acima referidos sugerem que é possível aumentar de forma progressiva o excedente agregado através da construção de estruturas de preços com um número crescente de blocos de dimensão cada vez mais reduzida. No limite ter-se-ia uma tarifa contínua não-uniforme em que cada preço marginal podia ser interpretado como o preço correspondente a um acréscimo infinitesimal do consumo. Goldman, Leland e Sibley (1984), analisam este tipo de tarifas contínuas e, equiparando cada acréscimo

²¹ Uma tarifa domina à Pareto uma outra preexistente, quando proporciona uma melhoria de bem-estar a pelo menos uma das partes envolvidas (consumidores e empresa) sem prejudicar nenhuma das restantes. Note-se que este tipo de tarifas, ao contrário do que sucede com as tarifas óptimas, raramente alcança o objectivo da maximização do excedente, pois estão condicionadas à restrição adicional de que nenhuma das partes saia prejudicada.

²² O efeito prático deste resultado é o de oferecer aos reguladores a possibilidade de aumentarem a eficiência das tarifas já existentes sem se preocuparem com a questão do equilíbrio entre ganhadores e perdedores (Brown e Sibley, 1986, cap. 4).

infinitesimal do consumo a um mercado específico, concluem que é possível determinar a tarifa óptima não-uniforme através de uma regra de Ramsey do tipo:

$$\frac{P_U(q) - CMg}{P_U(q)} = \frac{\lambda}{1 + \lambda} \frac{1}{\varepsilon(q, P_U)} \quad , \quad (3.14)$$

A aplicação desta regra aos múltiplos mercados incrementais com procuras independentes, segundo o princípio de que o desvio percentual entre o preço e o custo marginal em cada mercado deve ser inversamente proporcional à respectiva elasticidade-preço da procura, permite obter os preços marginais que compõem a tarifa óptima não-uniforme. Esta estrutura tarifária pode apresentar uma inclinação positiva (prémios em quantidade) ou negativa (descontos em quantidade), dependendo a mesma da relação entre ε e q . Se a elasticidade for diminuindo à medida que a quantidade aumenta, o preço P_U vai-se afastando cada vez mais do custo marginal e, em consequência, a tarifa seguirá uma trajectória ascendente; caso contrário, o seu percurso será no sentido descendente.

Goldman, Leland e Sibley (1984), enfatizam o facto da regra de Ramsey constituir um mecanismo bastante mais robusto do que à primeira vista se poderia pensar, pois proporciona uma ligação formal entre dois problemas aparentemente distintos: o da fixação de preços eficientes uniformes em empresas reguladas multiproduto, e o da determinação de preços eficientes não-uniformes em empresas que produzem apenas um único bem ou serviço. Ela constitui-se assim como um princípio unificador de toda a teoria dos preços eficientes.

3.4 Preços em Função da Intensidade de Consumo

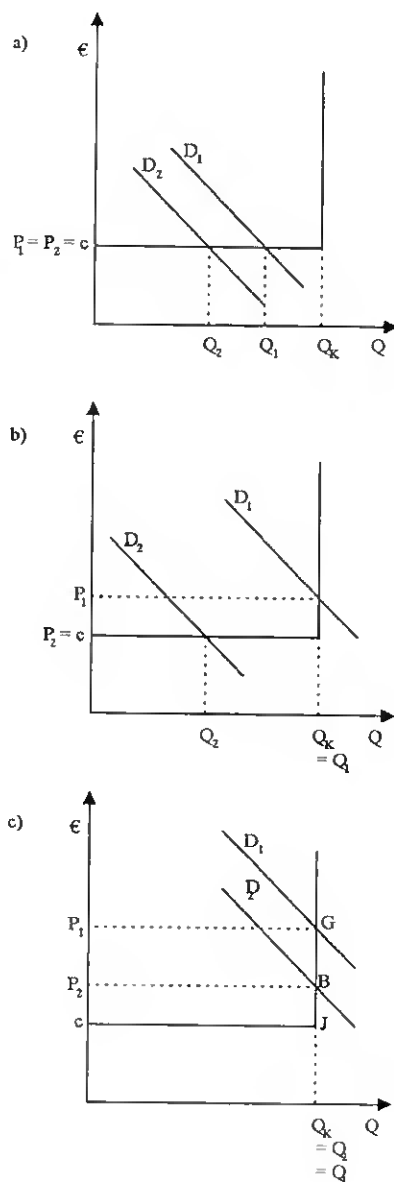
Nos modelos anteriores admitiu-se que a procura dirigida aos vários bens e serviços permanecia estável ao longo do tempo. Todavia, uma tal hipótese é pouco consistente com a actividade desenvolvida por muitas empresas de serviço público (e.g., água, electricidade, gás, telecomunicações, etc.), pois estas enfrentam na maior parte das vezes uma procura de carácter sazonal. No caso específico da indústria da água, os diversos tipos de consumo sofrem oscilações frequentes ao longo do ano, assistindo-se com regularidade a um aumento significativo dos mesmos durante os meses de Verão. A existência desta sazonalidade, aliada ao facto das empresas responsáveis pelos serviços de abastecimento de água e tratamento de esgotos utilizarem tecnologias capital-intensivas, e ao mesmo tempo produzirem bens cujo armazenamento não é viável do ponto de vista económico, leva a que as referidas empresas se deparem por vezes com algumas dificuldades em satisfazer as procuras correspondentes aos períodos de maior intensidade de consumo. Perante situações desta natureza, colocam-se dois problemas essenciais. O primeiro, tipicamente de curto-prazo, consiste na determinação dos preços óptimos que devem ser cobrados em cada período temporal, dada a capacidade disponível. O segundo, associado ao longo-prazo, prende-se com a definição do nível da capacidade óptima a ser instalada.

Comece-se por admitir uma empresa produtora de água com uma capacidade fixa Q_K , a qual designa o volume máximo de água (Q) que pode ser oferecido por unidade de tempo. A empresa suporta com as suas instalações um fluxo permanente de despesas, CF , e um custo marginal constante, c , por unidade de *output* produzido. Suponha-se também que a empresa enfrenta duas curvas de procura de mercado, D_1 e D_2 , associadas, respectivamente, aos períodos de maior e menor intensidade de consumo

(*peak* e *off-peak*), e que por isso, $D_1 > D_2$, para qualquer nível de preço. Assuma-se ainda que os dois ciclos têm a mesma duração (e.g., seis meses) e que as procuras são independentes entre si. Com estes pressupostos, a determinação dos preços óptimos pode ser analisada com base na Fig.3.4, onde o perfil da curva de custo marginal evidencia o facto de que a partir de Q_K não é possível aumentar a produção de água.

A Fig.3.4a ilustra a situação em que a procura de cada período fica aquém da capacidade disponível. Se o objectivo da empresa for a maximização do bem-estar, os preços terão que ser fixados ao nível do custo marginal, pagando os consumidores *peak* o preço P_1 e os consumidores *off-peak* o preço P_2 , ambos idênticos ao custo marginal c . Na Fig.3.4b, a quantidade procurada no período de menor intensidade de consumo (Q_2) continua a não exceder a capacidade (Q_K), mas o mesmo já não sucede com Q_1 , que vai para além de Q_K , quando $P_1 = c$. Neste caso, a optimalidade obriga a que o preço P_2 se mantenha ao nível do custo marginal e que o preço P_1 suba o suficiente para anular o excesso de procura. Finalmente, se a procura exceder a capacidade tanto num período como noutro, a Fig.3.4c mostra que os dois preços deverão afastar-se o suficiente do custo marginal para permitir a igualdade entre as procuras e a capacidade disponível. Em síntese, a regra de fixação de preços óptimos com procuras flutuantes e capacidade fixa estabelece o seguinte: se em cada período o consumo não exceder a capacidade, o preço deve ser fixado ao nível do custo marginal; caso contrário, o preço deverá subir o suficiente para fazer com que a procura iguale a capacidade.

Figura 3.4 Preços Óptimos com Procura Flutuante e Capacidade Fixa



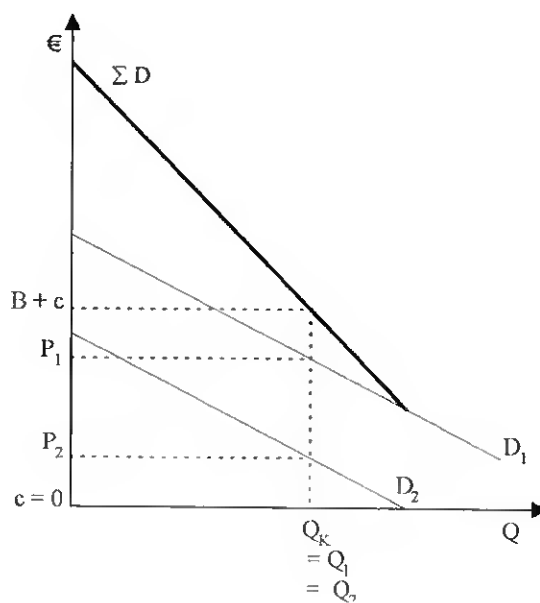
Esta regra de fixação de preços óptimos tem implicações distintas no que respeita aos lucros da empresa, pois estes podem ser negativos, positivos ou nulos. Quando o preço é fixado ao nível do custo marginal, o produtor cobre apenas os custos variáveis mas não os custos fixos, incorrendo assim numa perda de CF por período. Caso o preço suba acima do custo marginal para eliminar o excesso de procura, a empresa poderá auferir

um volume de receitas inferior, igual, ou mesmo superior ao montante dos custos fixos. Observe-se por exemplo a Fig.3.4.c, onde a empresa obtém um excesso de receitas nos períodos *peak* e *off-peak* de $[P_1 G J c]$ e $[P_2 B J c]$, respectivamente. Como os dois ciclos da procura têm a mesma dimensão, a média destas duas áreas fornece a receita média por período que excede o custo variável; consoante este valor, seja maior, menor ou igual aos custos fixos por período (CF), assim a empresa beneficiará de um lucro positivo, negativo ou nulo. Note-se que se o lucro for negativo, a empresa necessitará de um subsídio para permanecer em actividade, podendo este ser obtido de forma directa, ou através de um mecanismo de segundo óptimo do tipo preços Ramsey ou tarifa em duas partes.

No longo prazo, a capacidade pode ser ajustada e por isso constitui uma variável de escolha para o produtor. Admitindo que a mesma é divisível e custa B por unidade de *output* produzido, a empresa ofertante de água suportará um custo marginal de longo-prazo ($CMgLP$) no montante de $c + B$, caso haja lugar ao fornecimento de uma unidade adicional de capacidade, e um custo marginal de curto-prazo ($CMgCP$) no valor de c , caso a capacidade já esteja disponível. Colocando-se, neste contexto, a questão de saber qual é o nível óptimo de capacidade que permite satisfazer a procura em cada período, *Boiteux* (1949) e *Steiner* (1957), mostraram que a capacidade óptima é aquela que satisfaz a procura no período *peak* ($Q_K = Q_1$) e que ao mesmo tempo excede a respeitante ao período *off-peak* ($Q_K > Q_2$). Em tais circunstâncias, os preços que maximizam o bem-estar são dados por $P_1 = c + B$ e $P_2 = c$, ou o mesmo é dizer, a eficiência requer que os consumidores *peak* paguem o $CMgLP$ da oferta de água e que os consumidores *off-peak* suportem apenas o $CMgCP$.

A eficiência deste resultado pode no entanto ser posta em causa quando a procura no período *peak*, reagindo à imposição do preço P_1 , diminui de tal maneira que a respectiva quantidade procurada (Q_1) atinge um nível inferior ao do período *off-peak* (Q_2). Este fenómeno de desvio da procura, conhecido na teoria relativa à fixação de preços em função da intensidade de consumo por *shifting-peak case*, impede que a regra anterior seja aplicada, pois, se o fosse, conduziria a uma situação ineficiente em que os consumidores *off-peak* procurariam um volume de água superior ao da capacidade disponível. Steiner (1957), ao abordar este problema, propôs que o nível óptimo de capacidade e os respectivos preços fossem determinados através da técnica Samuelsoniana que consiste em somar verticalmente as procuras de mercado associadas a um bem público.

Figura 3.5 A Procura Agregada de Capacidade



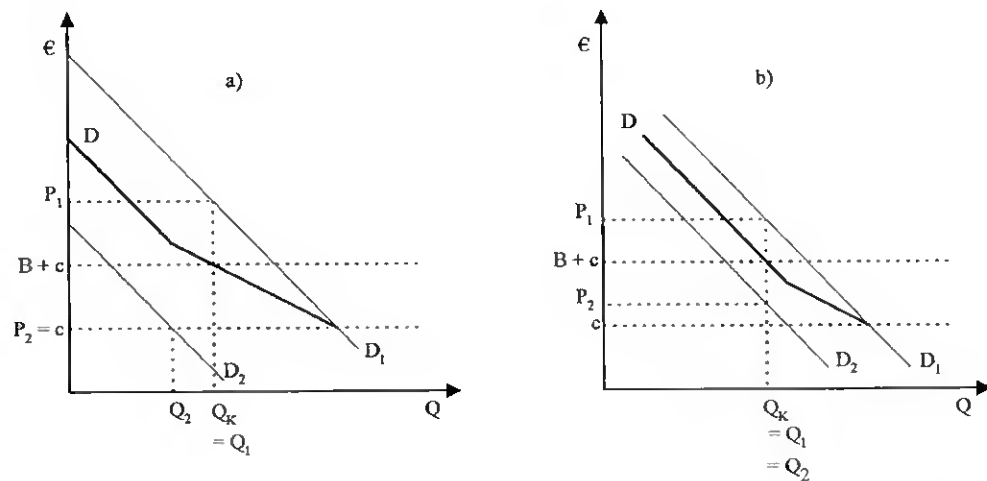
A utilização desta metodologia consta na Fig. 3.5, onde, para facilitar o raciocínio, se admite que custo marginal de curto prazo c é nulo. Considerando esta hipótese, as

curvas D_1 e D_2 expressam única e simplesmente a disponibilidade a pagar dos consumidores *peak* e *off-peak* por um qualquer nível de capacidade. Somando verticalmente estas duas curvas, obtém-se a curva de procura agregada de capacidade, ΣD , a qual, uma vez comparada com o custo de longo-prazo B , fornece o nível de capacidade óptima Q_K . Dado este nível de capacidade, os preços óptimos em cada período seriam P_1 e P_2 , com $P_1 + P_2 = B$. Note-se que existindo um custo operacional constante $c > 0$, poderia efectuar-se a mesma dedução subtraindo c a cada um dos preços, obtendo-se nesse caso $(P_1 - c) + (P_2 - c) = B$ ou $P_1 + P_2 = 2c + B$. Constate-se ainda que, neste caso em que há um desvio da procura, os consumidores *peak*, apesar de adquirirem uma quantidade de água idêntica à dos consumidores *off-peak* ($Q_1 = Q_2 = Q_K$), pagam um preço superior ao destes últimos. No entanto, e ao contrário do que sucedia na situação sem desvio da procura, não só os dois tipos de consumidores contribuem para o custo da capacidade (B) como também a mesma é plenamente utilizada em ambos os períodos.

O modelo de Steiner (1957), ao pressupor períodos temporais com a mesma dimensão, revela-se algo limitativo para analisar as situações onde é de todo aconselhável considerar ciclos de consumo com duração diferente. O caso específico do consumo de água constitui eventualmente uma dessas situações, pois é vulgar em determinadas áreas geográficas, devido às suas características climáticas, as procuras *peak* e *off-peak* diferirem na sua extensão temporal. Williamson (1966), visando ultrapassar aquela limitação do modelo, introduziu-lhe algumas modificações de forma a permitir que o mesmo adquirisse uma maior generalidade. Nesse âmbito, propôs que o nível óptimo de capacidade fosse determinado não com base na curva de procura agregada, ΣD , mas sim a partir de uma nova curva, D , que reflectisse a média ponderada das

disponibilidades a pagar por capacidade dos consumidores *peak* e *off-peak*, sendo as ponderações proporcionais à dimensão de cada período. As soluções geradas por este modelo mais geral podem observar-se na Fig. 3.6 onde, por motivos de comparação com a Fig.3.5, continua a pressupor-se que os ciclos *peak* e *off-peak* têm dimensão idêntica (i.e., seis meses).

Figura 3.6 Capacidade Ótima com Procura Flutuante



Construída a curva D , de acordo com a média ponderada $[P_1(Q) - c] \frac{1}{2} + [P_2(Q) - c] \frac{1}{2}$, a capacidade ótima, Q_k , é determinada novamente através da igualdade entre a referida curva e o custo marginal de longo prazo, $B + c$ ²³. Na Fig.3.6a, os consumidores *off-peak* pagam o preço ótimo, $P_2 = c$, e os consumidores *peak* o preço, P_1 , que engloba não só o custo marginal operacional, c , mas também a totalidade do custo da capacidade. A Fig. 3.6b, ao fornecer a mesma solução que a da Fig.3.5, mostra que os

²³ As ponderações $1/2$ e $1/2$, resultam do facto de se considerar que a duração de cada período é de 6 meses por ano, contudo, poderiam ser utilizadas quaisquer outras (e.g., $1/3$ e $2/3$ para 4 e 8 meses por ano).

preços óptimos nos ciclos *peak* e *off-peak* são, respectivamente, P_1 e P_2 , e que por isso ambos os tipos de consumidores contribuem para o custo da capacidade.

As soluções ilustradas na Fig.3.6 podem expressar-se com maior generalidade analítica através das condições (veja-se a sua dedução no Anexo 4):

$$P_1 = c + \frac{B}{w_1} \quad (3.15)$$

$$P_2 = c \quad (3.16)$$

$$w_1 P_1 + w_2 P_2 = c + B \quad , \quad (3.17)$$

onde w_1 e w_2 , designam as ponderações específicas de cada ciclo da procura, com $w_1 + w_2 = 1$.

Estas condições, para além de proporcionarem as regras relativas à fixação de preços eficientes com procura flutuante e períodos temporais de dimensão variada, reforçam a ideia de que devem ser os consumidores que determinam a capacidade do sistema de oferta de água a suportarem os custos envolvidos com a mesma, e assim sendo, uma vez que o aumento da capacidade é normalmente induzido pelos consumidores do período *peak*, são estes últimos que enfrentam os preços mais elevados.

A literatura sobre a fixação de preços em função da intensidade de consumo tem conhecido alguns desenvolvimentos desde os modelos de Steiner (1957) e Williamson (1966). A contribuição de Panzar (1976), por exemplo, assume alguma relevância para a questão da partilha dos custos de capacidade que acabou de ser analisada. O autor, mostra que a regra, segundo a qual apenas os consumidores que utilizam a capacidade

ao nível máximo contribuem para os custos da mesma, fica a dever-se essencialmente ao facto de a sua dedução se basear numa tecnologia de proporções fixas e não tanto à natureza oscilante da procura. Em particular, ele demonstra que no óptimo, quando se assume uma função de produção neoclássica, não só haverá excesso de capacidade em qualquer período, mas também que todos os períodos contribuem para o custo dessa mesma capacidade; no entanto, a maior contribuição continuará a ser do período com o nível de consumo mais elevado.

Mais recentemente, alguns artigos como por exemplo, os de Crew e Kleindorfer (1981), e Kleindorfer e Fernando (1993), entre outros, têm analisado as implicações para os níveis óptimos de capacidade e preços que derivam, quer da utilização de tecnologias múltiplas, quer de funções de procura e oferta num contexto de incerteza.

3.5 Preços Óptimos na Presença de Externalidades

Em todas as regras de fixação de preços eficientes analisadas ao longo deste capítulo esteve presente a hipótese de que não existiam externalidades, ou seja, admitiu-se sempre que os custos (benefícios) associados à decisões económicas individuais eram suportados na sua totalidade pelos próprios agentes que tomavam as decisões não havendo, por isso, qualquer divergência entre os custos (benefícios) privados e os custos (benefícios) sociais. No entanto, quando existem externalidades, os agentes económicos não suportam os custos (benefícios) globais das suas decisões, pois só muito raramente os efeitos externos são valorizados pelo mercado. O resultado é uma afectação ineficiente dos recursos devido à divergência entre os custos (benefícios) privados e sociais. Na presença de efeitos externos, a prescrição usual para promover a eficiência consiste em encontrar uma forma de fixar um preço para a externalidade e confrontar

depois o agente económico com esse preço de modo a que o mesmo possa internalizar todas as consequências da sua decisão.

Os efeitos externos manifestam-se em todos os sectores da actividade económica. No caso particular do sector de abastecimento urbano de água, assumem especial relevância as externalidades negativas (ou custos externos) geradas pelas águas residuais que resultam das diversas utilizações do recurso. Estas águas residuais, caso sejam enviadas para um meio receptor sem qualquer tratamento, ou se o mesmo for inadequado, provocam normalmente danos ambientais consideráveis. Para que os consumidores internalizem estes danos, torna-se necessário que o preço da água reflita os custos externos correspondentes ou, em alternativa, o montante monetário que a sociedade seja obrigada a despende para os evitar (os custos envolvidos com a recolha, o tratamento e a rejeição das águas residuais).

As regras que determinam os preços eficientes na presença de custos externos ambientais podem ser deduzidas no âmbito dos modelos de óptimo de 1º ou 2º grau. Considerando por agora a primeira situação, retome-se o quadro hipotético em que o monopolista natural responsável pelo abastecimento urbano de água produz o bem a um custo privado $C = C(Q) = C(\sum_{i=1}^n Q_i)$ e vende a quantidade Q nos i mercados disponíveis (residencial, comercial, industrial, etc.) enfrentando as funções de procura inversa $P_i = P(Q_i)$. Admitindo a hipótese adicional de que as águas residuais provenientes das diversas utilizações do recurso geram um custo externo ambiental, $CE = CE(\sum_{i=1}^n Q_i)$, e que o regulador (ou a empresa) continua interessado em maximizar o excedente social, W , o problema de optimização traduz-se no seguinte:

$$Max: \quad W = \sum_{i=1}^n \int_0^{Q_i} P_i(Q_i) dQ_i - C\left(\sum_{i=1}^n Q_i\right) - CE\left(\sum_{i=1}^n Q_i\right). \quad (3.18)$$

Resolvendo (3.18), obtém-se a solução de óptimo de 1º grau:

$$P_i(Q_i) = CMgP_i(Q_i) + CMgE_i(Q_i) = CMgS_i(Q_i), \quad (3.19)$$

onde, $CMgP_i$, $CMgE_i$ e $CMgS_i$, representam o custo marginal privado, o custo marginal externo e o custo marginal social, respectivamente. A equação (3.19), mostra que o preço óptimo da água em cada mercado i deverá igualar o correspondente custo marginal social, ou seja, o custo marginal privado do abastecimento de água acrescido do custo marginal externo gerado pelas águas residuais²⁴.

Esta regra de fixação de preços comporta no entanto o mesmo inconveniente que a sua congénere sem externalidades (eq. 3.4) – a empresa, devido à presença das economias de escala, não consegue obter as receitas suficientes para cobrir os custos totais. Se o regulador não aceitar a existência do défice e a empresa for obrigada a respeitar uma restrição de lucros nulos, o problema de maximização do excedente social passa a expressar-se por:

$$Max \quad W = \sum_{i=1}^n \int_0^{Q_i} P_i(Q_i) dQ_i - C\left(\sum_{i=1}^n Q_i\right) - CE\left(\sum_{i=1}^n Q_i\right)$$

$$s.a \quad \sum_{i=1}^n P_i Q_i = C\left(\sum_{i=1}^n Q_i\right) + CE\left(\sum_{i=1}^n Q_i\right). \quad (3.20)$$

²⁴ O custo marginal externo ($CMgE_i$) é o custo marginal de saneamento (recolha, tratamento e rejeição) das águas residuais – o montante monetário que a empresa despende para evitar o dano marginal.

A resolução de (3.20) fornece a regra:

$$\frac{P_i - CMgP_i - CMgE_i}{P_i} = \frac{\lambda}{1 + \lambda} \frac{1}{\varepsilon_i}, \quad (3.21)$$

que constitui a expressão dos preços Ramsey no contexto em que a empresa assume a responsabilidade pelos custos externos do consumo de água. O seu significado é basicamente o mesmo que o da versão sem externalidades (eq.3.6), residindo a única diferença no facto da regra da elasticidade inversa se aplicar ao custo marginal social e não ao custo marginal privado.

Os preços Ramsey apresentam todavia uma configuração diferente caso a empresa, por motivos legais ou de qualquer outra natureza, não assuma a responsabilidade pelos danos que as águas residuais possam causar no ambiente. Nesta situação, o problema do regulador toma a forma:

$$\begin{aligned} \text{Max.} \quad W &= \sum_{i=1}^n \int_0^{Q_i} P_i(Q_i) dQ_i - C\left(\sum_{i=1}^n Q_i\right) - CE\left(\sum_{i=1}^n Q_i\right) \\ \text{s.a} \quad \sum_{i=1}^n P_i Q_i &= C\left(\sum_{i=1}^n Q_i\right). \end{aligned} \quad (3.22)$$

Resolvendo (3.22), obtém-se a solução de óptimo de 2º grau²⁵ :

$$\frac{P_i - CMgP_i}{P_i} = \frac{\lambda}{1 + \lambda} \frac{1}{\varepsilon_i} + \frac{1}{1 + \lambda} \frac{CMgE_i}{P_i}. \quad (3.23)$$

À semelhança do que já sucedia com a regra anterior (eq.3.21), também a condição agora obtida mostra que o desvio percentual do preço da água face ao *CMgP* será tanto

²⁵ A equação (3.23) foi obtida segundo a metodologia utilizada no Anexo I.

maior (menor) quanto menor (maior) for a elasticidade-preço e maior (menor) o $CMgE$.
 Contudo, reescrevendo as regras (3.21) e (3.23) sob a forma:

$$P_i - CMgP_i = -\frac{\lambda}{1+\lambda} \frac{\partial P_i}{\partial Q_i} Q_i + CMgE_i \quad (3.21')$$

e

$$P_i - CMgP_i = -\frac{\lambda}{1+\lambda} \frac{\partial P_i}{\partial Q_i} Q_i + \frac{1}{1+\lambda} CMgE_i, \quad (3.23')$$

verifica-se que na primeira equação o acréscimo adicional do preço face ao $CMgP$ é exactamente igual ao $CMgE$, enquanto que na segunda, é de apenas $[(1/1+\lambda) CMgE]$. Por outras palavras, quando a empresa não assume a responsabilidade pelos custos ambientais, o preço de óptimo de 2º grau induz a que a externalidade não seja completamente internalizada.

Os preços determinados com base nas regras anteriores permitem que a empresa responsável pelo serviço de abastecimento urbano de água repercuta nos consumidores, total (eq. 3.19 e 3.21) ou parcialmente (eq. 3.23), os custos externos gerados pelas águas residuais. Na presença de um preço que reflecta os custos sociais da oferta de água, os utilizadores terão um incentivo para reduzir o consumo do bem e, por essa via, a produção de águas residuais. O resultado será uma melhoria da eficiência na utilização do recurso.

3.6 Conclusões

As empresas de serviço público são normalmente qualificadas como monopólios naturais pelo facto das suas funções de custo exibirem características subaditivas. Esta circunstância tem várias implicações em matéria de regulamentação, sobretudo no que respeita à fixação de preços. Se a política dos reguladores se circunscrever apenas à prossecução do objectivo da eficiência económica e não existir qualquer restrição de lucros, o preço de óptimo de 1º grau leva a que as empresas incorram em défices permanentes e tenham a necessidade de efectuar a cobertura dos mesmos através de subsídios governamentais. Caso as empresas sejam obrigadas a respeitar uma restrição de lucros nulos, o objectivo da maximização do bem-estar social só poderá ser alcançado no âmbito das estruturas de preços de segundo óptimo.

Ao longo do capítulo foram analisados vários preços de segundo óptimo: os preços Ramsey, as tarifas em duas-partes e as tarifas por blocos. Os preços Ramsey permitem que as empresas cumpram a restrição de lucros se fixarem os seus preços segundo a regra da elasticidade inversa. As tarifas em duas-partes possibilitam que se atinja o mesmo objectivo através da cobrança de uma taxa de acesso e um preço constante por unidade adicional de consumo. Quando a procura por acesso é insensível ao preço, a tarifa em duas-partes proporciona um resultado de óptimo de 1º grau, caso contrário, fornece apenas um resultado de segundo óptimo e as componentes da tarifa são consistentes com a regra de Ramsey. As tarifas por blocos, ao invés dos preços Ramsey e das tarifas em duas-partes, procuram respeitar a heterogeneidade das preferências dos consumidores e podem gerar um nível de bem-estar idêntico àquele que seria alcançado com a oferta de um conjunto diferenciado de tarifas em duas-partes. Além disso, quanto maior for o número de blocos destas estruturas tarifárias, mais elevado será o excedente

do consumidor. No limite, é possível conceber uma tarifa ótima contínua em que os preços marginais sejam determinados de acordo com a regra de Ramsey.

Quando as empresas de serviço público enfrentam uma procura de carácter sazonal e a sua capacidade não pode ser alterada, a regra de determinação dos preços óptimos estabelece o seguinte: se em cada período o consumo for menor que a capacidade disponível, o preço deve igualar o custo marginal de curto-prazo; se a procura exceder a capacidade quando o preço iguala o custo marginal, o preço deverá subir o suficiente até fazer com que a procura se ajuste à capacidade. No longo prazo, se a capacidade escolhida superar a procura no período *off-peak* e for apenas suficiente para satisfazer a procura no período *peak*, a eficiência requer que os consumidores *peak* paguem o custo marginal de longo prazo e os consumidores *off-peak* apenas o custo marginal de curto-prazo.

As regras de fixação de preços óptimos têm uma estrutura diferente quando se admite a existência de externalidades negativas. Se a empresa de serviço público estiver legalmente autorizada a incorrer num déficit, o preço é fixado ao nível do custo marginal social; se, pelo contrário, a empresa for obrigada a respeitar uma restrição de lucros nulos, os preços são determinados de acordo com uma regra do tipo Ramsey. Consoante a empresa assuma ou não a responsabilidade pelos custos externos, assim o preço induzirá a que a externalidade seja total ou parcialmente internalizada.

CAPÍTULO 4

A FUNÇÃO DE PROCURA DE ÁGUA

4.1 Introdução

O objectivo deste capítulo do trabalho é analisar do ponto de vista teórico os problemas que envolvem a modelação e a estimação das funções de procura urbana de água. Releva, numa primeira fase, as questões relacionadas com a escolha da forma funcional, a definição das variáveis explicativas e a sua unidade de medida, e numa segunda, as associadas à especificação da variável preço e às técnicas de estimação.

Para prosseguir o referido propósito, o capítulo está organizado da seguinte forma:

O ponto 4.2 caracteriza a água enquanto bem de consumo intermédio e bem de consumo final; discute os determinantes de cada tipo de procura; e analisa os problemas relacionados com as escolhas da forma funcional e da unidade observacional de referência para o estudo.

O ponto 4.3 examina as questões que se prendem com a representação da variável preço nas funções de procura de água quando o bem é adquirido de acordo com uma determinada estrutura de preços por blocos.

O ponto 4.4 debruça-se sobre as técnicas de estimação mais apropriadas para resolver os problemas econométricos resultantes da especificação das funções de procura com preços não-lineares.

A finalizar, o ponto 4.5 apresenta as conclusões teóricas essenciais sobre a modelação e a estimação das funções de procura residencial de água.

4.2 Variáveis Explicativas, Formas Funcionais e Unidade de Observação

Os usos da água podem classificar-se segundo vários critérios²⁶. Numa perspectiva estritamente económica, o recurso é susceptível de ser considerado como um bem de consumo intermédio ou um bem de consumo final. A água constitui um bem de consumo intermédio, quando é usada como factor de produção de outros bens ou serviços (e.g., produtos agrícolas, comerciais ou industriais), e assume a natureza de um bem de consumo final, quando é utilizada de forma directa por algum tipo de consumidor final (e.g., residencial ou recreativo). No primeiro caso, o utilizador da água é um produtor e a procura dirigida ao recurso reveste a forma de uma procura derivada – ela deriva da procura dos bens que são produzidos com o auxílio do factor produtivo água. Por exemplo, uma empresa competitiva que vise a maximização do lucro (π) e produza um bem y de acordo com a tecnologia $y = f(x_1, \dots, x_N)$, onde x_1, \dots, x_N , designam os *inputs* adquiridos aos preços w_1, \dots, w_N , e venda o bem ao preço p , determinará o montante óptimo de cada factor resolvendo o problema:

$$\max \pi = p f(x_1, \dots, x_N) - \sum_{k=1}^N w_k x_k \quad , \quad (4.1)$$

o qual fornece um conjunto de funções de procura derivada de factores do tipo :

$$x_k^* = x_k(w_1, \dots, w_N, p) \quad , \quad k = 1, \dots, N \quad . \quad (4.2)$$

²⁶ Recorde-se a este propósito o ponto 2.4 do Capítulo 2.

Nestas circunstâncias, se x_1 designar o *input* água, a procura derivada do recurso, ou seja, a quantidade de água que a empresa deverá adquirir de forma a maximizar o lucro, virá dada por $x_1^* = x_1(w_1, \dots, w_N, p)$.

No segundo caso, o utilizador da água é um consumidor e a procura dirigida ao recurso é entendida como uma procura final. Aqui, supondo que as preferências do consumidor (e.g., indivíduo ou família) são descritas pela função de utilidade $U = f(q_1, \dots, q_N)$ e que o mesmo dispõe do rendimento M para adquirir o bem água (q_1) e um conjunto de outros bens (q_2, \dots, q_N) aos preços p_1, \dots, p_N , as funções de procura ordinária para cada um dos bens são obtidas através do seguinte problema de maximização:

$$\begin{aligned} \max U &= f(q_1, \dots, q_N) \\ \text{s.a: } M &= p_1 q_1 + p_2 q_2 + \dots + p_N q_N \end{aligned} \quad (4.3)$$

e tomam a forma geral :

$$q_i^* = g_i(p_1, \dots, p_N, M) \quad , \quad i = 1, \dots, N \quad (4.4)$$

Ou seja, a quantidade óptima do bem água que o consumidor deverá adquirir quando dispõe de um rendimento M e enfrenta os preços dos bens p_1, \dots, p_N , será dada pela função de procura final $q_1^* = g_1(p_1, \dots, p_N, M)$.

Aquando da modelização e estimação das funções de procura derivada ou final, várias são as questões que necessitam de uma análise prévia. Entre elas salientam-se as escolhas relativas ao conjunto de variáveis explicativas, à forma funcional dos modelos, e à unidade observacional de referência. No que respeita ao primeiro aspecto, a equação

(4.2) sugere que os diversos tipos de procura derivada de água sejam explicados através do preço da própria água (w_1), do preço dos outros factores de produção (w_2, \dots, w_N) e do preço do *output* (p); por outro lado, a equação (4.4) recomenda que se utilizem como factores explicativos das várias procuras finais de água, o preço do próprio recurso (p_1), o preço dos outros bens (p_2, \dots, p_N), e o rendimento dos consumidores (M). Para além das variáveis económicas referidas, as duas categorias de função procura podem ainda ser influenciadas por determinantes do tipo demográfico (e.g., população, dimensão e composição do agregado familiar), físico (e.g., idade dos edifícios, tipo de cobertura vegetal) e/ou climático (e.g., temperatura, precipitação), e por isso devem também ser incluídos nas funções de procura a estimar. Considerando como exemplo a procura de água para fins residenciais, a lógica subjacente à inclusão destas variáveis não-económicas na função procura prende-se com o facto de que elas podem afectar de forma distinta os níveis de utilidade dos consumidores mesmo quando estes apresentam preferências idênticas para os diversos bens. Isto é, se \mathbf{z} designar o vector das variáveis não-económicas e $U = f(q_1, \dots, q_N, \mathbf{z})$ representar a função de utilidade, as eventuais diferenças em \mathbf{z} são susceptíveis de fazer com que os consumidores beneficiem de níveis diferentes de utilidade quando adquirem o mesmo cabaz de bens. Em consequência, a inclusão do vector \mathbf{z} na função de utilidade implica que a procura residencial de água dependa também de \mathbf{z} , e seja representada por uma função do tipo: $q_1^* = g_1(p_1, \dots, p_N, M, \mathbf{z})$.

Para além da escolha das variáveis explicativas, a especificação do modelo da procura envolve a escolha *ex ante* (prévia à estimação) de uma forma funcional. Existem várias alternativas que permitem determinar a expressão matemática das equações de procura a estimar. No caso da procura derivada, pode-se começar por: i) especificar uma forma

funcional explícita para a função de produção, $y = f(x_1, \dots, x_N)$, e em seguida, via maximização do lucro, deduzir a expressão das funções de procura ordinária dos factores de produção, $x_k^* = x_k(w_1, \dots, w_N, p)$; ii) especificar uma forma funcional explícita para a função lucro, $\pi = f(w_1, \dots, w_N, p)$, e depois, através do Lema de Hotelling, $(\partial \pi / \partial w_k = -x_k^*)$, obter as funções de procura ordinária dos *inputs*; ou, iii) especificar directamente uma forma funcional para as funções de procura, $x_k = x_k(w_1, \dots, w_N, p)$. Em qualquer das alternativas, a forma funcional obtida para as funções de procura de *inputs* deve permitir que estas sejam consistentes com o comportamento maximizador do lucro dos produtores, ou seja, as funções devem ser homogéneas de grau zero nos preços e exibir uma matriz de derivadas parciais em ordem ao preço dos *inputs*, simétrica e semidefinida negativa.

Quanto às formas funcionais para a procura de bens de consumo final, as alternativas são semelhantes e passam por: i) especificar uma forma funcional explícita para a função de utilidade directa, $U = f(q_1, \dots, q_N, \mathbf{z})$, e através da maximização da utilidade sujeita à restrição orçamental, obter a expressão das funções de procura dos bens, $q_i^* = g_i(p_1, \dots, p_N, M, \mathbf{z})$; ii) especificar uma forma funcional explícita para a função de utilidade indirecta, $U = \psi(p_1, \dots, p_N, M, \mathbf{z})$, e em seguida, via Identidade de Roy, $(q_i^* = -\frac{\partial \psi / \partial p_i}{\partial \psi / \partial M})$, deduzir as funções de procura ordinária dos bens; ou, iii) especificar directamente uma forma funcional para as funções de procura, $q_i = g_i(p_1, \dots, p_N, M, \mathbf{z})$. Independentemente da alternativa escolhida, a forma funcional das funções de procura dos bens deve possibilitar que estas sejam coerentes com o comportamento maximizador da utilidade dos consumidores, isto é, sejam

aditivas [$\sum p_i g_i(p_1, \dots, p_N, M, \mathbf{z}) = M$], homogéneas de grau zero nos preços e no rendimento, e admitam uma matriz de substituição de Slutsky simétrica e semidefinida negativa. (Mendes, 1993, Cap. 2)

Das soluções apresentadas, a segunda alternativa consubstancia-se como a de utilização mais comum, ou seja, começa-se por especificar uma forma funcional explícita para a função lucro (caso da procura derivada), ou para a função de utilidade indirecta (caso da procura de bens de consumo final), e em seguida, deduzem-se as formas funcionais das funções de procura, via Lema de Hotelling ou Identidade de Roy, respectivamente. Uma outra solução também muito frequente, em particular no âmbito da estimação empírica da procura de água, consiste em especificar directamente uma forma funcional para a função procura, sem que a mesma tenha sido deduzida a partir de uma função de lucro ou de utilidade indirecta. Contudo, este procedimento pode não assegurar que a função procura seja consistente com o comportamento otimizador dos agentes económicos envolvidos, e assim sendo, torna-se necessário testar se a equação de procura estimada satisfaz as indispensáveis condições de integrabilidade²⁷. Importa no entanto referir que no quadro de um problema de optimização modelado com apenas dois bens (factores), as funções de procura são sempre integráveis. Isto é, se admitirmos, por exemplo, um consumidor que adquire o bem água (q_1) e um bem compósito (q_2) aos preços p_1 e $p_2 = 1$, respectivamente, existe a garantia de que uma qualquer forma funcional escolhida à priori para a função procura de água será sempre consistente com a maximização da utilidade (Varian, 1992, Cap. 12). Havendo esta ampla liberdade de

²⁷ Esta questão, conhecida na teoria económica por “problema da integrabilidade”, consiste basicamente em saber se é possível a partir de um determinado sistema de funções de procura obter a função de lucro ou de utilidade indirecta que lhe deu origem. Para que tal seja possível, as funções de procura devem satisfazer as assim designadas “condições de integrabilidade”, isto é, necessitam de ser aditivas, homogéneas de grau zero nos preços, e gerar uma matriz dos termos de substituição simétrica e semidefinida negativa (Varian, 1992, Cap.8).

escolha, e dado que a estimação da procura de água é normalmente efectuada no âmbito de um modelo com dois bens, várias formas funcionais podem ser utilizadas, destacando-se entre elas, as equações:

$$\text{procura linear : } q_1 = \beta_0 + \beta_1 p_1 + \beta_2 M \quad (4.5)$$

$$\text{procura logarítmica : } \ln q_1 = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln p_1 + \beta_2 \ln M \quad (4.6)$$

$$\text{procura semi-logarítmica : } \ln q_1 = \beta_0 + \beta_1 p_1 + \beta_2 M \quad , \quad (4.7)$$

onde β_0 , β_1 e β_2 , constituem os parâmetros a estimar.

Cada uma destas equações está associada a uma função de utilidade indirecta específica, e a opção por uma ou por outra depende, entre outros aspectos, dos objectivos do estudo que se pretende levar a cabo. As formas funcionais (4.5) e (4.6) são bastante comuns, apresentando esta última a vantagem dos parâmetros β_1 e β_2 constituírem, respectivamente, as elasticidades preço e rendimento da procura. Contudo, apesar da sua atraente simplicidade interpretativa, tem a desvantagem de fornecer elasticidades constantes, isto é, independentes do nível das variáveis envolvidas. Em parte por esta razão, alguns autores (poucos) têm estimado a procura de água com base em formas funcionais flexíveis, as quais não exigem a imposição de restrições à priori sobre os parâmetros²⁸.

Para além das variáveis explicativas e das formas funcionais adequadas à estimação dos diversos modelos de procura de água, uma outra questão que necessariamente deverá

²⁸ A função Cobb-Douglas generalizada e a função translog, constituem exemplos de formas funcionais flexíveis.

ser objecto de análise prévia é a escolha da unidade observacional de referência para o estudo que se pretende empreender.

A unidade observacional consiste na entidade em relação à qual se processa a medição das variáveis a incluir no modelo de procura. Uma tal entidade é definida com base em três dimensões: sectorial, espacial e temporal. A primeira, refere-se à localização da entidade no seio das diversas categorias de uso, ou seja, define se o agente procura a água para fins residenciais, públicos, comerciais, industriais, ou quaisquer outros. Consoante o tipo de uso, assim a entidade poderá assumir a natureza de uma família, instituição pública ou empresa. Uma vez escolhida a dimensão sectorial da entidade consumidora do recurso, as variáveis que descrevem a respectiva função procura passam a ser medidas em relação ao sector ou tipo de uso considerado. Refira-se no entanto que, apesar de desejável, e devido ao facto de não se dispor da informação necessária, nem sempre é possível estimar a procura associada a um sector em particular, optando-se antes por efectuar a estimação com referência a um agregado de sectores. Quando isto assim sucede, haverá que ter cuidado com a interpretação dos resultados obtidos, pois os mesmos reportam-se a um conjunto de realidades heterogéneas.

A segunda dimensão que define a unidade observacional prende-se com a localização da entidade num certo espaço geográfico. Significa isto que as variáveis intervenientes em cada modelo de procura sectorial devem ser medidas em relação a uma determinada área geográfica, como por exemplo, um concelho, um distrito ou região, ou mesmo um país. A opção por uma ou por outra depende, mais uma vez, da disponibilidade de informação e do tipo de estudo que se pretenda levar a cabo. Também aqui, o grau de agregação escolhido (extensão da área geográfica) condicionará a interpretação dos

resultados, pois os mesmos, caso reflectam as condições médias da procura num distrito, poderão não espelhar a realidade que individualiza um concelho em particular. Os determinantes de cada tipo de procura de água variam normalmente em termos geográficos e por isso, quanto menor for a extensão da unidade espacial escolhida, maior será a aderência do modelo à realidade.

O terceiro critério definidor da unidade observacional respeita à sua localização no tempo, ou o mesmo é dizer, a medição das variáveis que descrevem a procura dos diversos agentes deve efectuar-se com referência a um determinado período temporal. A escolha da unidade de tempo dependerá, à semelhança do que acontecia no âmbito espacial, da disponibilidade de informação e dos objectivos inerentes ao estudo a empreender. Se o propósito for o de analisar a procura de água numa perspectiva sazonal, a opção deverá recair sobre uma unidade infraanual como por exemplo o mês ou o trimestre; se o referido objectivo não estiver presente na análise, o período de referência poderá ser o ano ou um outro qualquer. Em todo o caso, convirá não perder de vista que se a procura for estimada com base em dados anuais, os resultados obtidos retratam uma realidade temporalmente heterogénea, não permitindo evidenciar as flutuações que o consumo de água sofre ao longo do ano devido à influência de alguns dos seus determinantes, em particular, as variáveis climatéricas.

As escolhas respeitantes ao conjunto das variáveis explicativas, à forma funcional dos modelos e à unidade observacional de referência, são alguns dos problemas que condicionam a modelação e a estimação das funções de procura. Contudo, outros existem, e em especial os que decorrem do facto da água não ser em geral vendida a um preço uniforme mas sim através de preços por blocos. A utilização deste tipo de preços tem várias implicações, relevando-se entre elas as que se prendem com o equilíbrio do

agente procurante de água (consumidor ou empresa), a especificação das funções de procura e as próprias técnicas de estimação. Estas questões são objecto de análise nos pontos seguintes.

4.3 Especificação da Variável Preço

A preocupação fundamental dos vários estudos realizados nas últimas décadas sobre a procura urbana de água tem sido a de obter estimativas rigorosas para as elasticidades-preço e rendimento. Fortemente influenciados pela literatura desenvolvida no âmbito da procura de electricidade, a maior parte deles tem-se circunscrito à análise da procura de água para fins residenciais, sendo evidentes dois percursos distintos de investigação. O primeiro centrou-se nas questões relacionadas com a especificação teórica da procura, em particular sobre a forma apropriada de especificar a variável preço na presença de tarifas por blocos. O segundo incidiu nas técnicas de estimação adequadas à resolução dos problemas econométricos colocados pela especificação das funções de procura com aquele tipo de tarifas.

Considerando por agora o primeiro percurso de investigação, o motivo que lhe deu origem foi o facto do consumidor, ao adquirir a água segundo uma tarifa por blocos, se confrontar não com um preço único mas sim com vários: o preço marginal correspondente a cada bloco ou escalão de quantidade, e o preço médio, definido como a despesa total efectuada com a aquisição da água dividida pelo consumo total da mesma²⁹. Existindo esta diversidade de preços, é natural que tenha surgido a preocupação em saber qual a medida ou as medidas do preço que deveriam ser incluídas na função procura: o preço médio, o preço marginal ou a tarifa como um todo?

²⁹ Relembre-se o ponto 3.3.3 do Capítulo 3.

Tendo em vista o esclarecimento pormenorizado deste assunto, comece-se por recordar o modelo clássico em que o consumidor dispõe de um rendimento M para adquirir a água, q_w , e um bem composto, q_y , aos preços uniformes p_w e p_y . Nesta situação, dado que o preço é assumido como linear e por isso independente da quantidade, o preço marginal da água tem o mesmo valor que o preço médio, e assim sendo, a escolha da variável preço a incluir na função procura não levanta qualquer tipo de problema. O preço marginal assume-se como a variável relevante, pois o consumidor tomará sempre a decisão de adquirir ou não uma unidade adicional de água consoante o custo existente ao nível da margem.

Uma situação distinta ocorre, quando o consumidor adquire a água a um preço não-uniforme. Aqui, o facto do preço médio diferir do preço marginal faz com que a escolha da variável preço a incluir na função procura não seja tão evidente. Para analisar isso, retome-se o modelo anterior e considere-se que a água passa a ser vendida de acordo com a seguinte tarifa por blocos crescentes em quatro-partes: uma taxa de acesso fixa, p_A , e três escalões de consumo, $0 - q^1$, $q^1 - q^2$ e $q^2 - \infty$, cobrados aos preços p^1 , p^2 e p^3 , respectivamente³⁰. Em termos formais, a componente variável da tarifa pode escrever-se como:

³⁰ A opção por modelar o problema através de uma tarifa por blocos crescentes deve-se ao facto de ser esta a estrutura tarifária predominante nos vários concelhos do Algarve. Por outro lado, a consideração de uma taxa de acesso, p_A , pretende levar em linha de conta a circunstância dos consumidores efectuarem um pagamento fixo pelo aluguer do contador.

$$\begin{aligned}
p_w(q_w) &= p^1 & , & \quad 0 < q \leq q^1 \\
&= p^2 & , & \quad q^1 < q \leq q^2 \\
&= p^3 & , & \quad q > q^2
\end{aligned}$$

onde, q , indica a quantidade de água adquirida pelo consumidor.

Com a tarifa assim definida, a restrição orçamental do consumidor assume uma forma não-linear, do tipo:

$$M = p_A + m_1(p^1, q, q^1, q^2) + m_2(p^2, q, q^1, q^2) + m_3(p^3, q, q^2) + p_y q_y, \quad (4.8)$$

onde,

$$m_1(p^1, q, q^1, q^2) = \begin{cases} 0 & , & q = 0 \\ p^1 q & , & 0 < q \leq q^1 \\ p^1 q^1 & , & q^1 < q \leq q^2 \\ p^1 q^1 & , & q > q^2 \end{cases} ,$$

$$m_2(p^2, q, q^1, q^2) = \begin{cases} 0 & , & q \leq q^1 \\ p^2 (q - q^1) & , & q^1 < q \leq q^2 \\ p^2 (q^2 - q^1) & , & q > q^2 \end{cases} ,$$

$$m_3(p^3, q, q^2) = \begin{cases} 0 & , & q \leq q^2 \\ p^3 (q - q^2) & , & q > q^2 \end{cases} .$$

De (4.8) deduz-se facilmente as expressões para a ordenada e a abcissa na origem.

Quando o consumidor despende todo o seu rendimento na aquisição do bem composto

$$y, \quad q = 0 \quad \text{e} \quad m_1(\cdot) = m_2(\cdot) = m_3(\cdot) = 0 \quad , \quad \text{pelo que} \quad M = p_A + p_y q_y \quad \text{e} \quad q_y = \frac{M - p_A}{p_y} .$$

Quando a totalidade do rendimento é afectado à aquisição do bem água, $q_y = 0$ e $q > q^2$. Neste caso tem-se, $m_1(\cdot) = p^1 q^1$, $m_2(\cdot) = p^2 (q^2 - q^1)$ e $m_3(\cdot) = p^3 (q - q^2)$, pelo que:

$$M = p_A + p^1 q^1 + p^2 (q^2 - q^1) + p^3 (q - q^2)$$

ou

$$q = \frac{M - p_A - p^1 q^1 - p^2 (q^2 - q^1) + p^3 q^2}{p^3}.$$

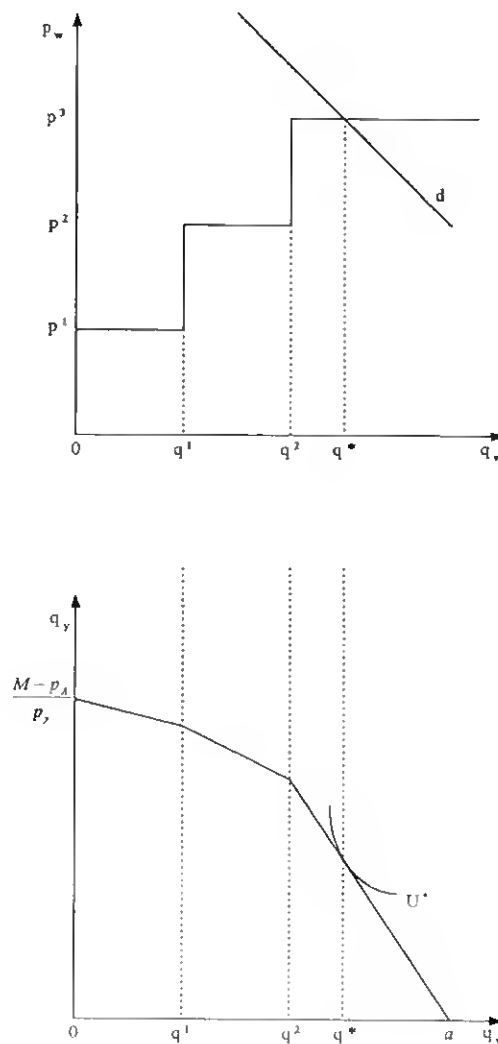
A restrição orçamental (4.8) e a tarifa por blocos que lhe deu origem constam na Fig.4.1, onde, a , designa a abcissa na origem deduzida acima. Repare-se na inclinação progressiva dos segmentos de recta da restrição associados aos primeiro, segundo e terceiro blocos, os quais têm um declive de $-\frac{p^1}{p_y}$, $-\frac{p^2}{p_y}$ e $-\frac{p^3}{p_y}$, respectivamente.

Atente-se também na possibilidade do consumidor se poder situar em qualquer um dos segmentos ou num dos vértices (pontos de dobra), tudo dependendo de qual a posição que lhe proporciona a utilidade mais elevada. Por exemplo, o indivíduo com a curva de indiferença U^* está a maximizar a utilidade no segmento cujo declive é $-\frac{p^3}{p_y}$.

A existência de uma restrição orçamental não-linear tem várias consequências para a dedução das funções de procura. Uma primeira, é que o equilíbrio do consumidor não pode ser derivado através do cálculo diferencial utilizado na teoria clássica. Isto não quer dizer que as funções de procura não continuem a existir, o que não podem é ser deduzidas analiticamente a partir das condições de primeira ordem do problema da maximização da utilidade. Uma segunda, é que as funções de procura são descontínuas, situando-se os pontos de descontinuidade nas quantidades que definem a mudança de

um escalão para outro. Uma terceira consequência é que muitos consumidores, mesmo possuindo preferências diferentes, optam por consumir nos pontos de dobra da restrição orçamental em detrimento de qualquer outro (na Fig.4.1, pode supor-se a existência de várias curvas de indiferença tocando o vértice correspondente à quantidade q^2). Este facto contraria a teoria clássica do consumidor, a qual prevê que as diferenças nas preferências levam a níveis diferentes de consumo.

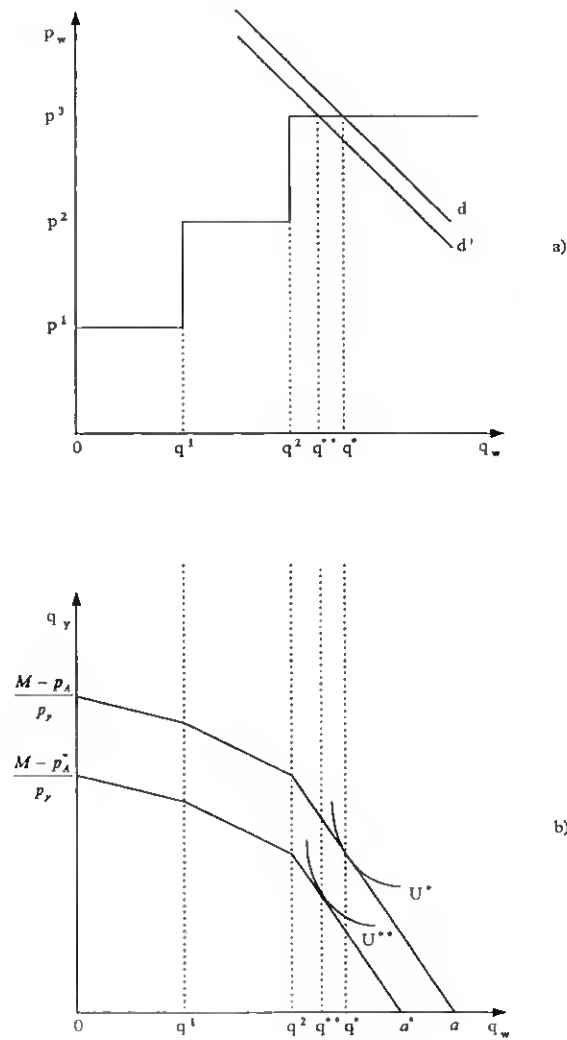
Figura 4.1 A Restrição Orçamental com Tarifas por Blocos Crescentes



A impossibilidade analítica de se proceder à determinação das funções de procura na presença de preços por blocos, levanta alguns obstáculos à estimação empírica da procura de água. Idealmente, seria desejável incluir na função uma variável que representasse a estrutura tarifária como um todo, pois é com base nela que os indivíduos tomam as suas decisões de consumo, todavia, uma tal variável revelar-se-ia demasiado complexa e originaria problemas econométricos significativos. Em face disto, a solução mais apropriada parece ser a de investigar qual a variável ou variáveis preço capazes de representar com maior fidelidade a tarifa que o consumidor enfrenta e que, uma vez incluídas como regressores na função a estimar, permitam obter uma aproximação à verdadeira função de procura de água. O preço marginal constitui-se como uma variável a ser considerada, porque é ao nível da margem que o consumidor compara benefícios com custos, no entanto, apesar de algo apelativa, será que esta medida do preço é capaz de por si só se consubstanciar como uma representação adequada da estrutura tarifária em causa? Por outras palavras, será que ela é susceptível de explicar o comportamento do consumidor aquando de uma alteração nos outros componentes da tarifa? No intuito de se encontrar uma resposta para estas questões, regresse-se ao modelo representado na Fig. 4.1 e investigue-se os efeitos de um aumento da taxa de acesso, dos preços inframarginais e do preço marginal.

Continuando a admitir que o indivíduo está em equilíbrio no terceiro bloco, onde se depara com o preço marginal p^3 e os preços inframarginais p^1 e p^2 , observe-se através da Fig. 4.2 os efeitos de um aumento da taxa de acesso de p_A para p_A^* , mantendo-se constantes todas as outras variáveis envolvidas (o preço do bem compósito, os preços inframarginais, o preço marginal e o rendimento).

Figura 4.2 O Efeito de um Aumento da Taxa de Acesso



Inicialmente, quando confrontado com a taxa de acesso p_A , o consumidor adquire o volume de água q^* . Com a subida da mesma para p_A^* , a restrição orçamental desloca-se paralelamente e para baixo, levando a que o consumidor alcance um novo equilíbrio no ponto de tangência da curva de indiferença U^{**} com o segmento definido por $[q^2, a^*]$, onde, $a^* = \frac{M - p_A^* - p^1 q^1 - p^2 (q^2 - q^1) + p^3 q^2}{p^3}$, designa a nova abcissa na origem. Ao

adquirir agora a quantidade q^{**} , o indivíduo vê o seu consumo reduzir-se de $q^* - q^{**}$,

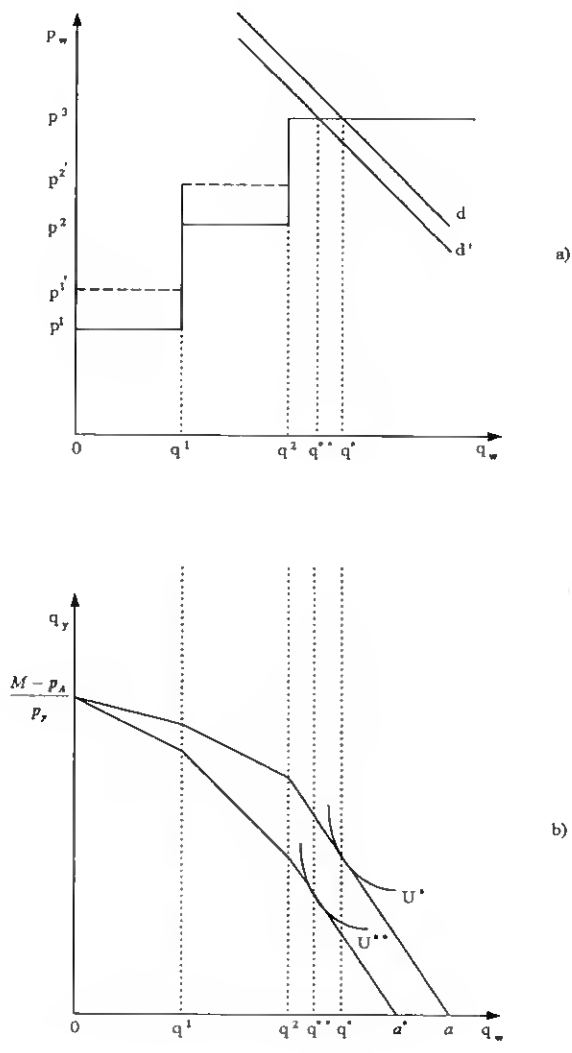
montante que constitui o efeito total do aumento da taxa de acesso. Este efeito pode decompor-se em duas parcelas: um efeito substituição e um efeito rendimento, porém, como se depreende facilmente através do recurso à técnica de decomposição Hicksiana, o efeito substituição é nulo, e assim sendo, apenas o efeito rendimento é o responsável pela redução do consumo. Isto reflecte-se também na Fig.4.2a, onde se observa o deslocamento da curva de procura d para d' . Concluindo, as variações na taxa de acesso geram apenas um efeito rendimento.

Examinem-se agora na Fig. 4.3, os efeitos de uma subida nos preços inframarginais de p^1 para p^1' e de p^2 para p^2' , mantendo-se constantes as outras variáveis. Com os novos preços, os quais se encontram representados a tracejado na Fig.4.3a, a restrição orçamental sofre um deslocamento para baixo, contudo, apenas os segmentos de recta associados aos preços dos primeiro e segundo blocos aumentam de inclinação. O novo equilíbrio do consumidor ocorre no ponto onde a curva de indiferença U^{**} tangencia o segmento da restrição orçamental definido por $[q^2, a^*]$, onde,

$$a^* = \frac{M - p_A - p^1 q^1 - p^2 (q^2 - q^1) + p^3 q^2}{p^3},$$

designa a correspondente abcissa na origem. O indivíduo reduz o consumo de água de q^* para q^{**} , e conseqüentemente, o efeito total do aumento dos preços inframarginais é dado por $q^* - q^{**}$, montante que pode decompor-se num efeito substituição e num efeito rendimento. Todavia, à semelhança do caso anterior, também aqui o recurso à decomposição de Hicks mostra que o efeito substituição é nulo, e por isso, todo o efeito total é exclusivamente um efeito rendimento. Este facto encontra-se reflectido na Fig.4.3b, onde se pode observar a deslocação da curva de procura d para d' . Concluindo, as variações nos preços inframarginais induzem apenas um efeito rendimento.

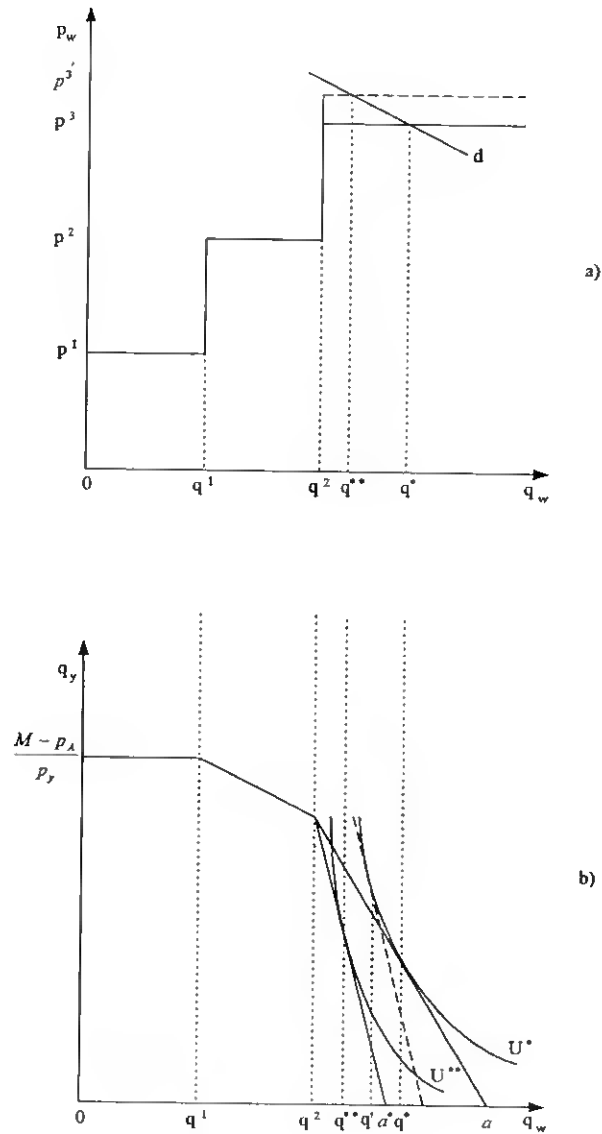
Figura 4.3 O Efeito de um Aumento dos Preços Inframarginais



Analisem-se finalmente na Fig.4.4, os efeitos de uma subida no preço marginal da água de p^3 para $p^{3'}$, mantendo-se constantes todas as outras variáveis. O aumento do preço marginal evidenciado na Fig.4.4a' reflecte-se na Fig.4.4b através do declive mais acentuado do segmento da restrição orçamental correspondente ao terceiro bloco de consumo. O novo equilíbrio do consumidor ocorre no ponto onde a curva de indiferença U^{**} tangencia o segmento da restrição orçamental definido por $[q^2, a^*]$, onde,

$$a^* = \frac{M - p_A - p^1 q^1 - p^2 (q^2 - q^1) + p^{3'} q^2}{p^{3'}} , \text{ designa a respectiva abcissa na origem.}$$

Figura 4.4 O Efeito de um Aumento do Preço Marginal



Uma vez que o indivíduo reduz o consumo de água de q^* para q^{**} , o efeito total do aumento do preço marginal expressa-se por $q^* - q^{**}$, montante que pode decompor-se num efeito substituição e num efeito rendimento. Recorrendo mais uma vez à técnica de decomposição Hicksiana, o efeito substituição é agora dado por $q^* - q'$, e o efeito rendimento por, $q' - q^{**}$. Repare-se que, tal como sucede no modelo clássico com um preço uniforme, a subida do preço marginal da água induz o consumidor a se deslocar

ao longo da curva de procura d , facto que se pode observar na Fig.4.4a . Concluindo, as variações no preço marginal levam a um efeito substituição e a um efeito rendimento.

Os exemplos acabados de apresentar mostram que as alterações nas várias componentes de uma tarifa por blocos (taxa de acesso, preços inframarginais e preço marginal) têm implicações diferentes para o equilíbrio do consumidor: as variações no preço marginal, geram um efeito substituição e um efeito rendimento, as alterações na taxa de acesso ou nos preços inframarginais, induzem apenas um efeito rendimento. Este facto sugere que na escolha da variável ou variáveis preço a incluir na função procura, há toda a conveniência em optar por aquela ou aquelas que tenham a capacidade de captar os dois tipos de efeito que condicionam a decisão do consumidor. Levando isto em linha de conta, e considerando a sugestão de Taylor (1975), poder-se-ia incluir na função procura de água as seguintes variáveis preço:

- i) Um preço médio, calculado como a despesa total suportada pelo consumidor até ao último bloco inframarginal dividida pelo correspondente volume de água adquirido, ou seja,

$$PMe^* = \frac{p_A + p^1 q^1 + p^2 (q^2 - q^1) + p^3 (q^3 - q^2) + \dots + p^{k-1} (q^{k-1} - q^{k-2})}{q^{k-1}}, \quad (4.9)$$

onde, k designa o bloco marginal (aquele em que se situa o consumidor), e PMe^* , o preço médio.

Ou, em alternativa, como também sugere Taylor (1975), apenas a despesa total (DT^*) efectuada até ao último bloco inframarginal – o numerador da equação (4.9).

A utilização do PMe^* ou da DT^* permite levar em consideração o efeito rendimento puro induzido pela taxa de acesso e pelos preços inframarginais.

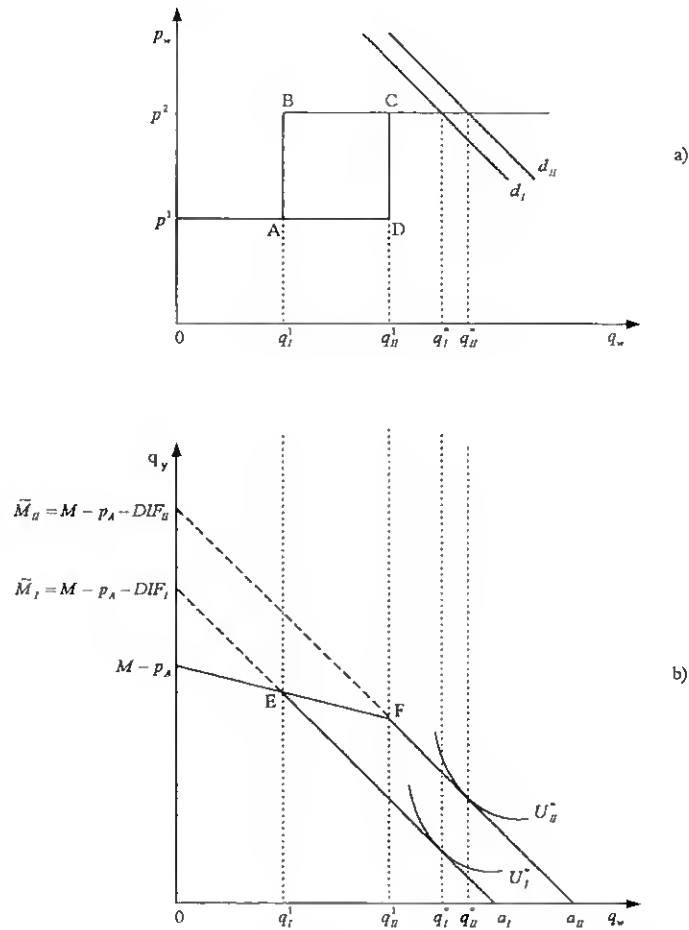
- ii) Um preço marginal (PMg), ou seja, o preço do bloco onde o consumidor adquire a última unidade de água, de forma a apreender essencialmente o efeito substituição a ele associado.

Todavia, a especificação do preço da água com base nas variáveis PMg e PMe^* ou PMg e DT^* , pode não constituir a forma mais eficaz de representar algumas tarifas por blocos, em particular aquelas que, apesar de diferentes, geram os mesmos valores para as variáveis acima referidas. Considere-se, por exemplo, a situação descrita na Fig. 4.5³¹, onde se ilustra o comportamento do consumidor perante duas tarifas (I e II) com dois blocos diferentes e os mesmos preços médio e marginal.

Na tarifa I , a extensão do primeiro bloco de consumo é $0 - q_I^1$, enquanto na tarifa II é $0 - q_{II}^1$, contudo, ambas as estruturas apresentam um valor idêntico para os preços marginal e médio no valor de p^2 e p^1 , respectivamente (Fig.4.5a). Ao deparar-se com a primeira tarifa, o consumidor atinge o equilíbrio no ponto em que a curva de indiferença U_I^* tangencia o segmento de recta da restrição orçamental dado por $[E, \alpha_I]$, adquirindo q_I^* unidades de água; quando confrontado com a segunda tarifa, o consumidor alcança o equilíbrio no ponto em que a curva de indiferença U_{II}^* é tangente ao segmento de recta da restrição dado por $[F, \alpha_{II}]$, comprando q_{II}^* unidades de água (Fig. 4.5b).

³¹ O preço do bem y foi considerado como numérico, ou seja, $p_y = 1$.

Figura 4.5 O Equilíbrio do Consumidor com Tarifas por Blocos Diferentes e Preços Médio e Marginal Idênticos



Esta situação, em que duas tarifas por blocos diferentes com os mesmos preços médio e marginal conduzem a equilíbrios distintos quando seria de prever que conduzissem a um só nível óptimo de consumo, levou Nordin (1976) a sugerir que a especificação de Taylor fosse modificada de forma a incorporar, para além do preço marginal, uma variável capaz de apreender o efeito rendimento gerado por quaisquer alterações nas componentes inframarginais das tarifas, incluindo a própria extensão dos blocos. Nesse sentido, propôs que o PMe^* (ou, em alternativa, a DT^*) passasse a ser representado por uma variável definida como a diferença entre a despesa efectuada pelo consumidor até ao último bloco inframarginal e a despesa que seria necessário suportar caso o

respectivo volume de água fosse adquirido ao preço marginal. Formalmente, a referida variável, pode escrever-se como:

$$DIF = DT^* - (p_A + p^k q^{k-1})$$

ou

$$DIF = \sum_{i=1}^{k-1} (p^i - p^k) (q^i - q^{i-1}), \quad (4.10)$$

onde, p^k , indica o preço do bloco marginal, e DIF , designa a “ variável diferença “, conforme é frequentemente denominada. Repare-se que na expressão anterior, as extensões dos blocos são ponderadas pelas diferenças entre os preços inframarginais e o preço marginal, facto que não acontecia com as variáveis PMe^* e DT^* .

Esta variável diferença, pode ser entendida como um subsídio que teria de ser atribuído ao consumidor para que o mesmo pudesse adquirir um qualquer volume de água ao preço marginal. Ou ainda, como uma diferença entre dois excedentes do consumidor: o que o indivíduo obterá caso pague a totalidade da água ao preço marginal e aquele que efectivamente beneficia quando a água é cobrada através de uma estrutura tarifária por blocos. Por outras palavras, para o consumidor é indiferente, receber o subsídio e pagar a água ao preço marginal, ou não o receber, e adquirir a mesma ao preço por blocos vigente. Note-se, por outro lado, que devido ao tipo de tarifa em consideração – escalões crescentes –, a variável diferença é negativa, pois em (4.10), $p^i < p^k$.

Regresse-se agora à Fig.4.5 para clarificar alguns destes aspectos e ao mesmo tempo evidenciar a superioridade explicativa da DIF face ao PMe^* , no que respeita ao comportamento do consumidor. Inicialmente, com a tarifa I , a variável diferença vem dada pela área $[p^1 AB p^2]$, e o consumidor tanto lhe faz adquirir o volume de água q_I^*

com o rendimento $M - p_A$ à tarifa vigente, ou com a quantia $\tilde{M}_I = M - p_A - DIF_I$ ³², ao preço marginal p^2 . Quando confrontado com a tarifa II , o consumidor passa a beneficiar de uma DIF no montante de $[p^1 DC p^2]$, maior (em valor absoluto) do que a obtida com I , e em consequência, para ele é indiferente, possuir o rendimento $M - p_A$ e comprar q_{II}^* unidades de água à tarifa vigente, ou dispor do quantitativo $\tilde{M}_{II} = M - p_A - DIF_{II}$ ³³, e adquirir as mesmas unidades ao preço marginal p^2 . Atente-se, por outro lado, que a decorrente alteração no nível de equilíbrio do consumidor não poderia ser explicada pelo PMe^* , pois este, ao não captar o efeito rendimento $(q_{II}^* - q_I^*)$ gerado pela maior extensão do primeiro bloco de preços e apreendido pela variável diferença, prediria que o consumo permanecesse inalterado em q_I^* com qualquer das tarifas.

A proposta de Nordin (1976), no sentido de se especificar uma dada estrutura de preços por blocos numa função de procura através das variáveis PMg e DIF , parece assim configurar-se como uma solução de maior poder explicativo do que a sugerida por Taylor (1975). O PMg continua a ser a variável eleita para captar essencialmente o efeito substituição, mas a DIF permite não só apreender o efeito rendimento induzido pelas alterações nos preços inframarginais como também o associado às variações na extensão dos blocos da tarifa.

A resposta para a questão que preocupava desde há muito os investigadores, sobre qual deveria ser o preço relevante a incluir na função de procura de bens vendidos a preços não-uniformes, parece finalmente ter sido encontrada. Do atrás exposto, depreende-se

³² A variável \tilde{M} designa-se normalmente por “rendimento virtual” (Moffit, 1990).

³³ Note-se que $\tilde{M}_I < \tilde{M}_{II}$, uma vez que $DIF < 0$ e $DIF_{II} < DIF_I$.

de forma clara que a especificação só com o *PMg*, como o fizeram Howe e Linaweaver (1967) e Gibbs (1978), em estudos sobre a procura residencial de água nos EUA, não leva em linha de conta os efeitos rendimento causados pelas variações nas componentes inframarginais das tarifas, explicando apenas o comportamento do consumidor num determinado segmento da restrição orçamental; além disso, o mesmo *PMg* pode ainda estar associado a diferentes estruturas de preços por blocos. Por outro lado, a especificação baseada unicamente no *PMe* e seguida por autores como Wong (1972), Young (1973) ou Foster e Beattie (1979), também não constitui a melhor solução, pois esta variável não permite distinguir os efeitos gerados pelas diversas componentes da estrutura tarifária; acresce ainda que a diferentes tarifas pode corresponder o mesmo *PMe*. Consequentemente, a solução que se apresenta como razoável para predizer o comportamento do consumidor face a uma estrutura de preços por blocos, será a de especificar as funções de procura através das variáveis *PMg* e *DIF*.

Esta especificação, baseada no modelo teórico de Taylor/Nordin, foi objecto de numerosos testes empíricos ao longo da década de 1980, em particular a sua predição de que os coeficientes das variáveis diferença e rendimento deveriam ser iguais em magnitude mas opostos em sinal³⁴. A grande maioria dos estudos então efectuados (Billings e Agthe, 1980; Howe, 1982; Jones e Morris, 1984; Chicoine, Deller e Ramamurthy, 1986; Nieswiadomy e Molina, 1988 e 1989, entre outros) concluiu que os coeficientes das variáveis *DIF* e *M* apresentavam os sinais esperados mas, ao contrário do previsto pela teoria, divergiam bastante em magnitude.

³⁴ A predição de que os coeficientes das variáveis rendimento e diferença devem ser da mesma magnitude mas de sinais opostos, deriva do facto dos efeitos rendimento originados pela estrutura inframarginal da tarifa terem o mesmo impacto no consumo do que os efeitos rendimento induzidos pelas variações do próprio rendimento. Na Fig.4.5, por exemplo, e admitindo que a água é um bem normal, uma diminuição em *M* levaria a uma redução no consumo equivalente à que se verificaria caso o preço inframarginal p^1 tivesse subido, ou o mesmo é dizer, a *DIF* tivesse aumentado (menos negativa).

4.4 Técnicas de Estimação

No início do ponto anterior do trabalho referiu-se que eram evidentes dois percursos distintos de investigação na literatura sobre a procura urbana de água. O primeiro, centrado nas questões relacionadas com a especificação da variável preço na presença de tarifas por blocos, já foi descrito com algum detalhe; o segundo, relacionado com as técnicas de estimação das funções de procura, vai agora ser abordado.

Esta segunda trajectória de investigação encontrou o seu fundamento no facto da metodologia vulgarmente utilizada para estimar as funções de procura de bens vendidos a preços por blocos e baseada nos mínimos quadrados ordinários (OLS), conduzir frequentemente a estimativas enviesadas e inconsistentes devido aos eventuais erros de medida e à presença de simultaneidade na maioria dos modelos. Ambos os problemas estão relacionados com a determinação *ex post* das variáveis preço e quantidade. O primeiro, deriva da possibilidade de um erro de medida substancial na quantidade observada de água gerar um deslocamento de q_w para um bloco de consumo errado, induzindo a que as variáveis preço (e.g., *PMg* e *DIF*) incluídas na função procura, as quais dependem de q_w , reflectam também aquele erro inicial de medida e sejam, por isso, avaliadas *a posteriori* de forma incorrecta³⁵. Esta circunstância, leva a que as mesmas variáveis passem a estar correlacionadas com o termo do erro inserido na regressão, violando assim uma das hipóteses clássicas necessárias à aplicação do OLS.

O segundo problema tem a ver com a relação biunívoca existente entre a quantidade q_w e as variáveis *PMg* e *DIF*. Tanto uma como outra são variáveis *ex post*, no sentido em

³⁵ Os erros de medida no consumo de água podem resultar de um funcionamento deficiente dos contadores ou de possíveis lapsos na sua leitura.

que o seu cálculo só pode ser efectuado após o conhecimento *a posteriori* do valor de q_w , contudo, a quantidade também depende do PMg e da DIF , uma vez que estas variáveis influenciam a decisão do consumidor sobre o volume de água a adquirir. Está-se assim perante um problema de simultaneidade em que o preço determina e é ao mesmo tempo determinado pela quantidade consumida. Isto implica que as variáveis explicativas PMg e DIF , pelo facto de assumirem um carácter aleatório devido à sua ligação a q_w , passem também a estar correlacionadas com o termo do erro da regressão, impedindo igualmente que a função de procura de água seja estimada via OLS.

Dado que o objectivo central da estimação das funções de procura de água é obter estimativas rigorosas para as elasticidades-preço, percebe-se que a preocupação em torno do problema do enviesamento tenha suscitado o interesse de alguns investigadores sobre a melhor forma de o ultrapassar. Nesse sentido, foram surgindo vários estudos com propostas de técnicas de estimação alternativas, assentes basicamente na construção de variáveis instrumentais para o preço marginal e a diferença. Três dessas propostas têm sido comumente utilizadas em estudos sobre procura residencial de água.

A primeira, sugerida por Wilder e Willenborg (1975) num estudo sobre a procura de electricidade e utilizada posteriormente por Nieswiadomy e Molina (1989) para estimar uma função de procura residencial de água, baseia-se numa metodologia dos mínimos quadrados em dois passos. No primeiro passo, conforme se ilustra nas equações (4.11) e (4.12), os valores observados do preço marginal (PMg_i) e da diferença (DIF_i) são regredidos sobre um conjunto de instrumentos que inclui o vector de preços marginais

(\mathbf{PMg}_i) e o preço de acesso (p_{Ai}) consignados em cada tarifa; o rendimento disponível da família (M_i); e um vector de variáveis não-económicas (\mathbf{Z}_i):

$$PMg_i = f(\mathbf{PMg}_i, p_{Ai}, M_i, \mathbf{Z}_i, u_i) \quad (4.11)$$

$$DIF_i = f(\mathbf{PMg}_i, p_{Ai}, M_i, \mathbf{Z}_i, v_i), \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (4.12)$$

sendo, u_i e v_i , as variáveis residuais.

No segundo passo, os valores ajustados \hat{PMg}_{IVi} e \hat{DIF}_{IVi} são incluídos como regressores na equação da procura, estimando-se³⁶:

$$q_{wi} = f(\hat{PMg}_{IVi}, \hat{DIF}_{IVi}, M_i, \mathbf{Z}_i, \varepsilon_i), \quad (4.13)$$

onde, q_{wi} , designa o consumo observado de água da família (e.g., consumo mensal) e, ε_i , denota a variável residual da regressão.

Uma outra abordagem, igualmente desenvolvida no âmbito da literatura sobre a procura de electricidade, foi a proposta por McFadden, Puig e Kirschener (1977). Esta metodologia, aplicada de forma diferenciada em estudos de procura residencial de água por autores como John e Morris (1984), Deller, Chicoine e Ramamurthy (1986), Agthe e Billings (1987), Nieswiadomy e Molina (1989) e Renzetti (1992), sugere também que as variáveis instrumentais para o preço marginal e a diferença sejam obtidas em duas etapas. Na primeira (eq.4.14), o consumo observado de água (q_{wi}) é regredido sobre o

³⁶ Recorde-se a discussão sobre os determinantes da procura residencial de água (ponto 4.2).

vector de preços marginais (\mathbf{PMg}_i); o preço de acesso (p_{Ai}); o rendimento disponível da família (M_i); e o vector de variáveis não-económicas (\mathbf{Z}_i):

$$q_{wi} = f(\mathbf{PMg}_i, p_{Ai}, M_i, \mathbf{Z}_i, u_i). \quad (4.14)$$

Na segunda etapa, os valores preditos para o consumo de água (\hat{q}_{wi}) são utilizados para calcular, com base nas tarifas efectivas, os valores das variáveis instrumentais para o preço marginal e diferença. As variáveis instrumentais obtidas por esta via, \hat{PMg}_{IVi} e \hat{DIF}_{IVi} , são posteriormente usadas como regressores no modelo de procura (eq.4.15):

$$q_{wi} = f(\hat{PMg}_{IVi}, \hat{DIF}_{IVi}, M_i, \mathbf{Z}_i, \varepsilon_i) . \quad (4.15)$$

Taylor, Blattenberger e Rennhack (1981), ainda no âmbito da literatura sobre a procura de electricidade, propõem uma terceira metodologia que consiste na obtenção de variáveis instrumentais para o preço marginal e a diferença a partir de uma aproximação linear à função despesa total (DT). Esta técnica de estimação, utilizada por Billings (1982), Agthe e Billings (1997) e Martínez-Espiñeira (2002) em estudos sobre a procura de água, sugere que se usem os elementos constantes em cada tarifa para calcular a despesa total associada aos níveis de consumo (q_w) compreendidos no intervalo de valores encontrado no conjunto de dados e que a seguir se proceda a uma regressão da DT sobre os correspondentes valores de q_w . Ou seja, propõe que, para cada tarifa, seja efectuada uma regressão linear do tipo:

$$DT = \beta_0 + \beta_1 q_w + u \quad , \quad (4.16)$$

onde u , designa o termo do erro. Uma vez estimada a equação (4.16), os parâmetros $\hat{\beta}_0$ e $\hat{\beta}_1$ fornecem as variáveis instrumentais para a diferença ($D\hat{I}F_{IV}$) e o preço marginal ($PM\hat{g}_{IV}$), respectivamente, ou seja:

$$\hat{\beta}_0 = D\hat{I}F_{IV} \quad (4.17)$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{d\hat{D}T}{dq_w} = PM\hat{g}_{IV} \quad (4.18)$$

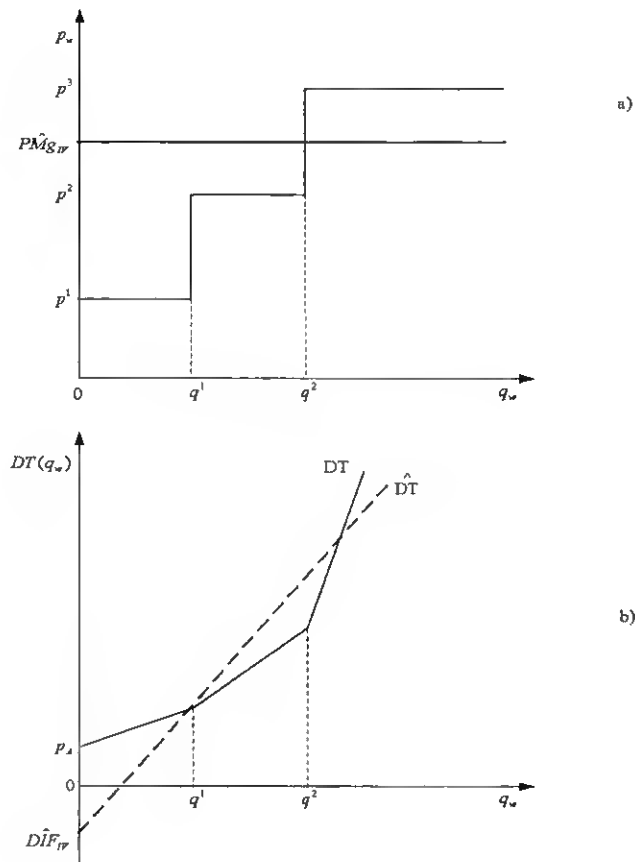
sendo a $D\hat{I}F_{IV}$ interpretada, neste contexto, como a diferença entre o que o consumidor efectivamente paga pela água e o que pagaria caso a mesma fosse adquirida ao $PM\hat{g}_{IV}$.

Este procedimento metodológico está ilustrado na Fig.4.6 para uma estrutura tarifária por blocos crescentes em quatro partes. A verdadeira função de despesa total (DT) e a linha de regressão estimada ($\hat{D}T$) constam na Fig.4.6b. A inclinação da recta fornece a variável instrumental para o preço marginal ($PM\hat{g}_{IV}$) enquanto a ordenada na origem dá o valor da variável instrumental para a diferença ($D\hat{I}F_{IV}$). O preço por blocos e o valor estimado $PM\hat{g}_{IV}$ estão representados na Fig.4.6a.

As variáveis instrumentais obtidas através desta aproximação à despesa total efectiva, são depois utilizados no modelo de procura (eq.4.19) em lugar dos valores originais da DIF e do PMg , isto é:

$$q_{wi} = f(PM\hat{g}_{IVi}, D\hat{I}F_{IVi}, M_i, \mathbf{Z}_i, \varepsilon_i). \quad (4.19)$$

Figura 4.6 Variáveis Instrumentais para o PMg e a DIF via Linearização da Função Despesa Total



As técnicas de estimação consubstanciadas nas equações (4.13), (4.15) e (4.19), têm sido aplicadas em vários estudos empíricos de procura residencial de água. Apesar de alguns trabalhos (e.g., John e Morris, 1984; Deller, Chicoine e Ramamurthy, 1986) sugerirem que as estimativas obtidas com variáveis instrumentais (IV) não se distinguem muito das alcançadas via OLS clássico, a maioria dos estudos (e.g., Billings, 1982; Nieswiadomy e Molina, 1989; Agthe e Billings, 1997; e Martinez-Espiñeira, 2002) tem concluído que as técnicas de estimação IV melhoram significativamente os coeficientes das funções de procura.

4.5 Conclusões

Neste capítulo do trabalho foram analisados os principais problemas teóricos que envolvem a modelação e a estimação das funções de procura residencial de água. Em primeiro lugar, abordaram-se os assuntos relacionados com as escolhas das variáveis explicativas, da forma funcional e da unidade de observação; a seguir, discutiram-se as questões relativas à especificação da variável preço e, por fim, examinaram-se os aspectos respeitantes às técnicas de estimação. Da análise efectuada emergem as seguintes conclusões:

- O conjunto dos determinantes da procura residencial de água deve incluir o preço do bem, o preço dos outros bens, o rendimento do consumidor (família) e um vector de variáveis não-económicas que represente a influência de factores de natureza demográfica, física e/ou climática.
- A modelação da procura residencial de água com apenas dois bens garante a consistência com o comportamento óptimo dos consumidores (as funções de procura são sempre integráveis). Esta circunstância proporciona uma ampla liberdade de escolha de formas funcionais para a equação da procura, dependendo a opção por uma ou por outra dos objectivos do estudo a empreender.
- A unidade de observação, ou seja a entidade em relação à qual se processa a medição das variáveis a incluir na equação da procura, deve ser o mais homogénea possível de forma a assegurar uma maior aderência do modelo à realidade.

- Os tarifários por blocos condicionam a representação do preço da água nas funções de procura. Na presença deste tipo de tarifas, o preço do bem deve ser especificado através de duas variáveis: a variável preço marginal, cujo objectivo é captar essencialmente o efeito substituição associado a uma alteração do preço do bloco onde o consumidor se encontra, e a variável diferença de Nordin, cujo propósito é apreender o efeito rendimento induzido não só pelas alterações dos preços inframarginais mas também pelas variações na extensão dos blocos das tarifas.
- A utilização da metodologia dos mínimos quadrados ordinários (OLS) para estimar as funções de procura de água especificadas com preços não-lineares produz normalmente estimativas enviesadas e inconsistentes devido aos eventuais erros de medida e à presença de simultaneidade. Este tipo de problemas é susceptível de ser ultrapassado com recurso a metodologias baseadas em variáveis instrumentais. Estas técnicas de estimação alternativas têm sido aplicadas com sucesso considerável em estudos de procura de água.

As conclusões teóricas acima coligidas irão modelar o estudo empírico a desenvolver no próximo capítulo do trabalho e, sobretudo, a tarefa que consiste em estimar as funções de procura residencial de água para os diversos concelhos do Algarve.

CAPÍTULO 5

AS FUNÇÕES DE PROCURA RESIDENCIAL DE ÁGUA NO ALGARVE

5.1 Introdução

Neste capítulo do trabalho desenvolve-se um exercício econométrico de estimação da procura residencial de água em cada um dos concelhos do Algarve com o objectivo de estudar as características comportamentais dos agentes utilizadores do recurso e, muito particularmente, a forma como estes reagem às variações do preço e do rendimento. Os elementos obtidos através deste estudo são posteriormente utilizados num segundo exercício com o propósito de medir os potenciais ganhos de eficiência que seriam obtidos através de uma política de preços baseada no custo social da oferta. A finalizar leva-se a cabo um terceiro exercício que procura avaliar as propriedades equitativas dos tarifários de água e de saneamento praticados na região.

Para prosseguir estes objectivos organizou-se o capítulo da forma que a seguir se apresenta:

O ponto 5.2 descreve a estrutura da procura urbana de água em cada um dos concelhos do Algarve e analisa a evolução dos consumos residenciais.

O ponto 5.3 examina os tarifários de água e saneamento praticados na região e discute alguns aspectos da política de fixação de preços seguida pelas diversas Câmaras Municipais, em particular, a tarifação do serviço de saneamento.

O ponto 5.4 apresenta as opções de natureza metodológica tomadas no âmbito do exercício econométrico acima referido e procede à estimação das funções de procura. O ponto 5.4.1 define o perfil da unidade de observação do estudo; o ponto 5.4.2 efectua a selecção das variáveis explicativas, fundamenta a sua escolha e explicita o seu processo de construção; o ponto 5.4.3 elege as formas funcionais para especificar as equações de

procura, reflecte sobre alguns dos seus aspectos limitativos e explana os modelos que irão ser utilizados nas estimações; o ponto 5.4.4 analisa a estacionaridade das séries temporais envolvidas nos modelos; o ponto 5.4.5 apresenta e examina os resultados das estimações; avalia a qualidade estatística das regressões (ponto 5.4.5.1), discute os valores das elasticidades (ponto 5.4.5.2) e compara os resultados obtidos com os alcançados por outros estudos de procura residencial de água (ponto 5.4.5.3).

O ponto 5.5 examina as propriedades de eficiência e de equidade dos tarifários. O ponto 5.5.1 desenvolve o exercício respeitante ao cálculo dos ganhos de eficiência e analisa a distribuição dos mesmos pelos diversos municípios da região; o ponto 5.5.2 procede a uma reflexão em torno das propriedades equitativas das tarifas praticadas no Algarve.

Por último, o ponto 5.6 apresenta as principais conclusões que emergem dos exercícios desenvolvidos.

5.2 Consumos

O consumo urbano de água no Algarve³⁷, à semelhança do que sucede nas outras regiões do país, apresenta uma estrutura sectorial dominada pela importância dos consumos residenciais (recorde-se a este propósito o ponto 2.6.4.3). Em 2000, dos 37 928 milhares de m³ de água consumidos na região, 23 208 milhares de m³ (61,2%) destinaram-se ao sector “Residencial”, 11 282 milhares de m³ (29,8%), ao sector “Comercial e Industrial”, e os restantes 3 438 milhares de m³ (9%), ao sector designado por “Outros Consumos” (Tabela 5.1)³⁸.

A nível concelhio, o peso relativo do sector “Residencial” era bastante superior à média da região nos concelhos de Aljezur (82,2%), Castro Marim (83,1%), Olhão (82,5%) e S. Brás de Alportel (90,7%), e atingia valores aquém daquela média nos municípios de Albufeira, Faro, Lagoa, Lagos, Loulé e Portimão. Os consumos residenciais de maior expressão ocorriam em Albufeira, Faro, Loulé e Portimão, com um volume agregado na ordem dos 11 880 milhares de m³ (51% do total sectorial).

No sector “Comercial e Industrial”, devido em grande parte à relevância local da actividade turística, os concelhos de Albufeira, Lagoa, Lagos, Loulé, Portimão e Vila Real de Santo António, eram os que apresentavam valores superiores à média regional (29,8%). Em volume, os consumos mais elevados registavam-se em Albufeira (2 184 milhares de m³), Loulé (1 803 milhares de m³) e Portimão (2 207 milhares de m³), que em conjunto respondiam por 54,9% do total sectorial.

³⁷ Os valores referentes ao Algarve não incluem o concelho de Alcoutim. Este facto prende-se com a incapacidade oficialmente manifestada pelos responsáveis da Câmara Municipal em disponibilizar a informação necessária para o estudo empírico que se desenvolve ao longo deste capítulo do trabalho.

³⁸ A classificação sectorial dos consumos em “Residencial”, “Comercial e Industrial” e “Outros”, baseia-se na nomenclatura constante nos mapas estatísticos elaborados pelas Câmaras Municipais do Algarve. Esta definição dos sectores utilizadores não coincide com a adoptada pelo INE nas Estatísticas do Ambiente.

Tabela 5.1 Consumo Urbano de Água por Concelho e Sector Utilizador

2000

Concelhos	Consumo por Sector Utilizador (10 ³ m ³ /ano)										
	Residencial			Comercial e Industrial			Outros			Total	
	Volume (1)	%	(1) / (4) %	Volume (2)	%	(2) / (4) %	Volume (3)	%	(3) / (4) %	Volume (4)	%
Albufeira	3 037,4	13,1	57,5	2 183,5	19,4	41,3	65,9	1,9	1,2	5 286,8	13,9
Aljezur	354,4	1,5	82,2	74,2	0,7	17,3	2,0	0,0	0,5	430,6	1,1
Castro Marim	480,0	2,1	83,1	85,6	0,8	14,8	12,0	0,4	2,1	577,6	1,5
Faro	2 792,0	12,0	59,6	954,2	8,4	20,4	940,1	27,4	20,0	4 686,3	12,4
Lagoa	1 575,2	6,8	58,4	1 090,5	9,7	40,4	33,1	1,0	1,2	2 698,8	7,1
Lagos	1 765,6	7,6	59,2	919,8	8,1	30,9	296,6	8,6	9,9	2 982,0	7,9
Loulé	2 873,6	12,4	53,0	1 803,4	16,0	33,3	740,8	21,6	13,7	5 417,8	14,3
Monchique	196,3	0,8	68,3	37,3	0,3	13,0	53,6	1,6	18,7	287,2	0,8
Olhão	1 791,9	7,7	82,5	255,0	2,2	11,8	124,1	3,6	5,7	2 171,0	5,7
Portimão	3 177,0	13,7	51,7	2 206,9	19,6	35,9	760,9	22,1	12,4	6 144,8	16,2
S.B. Alportel	514,6	2,2	90,7	41,6	0,4	7,3	11,0	0,3	2,0	567,2	1,5
Silves	1 897,9	8,2	71,2	534,6	4,7	20,0	234,6	6,8	8,8	2 667,1	7,0
Tavira	1 184,5	5,1	72,5	390,9	3,5	24,0	57,7	1,7	3,5	1 633,1	4,3
Vila do Bispo	406,7	1,8	70,8	151,5	1,3	26,4	15,8	0,4	2,8	574,0	1,5
V.R.S.A	1 160,6	5,0	64,3	553,4	4,9	30,7	89,7	2,6	5,0	1 803,7	4,8
Algarve	23 207,7	100,0	61,2	11 282,4	100,0	29,8	3 437,9	100,0	9,0	37 928,0	100,0

Fonte: Câmaras Municipais.

O sector “Outros Consumos” era o menos expressivo na estrutura sectorial, representando apenas 9% do volume de água consumido na região. Com percentagens acima deste valor surgiam os municípios de Faro (20%), Lagos (9,9%), Loulé (13,7%), Monchique (18,7%) e Portimão (12,4%). Devido essencialmente à sua considerável dimensão populacional e importante concentração de serviços públicos, os concelhos de Faro (940 milhares de m³), Loulé (741 milhares de m³) e Portimão (761 milhares de m³), eram os que evidenciavam valores mais elevados neste tipo de consumos, respondendo globalmente por 70% do total sectorial.

Analisando o conjunto de indicadores que traduz a evolução dos consumos do sector “Residencial” de 1995 para 2000 (Tabela 5.2), verifica-se que o consumo anual da região aumentou cerca de 8% e que as taxas de variação mais elevadas ocorreram em Castro Marim (+50%), Aljezur (+39%) e S. Brás de Alportel (+36%). Durante o mesmo período, cinco concelhos, Albufeira (-8%), Lagoa (-0,5%), Monchique (-9,5%), Olhão (-8,5%) e Vila Real de Santo António (-8,3%), registaram quebras no volume de água consumida.

No tocante à evolução dos consumos anuais por contador, constata-se que o valor da média regional sofreu uma redução de - 8%, passando de 124 m³ em 1995 para 114 m³ em 2000. A nível local, o consumo diminuiu na maioria dos concelhos, evidenciando variações negativas acentuadas em Albufeira (- 24,2%) e Vila Real de Santo António (-24,0%), e aumentou de forma relativamente pronunciada em Aljezur (+ 14,9%), Castro Marim (+16,8%) e S. Brás de Alportel (+12,5%). O comportamento evolutivo deste indicador indicia que o ritmo de crescimento do número de contadores foi superior ao do consumo anual na generalidade dos concelhos.

Tabela 5.2 Consumo Residencial de Água por Concelho

Concelhos	Consumo Anual (10 ³ m ³)			Consumo Anual /Contador (m ³)			Consumo Mensal /Contador (m ³)			Indicador de Sazonalidade ^{a)}	
	1995	2000	Δ %	1995	2000	Δ %	1995	2000	Δ %	1995	2000
Albufeira	3 304,0	3 037,4	- 8,0	153	116	- 24,2	13	10	- 23,0	2,25	2,33
Aljezur	255,1	354,4	+ 38,9	94	108	+ 14,9	8	9	+ 12,5	2,20	2,16
Castro Marim	319,8	480,0	+ 50,0	101	118	+ 16,8	8	10	+ 25,0	1,83	1,86
Faro	2 319,4	2 792,0	+ 20,4	118	123	+ 4,2	10	10	0,0	2,00	2,14
Lagoa	1 583,2 ^{b)}	1 575,2	- 0,5	136 ^{b)}	118	- 13,2	11 ^{b)}	10	- 9,1	2,00 ^{b)}	2,50
Lagos	1 545,4	1 765,6	+ 14,2	120	108	- 10,0	10	9	- 10,0	2,33	2,16
Loulé	2 578,0	2 873,6	+ 11,5	128	116	- 9,4	11	10	- 9,1	2,57	2,00
Monchique	216,8	196,3	- 9,5	113	94	- 16,7	9	8	- 11,1	1,71	1,83
Olhão	1 958,4 ^{b)}	1 791,9	- 8,5	119 ^{b)}	106	- 10,9	10 ^{b)}	9	- 10,0	2,83 ^{b)}	1,86
Portimão	2 728,4	3 177,0	+ 16,4	124	120	- 3,2	10	10	0,0	2,00	2,00
S.B. Alportel	377,2	514,6	+ 36,4	104	117	+ 12,5	9	10	+ 11,1	2,40	2,33
Silves	1 531,2	1 897,9	+ 23,9	118	120	+ 1,7	10	10	0,0	2,33	2,00
Tavira	1 034,2	1 184,5	+ 14,5	105	105	0,0	9	9	0,0	3,00	2,17
Vila do Bispo	388,3	406,7	+ 4,7	113	111	- 1,8	9	9	0,0	1,86	2,00
V.R.S.A	1 265,6	1 160,6	- 8,3	121	92	- 24,0	10	8	- 20,0	1,86	2,20
Algarve	21 405,0	23 207,7	+ 8,4	124	114	- 8,0	10	10	0,0	2,21	2,10

Fonte: Câmaras Municipais.

a) Rácio entre o valor do consumo mensal mais elevado (Verão) e o valor do consumo mensal mais baixo (Inverno).

b) Valores relativos a 1996.

No que diz respeito aos consumos mensais por contador, a maior parte dos municípios apresentava um valor idêntico à média da região que se situava nos 10 m³. Existiam no entanto oscilações mensais consideráveis, pois, em todos os concelhos, conforme revela o indicador de sazonalidade, o volume de água consumido num mês típico de Verão era praticamente o dobro do volume consumido num mês típico de Inverno.

5.3 Preços

As Câmaras Municipais, tal como se referiu no ponto 2.7.3, são as entidades que assumem, directa ou indirectamente, a responsabilidade pela gestão e exploração dos Sistemas Municipais de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais nos diversos concelhos do Algarve. Ao configurarem-se como monopólios públicos à escala local na oferta deste tipo de serviços, e não estando sujeitas à acção reguladora do IRAR (Instituto Regulador das Águas e Resíduos), aquelas entidades têm plena liberdade para fixar os preços em função dos critérios (económicos, financeiros, ou outros) que julguem mais convenientes. Em resultado desta prerrogativa, e da subjectividade que lhe está inerente, os tarifários costumam evidenciar diferenças substanciais de concelho para concelho, não só no tocante à sua tipologia, mas também no que respeita ao número, extensão e preço dos escalões.

Para se ter uma ideia do conjunto diversificado de preços existente na região, atente-se no Anexo 5, que ilustra as tarifas residenciais de água e de saneamento praticadas nos concelhos do Algarve em 2001. No domínio do abastecimento de água, não obstante todos os municípios cobrarem o serviço através de um preço por blocos crescentes, verifica-se que os valores da componente fixa (aluguer do contador) e variável das tarifas exibem discrepâncias marcantes de concelho para concelho.

Por exemplo, um mesmo contador é alugado em Silves por 80 escudos/mês, em S. Brás de Alportel, por 200 escudos/mês, e em Vila Real de Santo António, por 400 escudos/mês; por outro lado, um consumidor que adquira 5 m³ de água, defronta um preço-marginal de 30 escudos/mês em Albufeira, 60 escudos/mês em Lagos, e 78 escudos/mês em Tavira, enquanto que se adquirir 10 m³, enfrenta um preço-marginal de 30 escudos/mês em Vila do Bispo, 60 escudos/mês em Loulé e 146 escudos/mês em Faro.

Disparidades semelhantes também ocorrem no âmbito do saneamento das águas residuais. Uma breve observação dos elementos constantes no Anexo 5 mostra que o serviço não é cobrado em Aljezur, Castro Marim, Monchique, Vila do Bispo e Vila Real de Santo António, e que nos restantes concelhos, são utilizadas várias estruturas tarifárias, todas definidas em função do volume de água de abastecimento consumido: uma tarifa linear em Albufeira, Lagoa, Loulé, Olhão, S. Brás de Alportel e Tavira; uma tarifa em duas-partes no concelho de Loulé; uma tarifa por blocos crescentes em Faro, Portimão e Silves; e uma última, em Lagos, também constituída por blocos crescentes, mas que obriga ao pagamento de uma quantia fixa por escalão de água consumida. Para além das diferenças na tipologia tarifária, emergem ainda discrepâncias significativas no preço do serviço. Por exemplo, um consumidor que adquira 10 m³ de água de abastecimento confronta-se com um preço marginal de 0 escudos/mês em Vila Real de Santo António, 21 escudos/mês em Portimão, 60 escudos/mês em Faro, e 70 escudos/mês em Tavira.

No tocante aos preços médios agregados (água e saneamento) a Tabela 5.3, para além de pôr novamente em evidência as disparidades já mencionadas, mostra que de 1995 para 2001, o preço mensal por m³ de água consumida aumentou em termos reais na

generalidade dos municípios, registando taxas de variação particularmente elevadas nos concelhos de Loulé (+87,8%), Vila Real de Santo António (+76,0%), Faro (+55,1%), Lagoa (+51,9%) e Tavira (+50,6%). Para estes acréscimos substanciais nos preços, terá contribuído o facto de a partir de 1999 as Câmaras Municipais terem passado a adquirir ao grossista regional Águas do Algarve S.A. a água de abastecimento que anteriormente captavam em fontes subterrâneas próprias e que, por via disso, foram obrigadas a reflectir nos tarifários os encargos com aquela aquisição.

Tabela 5.3 Evolução do Preço Médio da Água nos Concelhos do Algarve

Unidade: escudos de 1991

Concelhos	Preço Médio Mensal ^{a)} (esc. / m ³)							Δ % (2001/1995)
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
Albufeira	51	53	64	65	63	72	74	+ 45,1
Aljezur	49	47	46	47	48	49	49	0,0
Castro Marim	47	45	44	43	42	41	39	- 17,0
Faro	78	75	74	73	103	114	121	+ 55,1
Lagoa	54	66	65	64	83	85	82	+ 51,9
Lagos	86	90	91	91	93	99	105	+ 22,1
Loulé	49	53	52	50	49	76	92	+ 87,8
Monchique	48	51	54	52	55	58	56	+ 16,7
Olhão	62	60	59	57	80	86	84	+ 35,5
Portimão	88	86	84	83	83	85	89	+ 1,1
S. B. Alportel	76	79	78	76	88	96	95	+ 25,0
Silves	45	44	43	42	41	44	52	+ 15,6
Tavira	87	107	116	119	136	132	131	+ 50,6
Vila do Bispo	39	38	37	36	35	34	33	- 15,4
V.R.S.A.	46	45	44	42	69	81	81	+ 76,0

Fonte: Câmaras Municipais

a) O preço médio (água e saneamento) foi calculado para um consumo mensal de 10 m³.

Em paralelo com as diferenças nos tarifários, uma outra característica sobressai na política de fixação de preços da maioria dos municípios algarvios: as Câmaras Municipais, ou os organismos por si tutelados, aparentam reflectir nas tarifas os custos inerentes às diversas etapas do ciclo urbano de utilização da água. Isto é, parece haver a preocupação em cobrir não só os custos envolvidos nas actividades de abastecimento de água como também os ligados às operações de saneamento das águas residuais.

A tarifação do serviço de saneamento em função do volume de água adquirido constitui, por outro lado, uma prática desejável em matéria de eficiência social e, nessa medida, pode considerar-se como tributária das regras deduzidas no âmbito dos modelos de fixação de preços eficientes na presença de externalidades negativas (eq.3.19, 3.21 e 3.23). Ou seja, as entidades gestoras das redes urbanas de abastecimento de água, sendo também as únicas responsáveis pelos serviços de saneamento, incorporam no preço da água os custos externos gerados pelas águas residuais para forçar os consumidores a internalizar, total ou parcialmente, aquele tipo de custos.

Esta situação contrasta com a política tarifária seguida pela maioria dos concelhos do país, onde é vulgar fixar-se o preço das operações de saneamento das águas residuais em função do valor patrimonial do imóvel servido. A opção de tarifar o serviço através de uma quantia fixa e independente do volume de água consumido tem consequências negativas em matéria de eficiência, pois os consumidores, ao confrontarem-se com um preço que não reflecte o custo marginal social da oferta (o custo marginal do saneamento é nulo), terão um escasso incentivo para utilizar a água de forma racional e, em consequência, assistir-se-á a um uso excessivo do recurso. Neste âmbito, e mesmo que as tarifas não estejam calculadas de forma a cobrir a totalidade dos custos sociais da

oferta, a metodologia de fixação de preços da água no Algarve revela-se socialmente mais eficiente do que a seguida pela maior parte dos municípios a nível nacional.

5.4 Estimação das Funções de Procura Residencial de Água

No capítulo anterior do trabalho foram identificadas e analisadas com algum pormenor as principais questões teóricas que envolvem a modelação e a estimação das funções de procura de água. Discutiram-se os problemas relacionados com a unidade observacional de referência para o estudo, o conjunto das variáveis explicativas e o modo de especificar o preço na presença de tarifas por blocos, as formas funcionais da equação da procura e, por fim, as técnicas de estimação. Neste ponto, apresentam-se as opções de natureza metodológica tomadas no âmbito destas questões e procede-se à estimação das funções de procura.

5.4.1 A Unidade de Observação do Estudo

A escolha da unidade observacional pressupõe que se definam as dimensões sectorial, espacial e temporal da entidade em relação à qual se vai processar a medição das variáveis a incluir no modelo de procura. Sendo assim, importa precisar agora as opções que foram tomadas relativamente a estes aspectos. No domínio sectorial, e face às diversas categorias de uso existentes (recorde-se o ponto 2.4 do Capítulo 2), optou-se por circunscrever o exercício de estimação à procura urbana de água para fins residenciais. Três motivos contribuíram para fundamentar esta escolha. Em primeiro lugar, o peso relativo deste sector na estrutura de consumos regional (61,2% em 2000); em segundo, a dificuldade em obter dados a um nível suficientemente desagregado para algumas das variáveis económicas que explicam as procuras comercial, industrial ou

pública (e.g., medida do *output*); em terceiro, a possibilidade de comparar os resultados obtidos com os alcançados por outros estudos empíricos semelhantes, uma vez que a sua grande maioria incide sobre a procura residencial.

No que diz respeito à dimensão espacial, a unidade geográfica escolhida para realizar o estudo empírico foi o concelho e, em particular, os que integram a região do Algarve. A opção por este nível de desagregação é justificada, essencialmente, por dois factores. O primeiro prende-se com a possibilidade de obter junto de cada Câmara Municipal, e para um período cronológico aceitável, a necessária informação estatística sobre consumos, contadores e preços (tarifários). O segundo relaciona-se com a prossecução dos próprios objectivos definidos para o estudo, pois, sendo razoável pressupor que os consumos e alguns dos determinantes da procura variem de município para município, espera-se também que os resultados que venham a ser obtidos permitam evidenciar a variabilidade a nível concelhio das elasticidades, ganhos de eficiência e impactes equitativos da política de preços.

Quanto à vertente temporal, uma vez que a maioria das Câmaras Municipais regista com periodicidade mensal o valor dos consumos e o número de contadores existente, e dado que subsiste o propósito de analisar a procura de água para fins residenciais numa perspectiva sazonal, achou-se por bem eleger o mês como unidade de tempo para o estudo. A escolha desta unidade infraanual, em detrimento de uma outra com maior extensão (e.g., o trimestre), apresenta ainda a vantagem de aumentar significativamente o número de observações das variáveis a incluir no modelo da procura, o que, desde logo, contribui para melhorar a qualidade estatística dos resultados.

Um outro aspecto que neste domínio importa clarificar é o da abrangência cronológica do estudo. A ideia inicial era estimar o modelo de procura utilizando dados mensais de 1991 a 2001, conseguindo-se com isso 132 observações para cada concelho. No entanto, tal não foi possível porque, aquando da recolha de informação, constatou-se que nem todas as Câmaras Municipais tinham os registos estatísticos respeitantes a esse espaço temporal. Devido a esta circunstância, o modelo de procura será estimado com base num período que medeia entre 1991 e 2001, incluindo um máximo de 132 observações, nos concelhos de Portimão, Silves e Vila do Bispo (1991-2001), e um mínimo de 72 observações, nos concelhos de Lagoa e Olhão (1996-2001).

Atendendo ao perfil da unidade observacional acima descrito pode então concluir-se que o exercício de estimação vai incidir sobre a procura residencial de água da família (contador) representativa de cada um dos concelhos do Algarve³⁹ durante os meses compreendidos entre Janeiro de 1991 e Dezembro de 2001.

5.4.2 Escolha e Construção das Variáveis

Através da análise teórica desenvolvida no ponto 4.2 chegou-se à conclusão que o conjunto dos determinantes da procura residencial de água deveria incluir o preço do bem, o preço dos outros bens, o rendimento do consumidor (família) e um vector de variáveis não-económicas representativo da influência de factores de natureza demográfica, física e/ou climática. Assim sendo, uma vez que, à semelhança da unidade observacional, também os determinantes da procura devem ser objecto de escolha prévia, explicitam-se a seguir as opções tomadas em relação a cada uma dessas variáveis explicativas.

³⁹ Não inclui o concelho de Alcoutim. Ver a este propósito a nota de rodapé 37.

No tocante ao preço do bem, dado que as tarifas residenciais de água e saneamento praticadas em todos os concelhos do Algarve são do tipo não-linear (blocos crescentes) e que, do ponto de vista teórico, há todo o interesse em que a sua representação nas funções de procura seja efectuada através de variáveis que permitam captar os efeitos substituição e rendimento induzidos por quaisquer alterações nas diversas componentes da estrutura tarifária, entendeu-se, na linha do que se concluiu em 4.3, que o preço da água deveria ser especificado pelas duas variáveis propostas por Taylor/Nordin, ou seja, a variável preço marginal, de modo a captar essencialmente o efeito substituição associado a uma alteração do preço do bloco onde o consumidor se encontra, e a variável diferença de Nordin, para apreender o efeito rendimento induzido não só pelas alterações dos preços inframarginais mas também pelas variações na extensão dos blocos das tarifas. A opção por esta forma de representação permitirá ainda, uma vez estimadas as funções de procura, testar empiricamente, para os vários concelhos do Algarve, a predição do modelo de Taylor/Nordin de que os coeficientes das variáveis diferença e rendimento devem ser iguais em magnitude mas opostos em sinal.

Relativamente ao preço dos outros bens (relacionados), apenas foi considerada a hipótese de incluir na equação da procura o preço de um bem complementar, pois, como é razoável conceder, a água utilizada para fins residenciais não tem substitutos próximos. A ideia inicial era a de eleger o preço do serviço de saneamento das águas residuais como factor explicativo, dada a sua manifesta relação de complementaridade com a procura residencial de água e, em particular, com alguns dos usos de tipo “indoor”, no entanto, essa hipótese viria a ser abandonada porque se entendeu que aquele serviço correspondia apenas a uma das etapas do *ciclo urbano de utilização da água* (recorde-se o ponto 2.5), e como tal, o seu preço deveria ser considerado em conjunto com o da água de abastecimento. Numa fase posterior, ainda se colocou a

possibilidade de incluir na equação da procura o preço de outros bens complementares, como por exemplo as máquinas de lavar louça ou roupa, contudo, estes electrodomésticos, uma vez adquiridos pelas famílias, só se depreciam ao fim de um período considerável e, por isso, dificilmente o seu preço afectará o consumo de água. Atendendo a estas circunstâncias, embora se reconheça que o consumo residencial de água possa sofrer a influência de alguns efeitos cruzados, estes serão assumidos como negligenciáveis e, por esta razão, apenas o preço do bem (água e saneamento) figurará no modelo da procura.

Quanto ao rendimento do consumidor, a sua influência na função de procura residencial de água irá ser descrita por uma *proxy* do rendimento disponível mensal da família representativa de cada concelho. A opção por esta variável deve-se sobretudo à possibilidade de obter dados estatísticos a um nível condizente com a unidade observacional escolhida e, também, ao facto dela constituir uma das medidas monetárias mais vulgarmente utilizadas em estudos desta natureza.

Finalmente, no que respeita ao vector de variáveis não-económicas, entendeu-se que na sua estrutura deveriam apenas figurar os determinantes de tipo climatérico, em particular, a temperatura e a precipitação, pois estas variáveis exercem uma forte influência sazonal no consumo de água para fins residenciais. As próprias características da unidade de observação e a abrangência cronológica do estudo condicionaram de algum modo esta decisão, uma vez que não se justificava incluir no modelo determinantes de tipo físico (e.g., idade da residência, área de cobertura vegetal), devido à sua reduzida variabilidade ao longo do período de estimação, nem determinantes de tipo demográfico (e.g., dimensão do agregado familiar), os quais são

mais apropriados para serem usados em estudos que se apoiam em informação ao nível da família e não nos que, como este, utilizam dados agregados.

Em resumo, pode então concluir-se que na equação da procura residencial de água a estimar, o consumo da família representativa de cada um dos concelhos do Algarve (a variável dependente do modelo) será explicado pelas seguintes variáveis: o preço marginal, a diferença de Nordin, o rendimento disponível, a temperatura e a precipitação.

Escolhidas as variáveis que irão figurar no modelo, apresenta-se a seguir o procedimento utilizado na sua construção e as fontes estatísticas consultadas.

Consumo

As Câmaras Municipais elaboram com periodicidade regular mapas estatísticos sobre os serviços de água e saneamento onde, para além de alguma informação financeira específica (receitas e Imposto sobre o Valor Acrescentado) registam também, por tipo de consumidor (residencial, comercial, industrial, público), o volume de água facturado e o correspondente número de contadores. Foram estes mapas, cuja estrutura varia de município para município em função do programa informático utilizado, que serviram de fonte estatística para construir as séries relativas à variável dependente do modelo.

O seu processo de construção envolveu duas etapas. A primeira consistiu em manipular os dados sobre os consumos e o número de contadores para que os mesmos fossem consistentes com o perfil da unidade observacional previamente definida, pois constatou-se, aquando da recolha dos mapas junto das Câmaras Municipais que, nalguns concelhos e durante certos períodos, a informação disponível ou estava desagregada ao

nível da freguesia (e.g., Vila Real de Santo António) ou então era por vezes fornecida numa base bimestral (e.g., Albufeira). Para obviar esta situação procedeu-se, no primeiro caso, à soma dos quantitativos respeitantes a cada freguesia de forma a obter o valor global do concelho e, no segundo, à conversão dos dados bimestrais em equivalentes mensais.

Uma vez estruturadas as séries com o perfil desejado, a etapa seguinte resumiu-se à obtenção dos valores para a sucessão da variável dependente propriamente dita, os quais foram gerados pelo rácio entre as observações do consumo mensal agregado e o respectivo número de contadores. A série assim obtida – o consumo médio em $m^3/mês$ do contador (família) representativo de cada concelho –, encontra-se na coluna 2 dos quadros do Anexo 6 sob a designação CONSMENS.

Preço Marginal e Diferença

No ponto 4.3 definiu-se a variável *PMg* como o preço do bloco (escalão) onde o consumidor adquire a última unidade de água, e a variável *DIF*, como a diferença entre a despesa efectuada pelo consumidor até ao último bloco inframarginal e a despesa que o mesmo suportaria caso o respectivo volume de água fosse adquirido ao preço marginal.

Tendo por base estas definições, as variáveis preço a incluir na equação da procura poderiam ser construídas através da articulação da série de consumos mensais do contador representativo com a informação existente nas estruturas tarifárias que vigoraram ao longo do período de estimação. No caso da variável *PMg*, bastaria associar as observações do consumo aos correspondentes preços marginais

estabelecidos nos tarifários; no caso da variável *DIF*, a sucessão dos valores mensais poderia ser obtida através da expressão:

$$DIF = p_A + \sum_{i=1}^{k-1} (p^i - p^k) (q_w^i - q_w^{i-1}), \quad (5.1)$$

onde, p_A e p^k , indicam, respectivamente, o preço do aluguer do contador e o preço marginal associados a cada observação mensal do consumo (q_w).

A utilização das séries assim construídas colocaria, no entanto, alguns problemas à estimação das funções de procura, pois, conforme se viu em 4.4, os eventuais erros de medida e a relação biunívoca existente entre a variável explicada, q_w , e as variáveis explicativas, *PMg* e *DIF*, impediriam que as funções fossem estimadas via OLS clássico. Para ultrapassar esta situação, e na linha do que se discutiu em 4.4, as variáveis *PMg* e *DIF*, obtidas através de q_w , foram substituídas por variáveis instrumentais construídas de acordo com a técnica utilizada por Billings (1982).

Esta metodologia sugere que os valores do preço marginal e da variável diferença sejam obtidos directamente a partir das estruturas tarifárias sem que haja a necessidade de se conhecer os níveis efectivos de consumo (q_w). Para esse fim, propõe que se efectue uma regressão linear da despesa total associada a cada tarifa sobre os correspondentes valores das quantidades e que, uma vez ajustada a recta, a inclinação e a ordenada na origem sejam usadas como variáveis instrumentais para o *PMg* e a *DIF*, respectivamente (veja-se as equações 4.16, 4.17 e 4.18). Como estes parâmetros são constantes para cada estrutura tarifária e não variam, por isso, com as quantidades de água efectivamente consumidas, a sua posterior utilização no modelo de procura em

lugar dos valores originais do *PMg* e da *DIF*, permitirá ultrapassar os problemas de estimação anteriormente referidos e, em particular, aqueles que provinham dos eventuais erros de medida e/ou da presença de simultaneidade.

Em concordância com o acima exposto, as variáveis instrumentais para o *PMg* e a *DIF* foram construídas utilizando apenas como fonte estatística os tarifários fornecidos pelas Câmaras Municipais. O processo de construção envolveu, para cada concelho e com referência a um tarifário específico, as seguintes etapas: primeiro, identificaram-se os valores mínimo (\underline{q}) e máximo (\bar{q}) que integravam a série dos consumos mensais do contador representativo; a seguir, calculou-se a despesa total (água e saneamento) que um consumidor hipotético suportaria para cada nível de consumo compreendido entre $\underline{q} \leq q \leq \bar{q}$ ⁴⁰; por fim, regrediram-se os quantitativos da despesa total sobre os correspondentes valores de q (eq. 4.16), obtendo-se deste modo, para o período em que o tarifário esteve em vigor, os valores das variáveis instrumentais para a *DIF* (eq.4.17) e o *PMg* (eq.4.18). Este exercício foi posteriormente repetido para os restantes tarifários que vigoraram ao longo do período de estimação.

Como a variável endógena – o consumo mensal do contador representativo – está expressa em volume, os valores das variáveis instrumentais foram, em consonância, avaliados a preços constantes, tendo-se escolhido como ano base o ano de 1991 e utilizado como deflacionador o Índice de Preços do Consumidor publicado pelo INE.

⁴⁰ Por exemplo, se os valores mínimo e máximo fossem 4m^3 e 16m^3 , calcular-se-ia a despesa total (deduzida do IVA) correspondente a $4\text{m}^3, 5\text{m}^3, \dots, 15\text{m}^3, 16\text{m}^3$.

As séries assim obtidas – o preço marginal e a variável diferença, medidos em escudos constantes de 1991/mês –, figuram nas colunas 3 e 4 dos quadros do Anexo 6 sob a designação PMG_{IV} e $DIFERENCA_{IV}$, respectivamente⁴¹.

Rendimento Disponível

Devido à falta de elementos estatísticos a nível concelhio sobre o rendimento disponível das famílias foi necessário construir uma *proxy* que representasse de modo conveniente a influência daquela variável no consumo mensal do contador representativo de cada município. O método utilizado para a sua estruturação obedeceu aos seguintes passos: primeiro, retiraram-se das Contas Regionais publicadas pelo INE os dados referentes ao rendimento disponível bruto das famílias do Algarve para o período 1991-1999; segundo, estimaram-se os valores correspondentes aos anos de 2000 e 2001 a fim de que a série abrangesse todo o período cronológico do estudo (à data estes valores não se encontravam publicados); terceiro, recolheram-se junto da DGITA (Direcção Geral de Informática e Tributação Aduaneira) os dados relativos à liquidação do IRS (Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Singulares) no Algarve com o propósito de apurar, através do indicador rendimento bruto deduzido do IRS líquido, o peso de cada concelho no total da região; quarto, aplicaram-se os respectivos ponderadores à série elaborada no primeiro e segundo passos para se obter, a nível concelhio, a sucessão do rendimento disponível das famílias; quinto, construiu-se a série do número de famílias existente em cada concelho a partir dos elementos fornecidos pelos Censos da População realizados pelo INE em 1991 e 2001, tendo por base o valor da taxa média anual de crescimento inter-censitária; finalmente, obteve-se a série respeitante ao rendimento disponível bruto mensal da família representativa de cada concelho,

⁴¹ As variáveis estão expressas em escudos porque foi esta a moeda que vigorou ao longo do período cronológico do estudo.

dividindo por 12 o quociente entre os correspondentes valores anuais das séries elaboradas no quarto e quinto passos.

A sucessão cronológica assim obtida – o rendimento disponível bruto da família associada ao contador representativo de cada município, expresso em escudos constantes de 1991/mês –, encontra-se na quinta coluna dos quadros do Anexo 6 sob a designação RENDMENS⁴².

Temperatura e Precipitação

As variáveis temperatura e precipitação foram as grandezas climáticas escolhidas para estruturar o vector dos determinantes não-económicos da procura residencial de água. Solicitou-se, assim, ao Instituto de Meteorologia, a informação estatística necessária para construir as séries correspondentes àquelas variáveis, tendo este organismo disponibilizado, numa base mensal e para todo o período de 1991 a 2001, os registos efectuados nas estações meteorológicas de Sagres, Praia da Rocha, Faro e Vila Real de Santo António. Uma vez que a maioria dos concelhos não se encontrava representada por nenhuma daquelas estações, colocou-se o problema de saber qual a metodologia que deveria ser utilizada para interpolar espacialmente as observações disponíveis. O critério então seguido foi o da proximidade geográfica, ou seja, atribuíram-se aos concelhos vizinhos de uma determinada estação meteorológica os valores observados na própria estação. Assim, considerou-se que a informação relativa à estação meteorológica de Sagres era válida para os concelhos de Aljezur e Vila do Bispo; a da Praia da Rocha, para os concelhos de Albufeira, Lagoa, Lagos, Monchique, Portimão e

⁴² Nos concelhos de Olhão e Vila do Bispo esta série teve que ser substituída pela do RENDVIRTUAL porque, aquando da estimação das funções de procura, foi detectada a existência de uma forte associação linear entre as variáveis PMG_{IV} e $DIFERENÇA_{IV}$ (colinearidade). Recorde-se que o rendimento virtual corresponde à diferença entre o rendimento do consumidor e a variável diferença de Nordin (ponto 4.3).

Silves; a de Faro, para os concelhos de Faro, Loulé, Olhão e S. Brás de Alportel; e a de Vila Real de Santo António, para os concelhos de Vila Real de Santo António, Castro Marim e Tavira.

As séries obtidas por esta via – os valores mensais da temperatura média do ar (°C) e da quantidade de precipitação (mm) verificados em cada concelho –, constam nas colunas 6 e 7 dos quadros constantes do Anexo 6 sob designação TEMPMED e PRECIP.

5.4.3 Formas Funcionais

Para além da selecção das variáveis explicativas, a especificação do modelo da procura envolve também a escolha de uma forma funcional. No ponto 4.2 expuseram-se as diferentes alternativas que permitiam obter a expressão matemática das equações de procura, tendo-se inferido que as mesmas passavam por: i) especificar uma forma funcional explícita para a função de utilidade directa e maximizar a utilidade sujeita à restrição orçamental; ii) especificar uma forma funcional explícita para a função de utilidade indirecta e aplicar a Identidade de Roy; ou, iii) especificar directamente uma forma funcional para a função de procura. Além disso, concluiu-se também que, no quadro de um problema de optimização modelado com apenas dois bens, a terceira alternativa, garantiria que uma qualquer forma funcional escolhida à priori para a equação de procura seria sempre consistente com a maximização da utilidade, ou seja, mesmo que não se deduzisse a equação de procura a partir de uma função de utilidade indirecta, ela satisfaria sempre as indispensáveis condições de integrabilidade.

A especificação directa de uma forma funcional para a equação da procura tem sido a alternativa mais frequentemente utilizada nos estudos empíricos que se debruçam sobre

o consumo de água para fins residenciais. Por outro lado, devido à circunstância do problema de optimização do consumidor ser na maior parte dos casos modelado com apenas dois bens (a água e um bem composto) e permitir, por isso, uma ampla liberdade de escolha de formas funcionais, um número significativo de autores tem optado por especificar a função de procura nas formas linear (eq. 4.5) e/ou logarítmica (eq. 4.6)⁴³.

Estas formas funcionais, muito embora sejam relativamente simples e fáceis de estimar, apresentam algumas características limitativas. Uma dessas limitações prende-se com a medição das elasticidades. No caso da equação linear, à semelhança do que acontece com outras formas funcionais, a elasticidade da procura não é constante ao longo da curva, pelo que, aquando do seu cálculo, torna-se necessário especificar o ponto em que a mesma vai ser medida⁴⁴. Acresce ainda que em resultado do declive constante, a procura será tanto mais elástica quanto mais elevado for o preço.

No caso do modelo logarítmico, as elasticidades são fornecidas directamente pela função de procura, não sendo, por isso, necessário proceder a quaisquer cálculos adicionais para efectuar a sua medição. Em contrapartida, a circunstância desta forma funcional exibir elasticidades constantes leva a que a sensibilidade da procura não dependa do nível das variáveis envolvidas.

Apesar de consistentes com a teoria económica do consumidor, estas duas formas funcionais evidenciam uma outra característica algo limitativa – ambas são inconsistentes com a necessidade de um mínimo de água para a vida. No caso da

⁴³ Baumann et al. (1998) e Nijkamp et al. (2003) revêem um número considerável de estudos empíricos de procura de água e o tipo de formas funcionais adoptado em cada um deles. Da análise desenvolvida por estes autores conclui-se que aproximadamente 80% dos estudos privilegiaram as especificações linear e/ou logarítmica.

⁴⁴ Do ponto de vista prático, a regra usual é a de tomar como referência os valores médios assumidos pelas variáveis durante o período de estimação.

equação linear, a quantidade procurada de água cai para zero quando o preço atinge um determinado nível finito; no caso da equação logarítmica, a quantidade procurada tende assintoticamente para zero à medida que o preço cresce para infinito. Dado que a disponibilidade-para-pagar de uma família não pode ser finita quando a quantidade procurada de água for menor do que o volume mínimo indispensável à vida, este tipo de funções não se revela muito apropriado para contemplar a existência desta restrição. Outras formas funcionais estão mais vocacionadas para levar em consideração este aspecto, em particular a função Stone-Geary, onde a quantidade procurada tende assintoticamente para um determinado nível mínimo de subsistência à medida que o preço se aproxima de infinito⁴⁵.

Se os objectivos do estudo abrangessem a estimação do nível mínimo de subsistência, a função Stone-Geary configurar-se-ia como uma boa solução para modelar a procura. Inclusivamente até a própria função logarítmica serviria para tal propósito, desde que esta fosse modificada de forma a incluir um parâmetro que traduzisse aquele volume crítico⁴⁶. Contudo, a preocupação central do trabalho não é a de prosseguir aquele objectivo, mas sim um outro – estimar as elasticidades da procura residencial de água nas suas dimensões espacial e temporal –, pelo que se achou por bem considerar outras soluções alternativas de modelação. Assim, não obstante os aspectos limitativos atrás mencionados, entendeu-se que o objectivo pretendido seria na mesma razoavelmente alcançado com o modelo de procura especificado nas formas linear e logarítmica.

⁴⁵ A função de procura Stone-Geary formalizada com apenas 2 bens pode escrever-se como: $q_1 = (1 - \beta_1) \gamma_1 + \beta_1 \frac{M}{p_1} - \beta_1 \gamma_2 \frac{p_2}{p_1}$, em que p_1 e q_1 designam o preço e a quantidade procurada do bem 1 (c.g., a água), p_2 , o preço do bem composto, M , o rendimento, e β_1 , γ_1 e γ_2 , são os parâmetros a estimar. O coeficiente γ_1 é interpretado como o nível mínimo de subsistência. Al-Qunaibet e Johnston (1985) utilizaram uma função deste tipo para estimar a procura municipal de água no Kuwait.

⁴⁶ Para respeitar a existência de um volume mínimo de água indispensável à vida, a equação logarítmica (eq.4.6) tomaria a forma $\ln(q_1 - \theta_1) = \ln \beta_0 - \beta_1 \ln p_1 + \beta_2 \ln M$, onde θ_1 , seria interpretado da mesma maneira que o parâmetro γ_1 na função Stone-Geary.

Duas razões adicionais corroboraram esta opção. A primeira relacionou-se com a circunstância destas formas funcionais serem as mais comumente utilizadas em estudos de procura de água, particularidade que facilitaria, desde logo, a posterior comparação dos resultados obtidos com os alcançados por outros trabalhos. A segunda prendeu-se com a possibilidade de estabelecer um paralelo entre os valores das elasticidades proporcionados pelas duas equações, já que, segundo alguns autores, diferentes formas funcionais podem produzir resultados empíricos substancialmente distintos (veja-se, por exemplo, Al-Qunaibet e Johnston, 1985).

A procura residencial de água no Algarve vai assim explicitar-se através das equações linear e logarítmica. Estas formas funcionais serão utilizadas, sempre que tal for praticável, em dois modelos específicos, doravante designados por modelo agregado e modelo desagregado. Ambos pretendem responder à questão da variabilidade geográfica das elasticidades, contudo, enquanto o primeiro aborda o problema numa perspectiva geral, isto é, sem se preocupar com as características sazonais da procura, o segundo releva sobretudo este último aspecto procurando estimar, para cada concelho, o valor das elasticidades da procura média mensal de água do contador/família representativo em dois períodos distintos: o período de Inverno, que engloba os meses de Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Maio, Outubro, Novembro e Dezembro, e o período de Verão, que compreende os meses de Junho, Julho, Agosto e Setembro.

Convém, no entanto, referir que a especificação logarítmica não poderá ser utilizada no modelo desagregado e também nalguns (poucos) concelhos no caso do modelo agregado. Esta restrição prende-se essencialmente com os valores assumidos pelas variáveis diferença de Nordin ($DIFERENCA_{IV}$) e precipitação (PRECIP).

O primeiro aspecto do problema pode ser clarificado recorrendo à equação (5.1), que aqui se reproduz por mera conveniência: $DIF = p_A + \sum_{i=1}^{k-1} (p^i - p^k) (q_w^i - q_w^{i-1})$. Com tarifas por blocos crescentes, a segunda parcela da expressão é sempre negativa, pois, $p_i < p_k$, pelo que o valor da *DIF* será positivo, negativo ou nulo consoante se verifique $p_A > |D|$ (o aluguer do contador sobrepõe-se ao efeito das componentes inframarginais da tarifa), $p_A < |D|$ (o aluguer do contador não é suficiente para contrabalançar o efeito das componentes inframarginais) ou $p_A = |D|$ (o aluguer do contador compensa na totalidade o efeito das componentes inframarginais), respectivamente, onde $D = \sum_{i=1}^{k-1} (p^i - p^k) (q_w^i - q_w^{i-1})$. Ou seja, o valor da *DIF* dependerá, em última análise, da relação de ordem que se estabeleça entre o aluguer do contador e o efeito das componentes inframarginais da tarifa.

Aquando do processo de estimação da variável *DIF* segundo a técnica de Billings (ponto 5.4.2), o aluguer do contador (p_A) foi um dos elementos levados em linha de conta no cálculo da despesa total associada a cada tarifa, pelo que, em consonância com o acima exposto, a variável DIF_{IV} assumiu, nalguns casos, um valor positivo, e noutros, um valor negativo ou nulo. A consulta das séries do Anexo 6 permite identificar as diferentes situações. Nos concelhos de Aljezur, Lagos, Loulé, Monchique, Olhão, Tavira, Vila do Bispo e Vila Real de Santo António, os valores foram positivos; em Albufeira, Lagoa e Silves, negativos; em Castro Marim, nulos; em Faro e S. Brás de Alportel, positivos e negativos; e em Portimão, positivos e nulos. O facto das séries apresentarem este tipo de características limita, de algum modo, o uso da especificação logarítmica, pois, como é sabido, um número negativo ou nulo não possui logaritmo. No

primeiro grupo de concelhos a limitação não assume relevância porque a $DIFERENCA_{IV}$ é sempre positiva; no segundo sucede o mesmo, já que, não obstante os valores serem todos negativos, poderá utilizar-se, para efeitos de estimação, o simétrico da variável ($SIMDIFERENCA_{IV} = - DIFERENCA_{IV}$); no concelho de Castro Marim o problema também não se coloca porque a variável é nula em todo o período de estimação e, por isso, não será considerada no modelo. Onde a restrição assume significado particular é nos concelhos de Faro, Portimão e S. Brás de Alportel. Aqui as séries exibem valores que não são todos positivos, negativos ou nulos e, nestas circunstâncias, de acordo com Billings e Agthe (1980), não se deverá utilizar a especificação logarítmica.

O segundo aspecto respeita sobretudo ao modelo desagregado e relaciona-se com os valores da precipitação (PRECIP). Esta variável regista com frequência um valor nulo durante os meses de Verão e, sendo assim, o uso da forma logarítmica, ao implicar a perda de um considerável número de observações, prejudicaria a estimação do modelo e inviabilizaria a prossecução do objectivo central do mesmo – o conhecimento das elasticidades sazonais. Por este motivo, e também pelo facto de não ser possível utilizar a forma logarítmica nos concelhos de Faro, Portimão e S. Brás de Alportel, a estimação do modelo desagregado será apenas efectuada através da especificação linear.

Enunciada a escolha das formas funcionais e esclarecidas as suas limitações, importa agora apresentar as equações de estimação propriamente ditas. No que diz respeito ao modelo agregado, o mesmo será especificado na forma linear como:

$$\begin{aligned}
 CONSMENS_t = & \beta_0 + \beta_1 PMG_{IV_t} + \beta_2 DIFERENCA_{IV_t} + \beta_3 RENDMENS_t + \\
 & + \beta_4 TEMPMED_t + \beta_5 PRECIP_t + u_t ,
 \end{aligned}
 \tag{5.2}$$

e na forma logarítmica como:

$$\ln \text{CONSMENS}_t = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{PMG}_{IV_t} + \beta_2 \ln \text{DIFERENCA}_{IV_t} + \beta_3 \ln \text{RENDMENS}_t + \beta_4 \ln \text{TEMPMED}_t + \beta_5 \ln \text{PRECIP}_t + u_t, \quad (5.3)$$

onde, $t = 1, \dots, N$, sendo N o número de observações mensais.

Quanto ao modelo desagregado, tomará a forma:

$$\text{CONSMENS}_{t,i} = \beta_{0,i} + \beta_{1,i} \text{PMG}_{IV_{t,i}} + \beta_{2,i} \text{DIFERENCA}_{IV_{t,i}} + \beta_{3,i} \text{RENDMENS}_{t,i} + \beta_{4,i} \text{TEMPMED}_{t,i} + \beta_{5,i} \text{PRECIP}_{t,i} + u_{t,i}, \quad (5.4)$$

$$\text{onde, } i = 0,1 \left\{ \begin{array}{l} 0 - \text{Verão} \quad , \quad \text{e } t = 1, \dots, \frac{(1+i)N}{3} \\ 1 - \text{Inverno} \end{array} \right.$$

Em ambos os modelos, β_0, \dots, β_5 , são os parâmetros a estimar, u_t , designa a variável residual, e as restantes variáveis têm o significado já anteriormente referido (ponto 5.4.2). Ou seja, para cada concelho, CONSMENS expressa o consumo médio em $\text{m}^3/\text{mês}$ do contador (família) representativo; PMG_{IV} e DIFERENCA_{IV} , o preço marginal e a diferença de Nordin, medidos em escudos constantes de 1991/mês; RENDMENS , o rendimento bruto da família associada ao contador representativo, também avaliado em escudos constantes de 1991/mês; TEMPMED , a temperatura média mensal do ar ($^{\circ}\text{C}$); e PRECIP , a quantidade de precipitação em $\text{mm}/\text{mês}$.

5.4.4 Análise da Estacionaridade

Os modelos descritos pelas equações (5.2), (5.3) e (5.4), envolvem a utilização de séries temporais. Nas regressões com este tipo de dados é aconselhável analisar previamente a estacionaridade das séries⁴⁷, pois, de acordo com Granger e Newbold (1974) e Philips (1986), caso as variáveis sejam não estacionárias, existe a possibilidade da estimação pelos mínimos quadrados ordinários (OLS) enviesar os habituais testes de aderência dos modelos e conduzir a relações espúrias entre as variáveis.

A análise da estacionaridade das séries faz-se normalmente através dos chamados testes de raízes unitárias, sendo os propostos por Dickey e Fuller (1979), nas suas versões simples (DF) e aumentada (ADF), os de utilização mais comum. No primeiro caso assume-se que a série y_t segue um processo auto-regressivo de primeira ordem, AR(1), enquanto que no segundo, de aplicação mais geral, pressupõe-se que a mesma obedece a um processo de ordem p , AR(p). Para implementar o teste ADF, aquele que do ponto de vista prático revela maior interesse, começa-se por estimar pelos mínimos quadrados ordinários a equação :

$$\Delta y_t = \delta_0 + \delta_1 t + \gamma y_{t-1} + \alpha_i \sum_{i=1}^{p-1} \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t, \quad (5.5)$$

⁴⁷ Uma série temporal, y_t , diz-se estacionária em covariância, ou fracamente estacionária de segunda ordem, ou ainda, estacionária em sentido lato, se satisfizer os requisitos:

- i) $E(y_t) = \mu$, $\forall t$
- ii) $Var(y_t) = E(y_t - \mu)^2 = \sigma^2$, $\forall t$
- iii) $Cov(y_t, y_{t-k}) = E[(y_t - \mu)(y_{t-k} - \mu)] = \gamma_k$, $\forall t, k \geq 0$,

onde μ representa a média, σ^2 a variância e γ_k a covariância (ou autocovariância) de ordem k . Isto é, a estacionaridade fraca de segunda ordem implica média e variância constantes e autocovariâncias dependentes apenas de k , o número de períodos de tempo decorridos entre y_{t-k} e y_t . As séries que não exibam as propriedades acima, designam-se por séries não estacionárias (Maddala, 1992, cap.13).

onde $\delta_0, \delta_1, \gamma$ e α_i , são parâmetros, Δ representa o operador das primeiras diferenças, t a variável tempo ou tendência, Δy_{t-i} os termos das primeiras diferenças desfasadas (i.e., $\Delta y_{t-1} = y_{t-1} - y_{t-2}$; $\Delta y_{t-2} = y_{t-2} - y_{t-3}$; ...) e ε_t a variável residual.

Uma vez estimado o modelo, o qual poderá não incluir o termo autónomo e/ou a tendência desde que os respectivos coeficientes sejam estatisticamente não significativos, testa-se a hipótese $H_0 : \gamma = 0$ (existência de uma raiz unitária) contra a alternativa $H_1 : \gamma < 0$. Se o valor da estatística de teste τ – o t-rácio do coeficiente $\hat{\gamma}$ –, adiante designado por $ADF(\hat{\tau})$, for menor do que o valor crítico obtido nas tabelas de Dickey-Fuller ou Mackinnon (1991) para um determinado nível de significância α , isto é, se $ADF(\hat{\tau}) < c_\alpha$, rejeita-se a hipótese de que a série y_t tem uma raiz unitária, ou o mesmo é dizer, conclui-se que a série é estacionária. Caso contrário, se $ADF(\hat{\tau}) > c_\alpha$, não se rejeita a hipótese de que a série seja não estacionária.

Com o objectivo de prevenir eventuais relações espúrias entre as variáveis, e assim fortalecer a credibilidade dos resultados que venham a ser obtidos nas estimações, procurou-se analisar a estacionaridade das séries envolvidas nos modelos (5.2), (5.3) e (5.4). Foram utilizadas para este propósito duas abordagens: uma de natureza formal, baseada nos testes de Dickey-Fuller aplicados às séries CONSMENS, TEMPMED e PRECIP, e outra de cariz informal, alicerçada nas características comportamentais das variáveis monetárias PMG_{IV} , $DIFERENCA_{IV}$ e $RENDMENS$.

A estacionaridade das séries CONSMENS e TEMPMED foi avaliada com base no teste ADF, tendo a regressão sido especificada na maioria dos casos sem tendência, enquanto que a relativa à série PRECIP, foi analisada através da versão DF – a equação de teste

da hipótese nula (5.5) sem a tendência e os termos correspondentes às primeiras diferenças desfasadas. Os resultados fornecidos pelos testes apontam no sentido de que estas séries sejam estacionárias, pois, em todos os concelhos, foi rejeitada a hipótese de cada variável conter uma raiz unitária a um nível de significância $\alpha = 1\%$, isto é, obteve-se sempre $ADF(\hat{\tau}) < c_{0,01}$ ⁴⁸.

No caso das variáveis PMG_{IV} , $DIFERENCA_{IV}$ e $RENDMENS$, verificou-se que devido ao seu processo de construção (recorde-se o ponto 5.4.2), as séries exibem valores constantes durante largos intervalos de tempo – nas duas primeiras, no decorrer do ano e ao longo do período em que vigora um tarifário específico, e na última, no decurso de cada ano. Por outro lado, o rendimento disponível anual do Algarve para o período 1991-2001 revelou tratar-se de uma série estacionária à luz do teste ADF, pelo que, a mesma propriedade deverá caracterizar também as sub-séries $RENDMENS$. A conjugação destes factores, reforça a ideia de que se pode assumir como válida a estacionaridade das variáveis em causa.

Em resumo, os resultados obtidos através dos testes de Dickey-Fuller, os quais podem ser consultados no Anexo 7⁴⁹, e o comportamento relativamente constante exibido pelas variáveis monetárias, parecem indicar que as séries subjacentes aos modelos a estimar são todas estacionárias.

Clarificada e assumida a estacionaridade das séries, por um lado, e salvaguardada a ausência de correlação entre as variáveis preço (PMG_{IV} e $DIFERENCA_{IV}$) e o termo do

⁴⁸ O *software* utilizado para a realização dos testes de Dickey-Fuller foi o *Econometric Views 4.0* da Quantitative Micro Software para ambiente Windows. Este programa informático usa a designação ADF para qualquer versão do teste, seja ela simples ou aumentada.

⁴⁹ No Anexo 7.1 consta o *output* do teste ADF efectuado à série do rendimento disponível bruto das famílias do Algarve; no Anexo 7.2 encontram-se, para cada concelho, os *outputs* dos testes referentes às séries $CONSMENS$, $TEMPMED$ e $PRECIP$.

erro, por outro, vai agora proceder-se à estimação dos modelos de procura residencial de água que estruturam a parte empírica do trabalho. Para tal, irá admitir-se, como habitualmente, que as variáveis residuais introduzidas nas equações (5.2), (5.3) e (5.4) são independentes e identicamente distribuídas com distribuição normal de média nula e variância σ^2 , ou seja, $u_i \sim iid N(0, \sigma^2)$, e que, além disso, permanecem válidas as restantes hipóteses do modelo clássico de regressão linear múltipla. A assunção destes pressupostos vai assim permitir que as regressões sejam efectuadas através do método dos mínimos quadrados ordinários.

Refira-se, a finalizar, que todas as estimações serão efectuadas através do programa informático Econometric Views 4.0 da Quantitative Micro Software para ambiente Windows.

5.4.5 Resultados

Neste ponto do trabalho apresentam-se os resultados das estimações. Em primeiro lugar avalia-se a qualidade estatística dos modelos; a seguir discutem-se os valores das elasticidades; por fim, comparam-se os resultados obtidos com os alcançados por outros estudos de procura residencial de água.

5.4.5.1 Qualidade Estatística das Regressões

Os resultados e os testes estatísticos respeitantes aos modelos agregado (especificações linear e logarítmica) e desagregado (especificação linear) constam nos Anexos 8, 9 e 10, respectivamente.

Modelo Agregado

Nas regressões efectuadas relevam-se os seguintes aspectos:

- o teste à significância global dos parâmetros, via estatística F-Snedecor, permite rejeitar a hipótese da nulidade conjunta dos coeficientes a um nível de 1% em todos os concelhos, quer no modelo linear quer no logarítmico. A estatística de teste apresenta um valor compreendido entre 67,6 (Olhão) e 647,6 (Vila do Bispo), no caso da equação linear, e entre 24,5 (Tavira) e 480,6 (Vila do Bispo), no caso da equação logarítmica.
- o teste à significância individual dos parâmetros, baseado na estatística t-Student, leva a concluir que os coeficientes são na sua generalidade estatisticamente diferentes de zero, a 5% nas regressões lineares e a 10% nas logarítmicas. As excepções são, no primeiro caso, a variável $DIFERENCA_{IV}$ nos concelhos de Lagos, Monchique e Silves, e, no segundo, as variáveis $LPMG_{IV}$ (Vila do Bispo), $LSIMDIFERENCA_{IV}$ (Albufeira e Silves), $LDIFERENCA_{IV}$ (Lagos, Loulé e Monchique), $LRENDMENS$ (Castro Marim e Tavira) e $LPRECIP$ (Albufeira e Monchique).
- a variação do consumo mensal de água do contador representativo de cada concelho que é explicada pela variação conjunta dos regressores atinge um valor médio de 87% no modelo linear e 83% no logarítmico. No primeiro grupo de regressões o coeficiente de determinação múltiplo (\bar{R}^2) varia entre 78% (Portimão) e 95% (Vila do Bispo), e, no segundo, entre 64% (Tavira) e 94% (Vila do Bispo). Em todos os concelhos a variável $TEMPMED$ é a que evidencia

maior poder explicativo (o seu coeficiente de determinação simples tem um valor médio acima dos 75%).

- o teste à autocorrelação de 1ª ordem, via estatística de Breusch-Godfrey⁵⁰, não permite rejeitar a hipótese nula (inexistência de autocorrelação) a um nível de significância de 5% em todos os concelhos e nos dois tipos de modelos.
- o teste à heteroscedasticidade com base na estatística de White⁵¹, calculada sem os produtos cruzados dos regressores, não rejeita a hipótese nula (erros homoscedásticos) a um nível de significância de 5% em todas as regressões lineares e na generalidade das logarítmicas. Neste último caso as exceções são os concelhos de Lagoa e Vila Real de Santo António, onde a homoscedasticidade não é rejeitada a 2,5% e 0,5%, respectivamente.
- a consistência teórica dos sinais dos parâmetros é a esperada, ou seja, sinal negativo nas variáveis preço marginal e diferença, positivo no rendimento e na temperatura, e negativo na precipitação. Como exceções surgem, na especificação linear, o coeficiente da variável $DIFERENCA_{IV}$ (Monchique), e na logarítmica, o da variável $LDIFERENCA_{IV}$ (Lagos e Monchique), ambos com um sinal contrário ao previsto mas sem significância do ponto de vista estatístico. O coeficiente positivo da $DIFERENCA_{IV}$ nos concelhos de Albufeira, Lagoa e Silves deve-se ao facto dos respectivos modelos terem sido especificados com a variável na forma $SIMDIFERENCA_{IV}$.

⁵⁰ Sobre a mecânica do teste, veja-se Breusch (1978) e Godfrey (1978).

⁵¹ Para o modo de funcionamento do teste, consulte-se White (1980).

Em suma, os resultados dos testes de diagnóstico, o valor elevado dos coeficientes de determinação, e a consistência teórica dos parâmetros, parecem indicar que todas as regressões efectuadas apresentam uma robustez estatística satisfatória.

Modelo Desagregado

Nas regressões efectuadas sobressaem os seguintes aspectos:

- o teste à significância individual dos parâmetros, via estatística t-Student, leva a concluir que os coeficientes são na sua generalidade estatisticamente diferentes de zero a 10% , quer no modelo de Inverno quer no modelo de Verão. As excepções são, no primeiro caso, a variável $INVDIFERENCA_{IV}$ nos concelhos de Lagos, Monchique e Silves, e, no segundo, as variáveis $VERDIFERENCA_{IV}$ (Lagoa, Lagos, Loulé, Monchique e V.R.S.A.), $VERRENDMENS$ (Castro Marim), e $VERPRECIP$ (Albufeira, Aljezur, Lagos, Loulé, Monchique, Olhão, Portimão, S. B. Alportel, Silves e Tavira).
- a variação do consumo mensal de água do contador representativo de cada concelho que é explicada pela variação conjunta dos regressores atinge um valor médio de 89%, variando o \bar{R}^2 entre 81% (Portimão) e 96% (Vila do Bispo).
- o teste à autocorrelação de 1ª ordem, baseado na estatística de Breusch-Godfrey, não permite rejeitar a hipótese nula (inexistência de autocorrelação) a um nível de significância de 5% em todos os concelhos.

- o teste à heteroscedasticidade com base na estatística de White, calculada sem os produtos cruzados dos regressores, não rejeita a hipótese nula (erros homoscedásticos) a um nível de significância de 5% em todas as regressões.
- a consistência teórica dos parâmetros é a esperada, exceptuando-se, no modelo de Inverno, o coeficiente da variável $INVDIFERENCA_{IV}$ (Monchique), e no modelo de Verão, o das variáveis $VERDIFERENCA_{IV}$ (Lagoa) e $VERPRECIP$ (Albufeira, Loulé e Monchique), todos com um sinal contrário ao previsto (positivo em vez de negativo) mas não significativos do ponto de vista estatístico.

Em resumo, também aqui, os resultados dos testes de diagnóstico, o valor elevado dos coeficientes de determinação, e a consistência teórica dos parâmetros, parecem indicar que todas as regressões efectuadas exibem uma robustez estatística razoável. Cabe no entanto salientar que, relativamente ao modelo agregado, algumas variáveis perdem significância estatística, em particular a variável precipitação, a qual, como seria de esperar, vê o seu poder explicativo reduzir-se na maioria dos concelhos durante o período de Verão.

5.4.5.2 Elasticidades

As elasticidades nas estimações lineares foram calculadas para os valores médios das variáveis explicativas, enquanto que nas estimações logarítmicas, foram obtidas directamente a partir das equações de regressão.

Modelo Agregado

Na Tabela 5.4 constam os valores das elasticidades respeitantes ao modelo agregado.

Da sua observação constata-se o seguinte:

- a elasticidade preço-marginal (e_p) alcança um valor médio de -0,452 nas equações lineares e de -0,478 nas logarítmicas. No primeiro conjunto de regressões varia entre -0,073 (Loulé) e -0,937 (Tavira), e no segundo, considerando apenas os valores estatisticamente significativos, entre -0,122 (Loulé) e -0,913 (Castro Marim).

Nas regressões lineares, atendendo a que o preço-marginal médio ao longo do período de estimação varia entre 32,76 (Vila do Bispo) e 111,74 (Tavira)⁵², parece existir uma relação directa entre os valores das elasticidades e os valores médios dos preço-marginais. Esta correspondência, apesar de contrariada nos concelhos de Monchique e Aljezur que evidenciam elasticidades altas e preços marginais baixos, está de acordo com a teoria económica, pois os bens de preço mais alto tendem a apresentar uma procura mais elástica do que os bens de preço mais baixo. Todavia, o mesmo tipo de relação já não é tão evidente nas regressões logarítmicas, uma vez que o concelho de Tavira, com um preço alto exhibe uma elasticidade relativamente baixa (-0,374), enquanto que o de Castro Marim, com um preço baixo, regista uma elasticidade elevada (-0,913)⁵³. A circunstância dos concelhos com preços baixos (Monchique e Aljezur) exibirem elasticidades elevadas é algo intrigante. Talvez o peso médio da despesa com a

⁵² Consulte-se os Quadros das Estatísticas Descritivas por Concelho (Anexo 6).

⁵³ As elasticidades preço-marginal fornecidas pelo modelo logarítmico nos concelhos de Castro Marim e Tavira diferem substancialmente das que foram obtidas com o modelo linear. Este facto tem provavelmente a ver com a superioridade explicativa da especificação linear face à logarítmica, pois, nesta última, a significância estatística das variáveis reduz-se de forma acentuada (t-rácios mais baixos).

Tabela 5.4 Elasticidades – modelo agregado a) b)

Concelho	Especificação Linear					Especificação Logarítmica				
	e_p	e_{dif}	$e_r^{c)}$	e_t	e_{pc}	e_p	e_{dif}	$e_r^{c)}$	e_t	e_{pc}
Albufeira	-0,479	+0,086	+2,226	+1,110	-0,019	-0,539	+0,044 *	+2,595	+1,115	-0,009 *
Aljezur	-0,804	-0,434	+0,442	+1,216	-0,046	-0,735	-0,560	+0,460	+1,197	-0,039
Castro Marim	-0,580	-	+0,458	+0,736	-0,020	-0,913	-	+0,340 *	+0,727	-0,010
Faro	-0,401	+0,084	+1,859	+0,957	-0,019	-	-	-	-	-
Lagoa	-0,608	+0,462	+2,498	+1,082	-0,031	-0,628	+0,750	+3,152	+0,990	-0,018
Lagos	-0,340	-0,048 *	+1,427	+0,932	-0,031	-0,311	+0,010 *	+1,424	+0,850	-0,025
Loulé	-0,073	-0,079	+1,458	+1,170	-0,015	-0,122	-0,036 *	+1,828	+1,088	-0,013
Monchique	-0,803	+0,274 *	+2,147	+0,647	-0,019	-0,886	+0,502 *	+1,460	+0,671	-0,011 *
Olhão	-0,283	-	+2,330	+0,962	-0,036	-0,242	-	+1,831	+0,728	-0,028
Portimão	-0,677	-0,055	+1,523	+0,702	-0,024	-	-	-	-	-
S.B.Alportel	-0,243	-0,046	+0,940	+1,004	-0,023	-	-	-	-	-
Silves	-0,240	+0,009 *	+0,934	+0,834	-0,033	-0,361	+0,031 *	+0,902	+0,802	-0,023
Tavira	-0,937	-0,161	+1,420	+0,776	-0,046	-0,374	-0,084	+0,314 *	+0,592	-0,039
Vila do Bispo	-0,149	-	+0,476	+1,210	-0,039	-0,104 *	-	+0,654	+1,208	-0,026
V.R.S.A	-0,157	-0,016	+0,665	+0,807	-0,025	-0,145	-0,023	+0,768	+0,672	-0,025

a) Na especificação linear as elasticidades estão calculadas para os valores médios das variáveis explicativas.

b) e_p , e_{dif} , e_r , e_t e e_{pc} , designam as elasticidades preço-marginal, diferença, rendimento, temperatura e precipitação, respectivamente.

c) Nos concelhos de Olhão e Vila do Bispo, e_r , representa a elasticidade rendimento-virtual.

* Valor estatisticamente não significativo a 10%.

água no rendimento mensal das famílias explique a situação, pois, nestes concelhos, o rácio alcança um valor próximo dos 0,40% quando a média na região é de apenas 0,33%.

Por outro lado, parece ainda haver, de um modo geral, uma relação inversa entre o rendimento disponível mensal das famílias e a elasticidade-preço. Nas regressões lineares, e de forma semelhante também nas logarítmicas, os concelhos com rendimentos baixos (e.g., Aljezur, Monchique e Tavira) apresentam elasticidades elevadas, enquanto que os de rendimentos elevados (e.g., Faro, Portimão e Vila Real de Santo António) exibem elasticidades baixas. Isto significa que os municípios de baixo rendimento são mais sensíveis às variações do preço da água do que aqueles onde o rendimento é elevado. Uma justificação para este resultado alicerça-se provavelmente na relação de complementaridade existente entre a água e alguns bens duradouros adquiridos pelas famílias nos concelhos mais ricos (e.g., máquinas de lavar, residências com jardins, piscinas, jacúzis, etc.), e, por isso, a sua procura responderá menos às variações do preço.

- a elasticidade diferença (e_{dif}) regista um valor médio de -0,018 nas equações lineares e de -0,354 nas logarítmicas. No primeiro grupo de regressões varia entre -0,434 (Aljezur) e +0,462 (Lagoa), e no segundo, entre -0,560 (Aljezur) e +0,750 (Lagoa). Estes concelhos revelam-se assim os mais sensíveis às variações da diferença de Nordin, provindo a divergência nos sinais das elasticidades do valor assumido pela variável em causa, positivo em Aljezur, e negativo em Lagoa.

- a elasticidade rendimento (e_r) atinge um valor médio de +1,387 nas equações lineares e de +1,507 nas logarítmicas. No primeiro conjunto de regressões varia entre +0,442 (Aljezur) e +2,498 (Lagoa), e no segundo, considerando apenas os valores estatisticamente significativos, entre +0,460 (Aljezur) e +3,152 (Lagoa).

Devido à rigidez da procura ($e_p < 1$) e ao peso reduzido da despesa com o bem no rendimento dos consumidores (0,33% em média), seria de esperar que a água fosse um bem normal (necessário) em todos os concelhos do Algarve, contudo, isso só se verifica em Aljezur, Castro Marim, S. Brás de Alportel, Silves, Vila do Bispo e Vila Real de Santo António, já que nos restantes municípios as elasticidades rendimento exibem valores superiores à unidade, isto tanto na especificação linear como na logarítmica.

A elasticidade também parece crescer com o nível de rendimento. Por exemplo, no modelo linear, os cinco concelhos com rendimentos mais elevados (Faro, Portimão, Vila Real de Santo António, Albufeira e Loulé) evidenciam uma e_r média de +1,546, enquanto que os cinco concelhos com rendimentos mais baixos (Tavira, Vila do Bispo, Castro Marim, Monchique e Aljezur) apresentam uma e_r média de apenas +0,989, isto é, a água surge como um bem de luxo no grupo dos mais ricos, e um bem necessário no grupo dos mais pobres. Esta relação directa da elasticidade com o rendimento gera alguma perplexidade, no entanto, como já antes se referiu, ela deriva provavelmente do nexos de complementaridade existente entre a água e alguns bens duradouros adquiridos pelas famílias nos concelhos com rendimento elevado. À medida que o rendimento disponível vai aumentando as famílias tendem a comprar mais

habitações com jardim e piscina, máquinas de lavar louça e roupa, jacúzis e outros bens que contribuem para aumentar o consumo de água e, por isso, a relação encontrada terá mais a ver com esta circunstância do que propriamente com a influência directa que as variações do rendimento possam exercer no consumo de água.

- a elasticidade temperatura (e_t) tem um valor médio de +0,943 nas estimações lineares e de +0,886 nas logarítmicas. No primeiro grupo de regressões varia entre +0,647 (Monchique) e +1,216 (Aljezur), e no segundo, entre +0,592 (Tavira) e +1,208 (Vila do Bispo).
- a elasticidade precipitação (e_{pc}) regista por sua vez um valor médio de -0,028 nas equações lineares e de -0,025 nas logarítmicas. No primeiro grupo de regressões, considerando apenas os valores estatisticamente significativos, varia entre -0,015 (Loulé) e -0,046 (Aljezur e Tavira), e no segundo, entre -0,010 (Castro Marim) e -0,039 (Aljezur e Tavira).

Em síntese, das observações anteriores parece poder concluir-se o seguinte: i) as especificações linear e logarítmica, salvo algumas excepções, fornecem elasticidades muito semelhantes; ii) a água consumida para fins residenciais é um bem de procura rígida em todos os concelhos da região e assume, na maioria deles, a natureza de um bem de luxo; iii) o rendimento disponível e a temperatura são as variáveis que exibem uma maior sensibilidade na explicação da procura de água; e iv) as elasticidades preço e rendimento, sobretudo estas, evidenciam uma considerável variabilidade espacial.

Modelo Desagregado

Os valores das elasticidades respeitantes ao modelo desagregado constam na Tabela 5.5.

Da sua observação sobressaem os seguintes aspectos:

- a elasticidade preço (e_p) alcança um valor médio de -0,415 no modelo de Inverno e de -0,523 no modelo de Verão. No primeiro varia entre -0,073 (Loulé) e -0,825 (Monchique), e no segundo, entre -0,100 (Loulé) e -1,009 (Tavira).

Todos os concelhos exibem elasticidades de Verão superiores às de Inverno, no entanto, dadas as características climatéricas da região, esperar-se-ia à partida que os valores evidenciassem uma diferença mais pronunciada. A razão para isto não ter ocorrido deriva provavelmente das próprias características da variável PMG_{IV} , pois a mesma, ao assumir valores constantes durante largos períodos de tempo, atenua por certo as diferenças entre os dois tipos de elasticidades. Com um regressor preço que exibisse variabilidade mensal obter-se-iam, porventura, diferenças mais acentuadas.

- a elasticidade diferença (e_{dif}) regista um valor médio de -0,006 no modelo de Inverno e de -0,080 no modelo de Verão. No primeiro varia entre -0,543 (Aljezur) e +0,679 (Lagoa), e no segundo, considerando apenas os valores estatisticamente significativos, entre -0,518 (Aljezur) e +0,097 (Faro).

Exceptuando os concelhos de Lagoa, Loulé, Silves e Vila Real de Santo António, todos os restantes municípios apresentam elasticidades de Inverno comparáveis às que registam no Verão. Provavelmente, também aqui, a circunstância da variável $DIFERENCA_{IV}$ assumir valores constantes durante

Tabela 5.5 Elasticidades – modelo desagregado ^{a) b)}

Concelho	ϵ_p		ϵ_{dif}		ϵ_r ^{c)}		ϵ_t		ϵ_{pc}	
	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
Albufeira	- 0,451	- 0,647	+ 0,094	+ 0,084	+ 1,981	+ 2,044	+ 1,045	+ 1,429	- 0,031	+ 0,0004*
Aljezur	- 0,688	- 0,871	- 0,543	- 0,518	+ 0,345	+ 0,524	+ 0,888	+ 0,644	- 0,048	- 0,009*
Castro Marim	- 0,630	- 0,709	-	-	+ 0,560	+ 0,222*	+ 0,646	+ 0,529	- 0,030	- 0,008
Faro	- 0,332	- 0,415	+ 0,067	+ 0,097	+ 1,790	+ 1,720	+ 0,590	+ 1,289	- 0,025	- 0,016
Lagoa	- 0,560	- 0,783	+ 0,679	- 0,087*	+ 2,230	+ 2,634	+ 0,933	+ 1,279	- 0,045	- 0,018
Lagos	- 0,268	- 0,382	- 0,007*	- 0,109*	+ 1,468	+ 0,896	+ 0,818	+ 0,773	- 0,050	- 0,011*
Loulé	- 0,073	- 0,100	- 0,076	- 0,017*	+ 1,463	+ 0,992	+ 0,942	+ 1,777	- 0,029	+ 0,006*
Monchique	- 0,825	- 0,937	+ 0,204*	+ 0,480*	+ 2,279	+ 1,977	+ 0,582	+ 0,765	- 0,034	+ 0,005*
Olhão	- 0,250	- 0,356	-	-	+ 1,902	+ 3,336	+ 0,566	+ 2,017	- 0,051	- 0,002*
Portimão	- 0,634	- 0,786	- 0,053	- 0,055	+ 1,353	+ 1,420	+ 0,416	+ 0,612	- 0,034	- 0,002*
S.B.Alportel	- 0,198	- 0,280	- 0,045	- 0,043	+ 0,994	+ 0,804	+ 0,810	+ 0,914	- 0,040	- 0,004*
Silves	- 0,234	- 0,293	+ 0,007*	+ 0,037	+ 1,039	+ 0,723	+ 0,734	+ 0,920	- 0,050	- 0,004*
Tavira	- 0,822	- 1,009	- 0,159	- 0,162	+ 1,033	+ 1,549	+ 0,317	+ 0,879	- 0,077	+ 0,004*
Vila do Bispo	- 0,103	- 0,108	-	-	+ 0,491	+ 0,382	+ 1,120	+ 0,996	- 0,050	- 0,018
V.R.S.A	- 0,151	- 0,183	- 0,019	- 0,007*	+ 0,795	+ 0,440	+ 0,597	+ 0,756	- 0,034	- 0,013

a) As elasticidades estão calculadas para os valores médios das variáveis explicativas.

b) ϵ_p , ϵ_{dif} , ϵ_r , ϵ_t e ϵ_{pc} , designam as elasticidades preço-marginal, diferença, rendimento, temperatura e precipitação, respectivamente.

c) Nos concelhos de Olhão e Vila do Bispo, ϵ_r , representa a elasticidade rendimento-virtual.

* Valor estatisticamente não significativo a 10%

largos intervalos de tempo deverá ter contribuído para mitigar a variação das elasticidades de um período para o outro.

- a elasticidade rendimento (e_r) atinge um valor médio de +1,315 no modelo de Inverno e de +1,389 no modelo de Verão. No primeiro varia entre +0,345 (Aljezur) e +2,279 (Monchique), e no segundo, considerando apenas os valores estatisticamente significativos, entre +0,382 (V.R.S.A) e +3,336 (Olhão).

Tal como no caso das variáveis preço-marginal e diferença de Nordin, também a sensibilidade média da procura de água às variações do rendimento disponível não parece diferir muito do Inverno para o Verão. Este padrão comportamental das elasticidades deve ter sido influenciado, à semelhança das situações anteriores, pela constância mensal do regressor RENDMENS.

- a elasticidade temperatura (e_t) tem um valor médio de +0,734 no modelo de Inverno e de +1,039 no modelo de Verão. No primeiro varia entre +0,317 (Tavira) e +1,120 (Vila do Bispo), e no segundo, entre +0,529 (Castro Marim) e +2,017 (Olhão).

Estes resultados evidenciam de forma clara a influência que a temperatura exerce no consumo residencial de água no Algarve. A elasticidade de Verão é em média cerca de 40% superior à que se verifica no período de Inverno, chegando a diferença a atingir nalguns concelhos (Faro, Olhão e Tavira) valores acima dos 100%.

- a elasticidade precipitação (e_{pc}) regista, por seu lado, um valor médio de -0,042 no modelo de Inverno e de -0,015 no modelo de Verão. No primeiro varia entre -0,025 (Faro) e -0,077 (Tavira), e no segundo, considerando apenas os valores estatisticamente significativos, entre -0,008 (Castro Marim) e -0,018 (Lagoa e Vila do Bispo).

Em resumo, das observações anteriores parece poder concluir-se o seguinte: i) a sensibilidade do consumo de água às variações do preço-marginal é mais elevada no Verão do que no Inverno em todos os municípios; ii) os valores das elasticidades diferença de Nordin e rendimento disponível não variam muito de um período para o outro na generalidade dos concelhos; e iii) as elasticidades temperatura e precipitação, junto com a preço-marginal, são as que evidenciam uma maior variabilidade temporal.

5.4.5.3 Comparação com outros Estudos

Os resultados alcançados neste trabalho vão agora ser comparados com os obtidos por outros estudos no tocante a dois aspectos: a predição do modelo de Taylor/Nordin e o valor exibido pelas elasticidades.

A predição de Taylor/Nordin de que os coeficientes das variáveis diferença e rendimento devem ser opostos em sinal e iguais em magnitude tem sido objecto de numerosos testes empíricos. Exceptuando alguns (poucos) casos que apontam no sentido de validar a hipótese (e.g., Schefter e David, 1985), a grande maioria dos estudos tem concluído que os coeficientes exibem os sinais esperados mas divergem substancialmente em magnitude (e.g., Billings e Agthe, 1980; Howe, 1982; Jones e Morris, 1984; Chicoine, Deller e Ramamurthy, 1986; Saleth e Dinar, 1997). Várias

explicações têm sido avançadas para justificar a falta de suporte empírico à predição acima referida. Entre elas destacam-se: a utilização de dados agregados em vez de individuais (Billings, 1980); a natureza artificial da variável diferença e do seu processo de construção (Howe, 1982); o peso ínfimo da mesma no rendimento mensal das famílias e a falta de informação dos consumidores sobre a natureza complexa das estruturas tarifárias (Deller, Chicoine e Ramamurthy, 1986); e o uso de uma *proxy* inadequada para a variável rendimento (Nieswiadomy e Molina, 1989).

Este estudo, provavelmente por alguma ou algumas das razões acima mencionadas, também não valida de forma integral a predição de Taylor/Nordin. De facto, observa-se que em todas as estimações lineares onde a variável diferença se mostra estatisticamente diferente de zero os regressores $DIFERENCA_{IV}$ e $RENDMENS$ apresentam os sinais previstos, mas, por outro lado, o coeficiente da diferença de Nordin é, em média, cerca de 350 vezes superior ao do rendimento⁵⁴. Ou seja, à semelhança da maioria dos estudos, também neste, a divergência de magnitude entre os dois parâmetros constitui, usando as palavras de Howe (1982), uma questão algo “misteriosa”.

Na Tabela 5.6 confrontam-se as elasticidades obtidas no âmbito das especificações lineares com as alcançadas por outros estudos de procura residencial de água frequentemente citados na literatura. As elasticidade-preço no modelo agregado são comparáveis às reportadas pelos estudos de Howe e Linaweaver (1967); Billings (1982); Kulshreshtha (1996); Nauges e Thomas (2000) e Martínez-Espiñeira (2002), embora nestes dois últimos, provavelmente pela utilização de dados de painel ao nível da família, as elasticidades sejam algo mais baixas do que o valor médio obtido para a região do Algarve (-0,452).

⁵⁴ Nieswiadomy e Molina (1988) referem que em muitos estudos têm sido encontradas diferenças com uma ordem de grandeza que varia entre 100 a 1000 vezes.

Tabela 5.6 Elasticidades da Procura em Diversos Estudos

Estudos	País	Elasticidades		
		e_p	e_{dir}	e_r
Actual	Portugal			
Séries Temporais (1991-2001)		-0,07 a -0,94	-0,43 a +0,46	+0,44 a +2,50
Inverno		-0,07 a -0,83	-0,54 a +0,68	+0,35 a +2,28
Verão		-0,10 a -1,01	-0,52 a +0,10	+0,38 a +3,34
Howe e Linaweaver (1967)	E.U.A			
Seccional		-0,41	-	+0,47
Inverno		-0,23	-	+0,32
Verão		-0,73 a -1,57	-	+0,69 a +1,45
Billings (1982)	E.U.A			
Séries Temporais (1974-1977)		-0,56 a -0,66	-0,08 a -0,14	+1,68 a +2,14
Renzetti (1992)	Canadá			
Séries Temporais (1975-1986)				
Inverno		-0,01	-	+0,55
Verão		-0,65	-	+0,90
Hewitt e Hanemann (1995)	E.U.A			
Dados de Painel (1981-1985)				
Verão		-1,57 a -1,63	-	+0,15
Kulshreshtha (1996)	Canadá			
Seccional		-0,23 a -0,78	-0,07 a +0,44	+0,05 a -0,12
Nauges e Thomas (2000)	França			
Dados de Painel (1988-1993)		-0,22	-	+0,10
Martínez-Espiñeira (2002)	Espanha			
Dados de Painel (1993-1999)		-0,14	-	-
Verão		-0,20	-	-

As elasticidades-preço no período de Inverno também não se afastam muito do valor alcançado por Howe e Linaweaver (1967), mas são consideravelmente mais elevadas do que a obtida por Renzetti (1992). No Verão, exibindo já alguma proximidade com estes estudos, permanecem numa posição intermédia entre os valores alcançados em Denton (Texas) por Hewitt e Hanemann (1995) e o obtido por Martínez-Espiñeira (2002) para a região noroeste de Espanha.

Quanto às elasticidades diferença de Nordin e rendimento, os valores da primeira assemelham-se aos reportados por Billings (1982) e Kulshreshtha (1996), enquanto que os da segunda, não obstante se revelarem em média superiores aos da maioria dos estudos, equiparam-se aos obtidos por Billings (1982) e Howe e Linaweaver (1967) para o período de Verão.

Em suma, atendendo a que os estudos seleccionados para efeitos de comparação das elasticidades são de certo modo representativos de grande parte da literatura sobre a procura residencial de água, e que, por outro lado, as discrepâncias exibidas pelos resultados derivam normalmente de factores como a natureza do conjuntos de dados, o tipo de forma funcional escolhida, o modo de especificar a variável preço ou ainda da aplicação de uma técnica econométrica específica, entre outros aspectos, pode concluir-se que os valores das elasticidades obtidas neste trabalho são comparáveis aos alcançados pela generalidade dos estudos.

5.5 Questões de Eficiência e Equidade

O segundo objectivo geral desta dissertação, tal como definido no capítulo introdutório, consistia em analisar as propriedades de eficiência e de equidade das tarifas residenciais

de água e saneamento do Algarve. Para concretizar este propósito procede-se em seguida à avaliação dos ganhos de eficiência que seriam obtidos através da implementação de uma política de preços baseada no custo marginal social da oferta e analisa-se a sua distribuição pelos diversos municípios da região. Num segundo momento discute-se as características equitativas dos tarifários com base nalguns indicadores construídos para o efeito.

5.5.1 Ganhos de Eficiência

As tarifas residenciais de água e saneamento no Algarve, tal como foi salientado no ponto 5.3, evidenciam diferenças substanciais de concelho para concelho, quer no tocante à sua tipologia, quer no que respeita ao número, extensão e preço dos escalões. Além disso, atendendo a que o custo da recolha, tratamento e rejeição das águas residuais está estimado, segundo informação prestada por responsáveis da concessionária do futuro Sistema Multimunicipal de Saneamento do Algarve – a empresa Águas do Algarve, S.A. –, em cerca de 80 escudos/m³ (preços de 2001), também se constata que a generalidade dos municípios cobra o serviço de saneamento a um preço bastante inferior ao seu custo real. Sendo assim, as Câmaras Municipais, ainda que eventualmente reflectam nos tarifários os encargos relacionados com os sistemas de abastecimento de água, estão em larga medida a contribuir para um uso ineficiente do recurso em toda a região.

Para se alcançar uma utilização óptima dos recursos hídricos é necessário tarifar a água de acordo com o seu custo marginal social. No caso do consumo de água para fins residenciais, pressupondo que não existam custos ambientais e/ou de escassez, a solução passa por fixar o preço a um nível que permita cobrir não só o custo marginal da água

de abastecimento mas também o custo marginal externo gerado pelas águas residuais. Uma política tarifária baseada neste princípio contribui para um uso mais eficiente da água, proporciona a necessária base financeira para sustentar o funcionamento e a manutenção dos sistemas, e possibilita ainda a obtenção dos fundos indispensáveis à sua substituição futura.

Existindo todo o interesse em avaliar os potenciais ganhos de eficiência que resultariam da substituição da actual política de preços levada a cabo pelos diversos municípios do Algarve por uma nova política baseada no custo marginal social, procede-se em seguida ao desenvolvimento desta tarefa começando por introduzir a metodologia utilizada na construção das necessárias curvas de procura e de custo marginal. O primeiro conjunto de elementos foi obtido directamente através das funções de procura estimadas no ponto anterior do trabalho (ponto 5.4) com base nos valores médios assumidos pelas variáveis explicativas ao longo do período de estimação. Quanto ao segundo, a ideia inicial era também a de estimar funções de custo para cada concelho e a partir delas deduzir as respectivas curvas de custo marginal, todavia essa tarefa viria a revelar-se impossível de concretizar porque se constatou, aquando do processo de recolha de dados junto das Câmaras Municipais, que estes organismos não dispunham de uma contabilidade de custos organizada nas áreas do abastecimento de água e do saneamento. Em face desta restrição, houve a necessidade de assumir alguns pressupostos sobre o comportamento dos custos marginais em cada município.

Assim sendo, considerou-se que o valor médio da variável PMG_{IV}^{55} reflectia o custo marginal actual (CMg) da oferta de água e saneamento em cada concelho e que, além disso, as Câmaras Municipais, comportando-se como monopólios naturais

⁵⁵ Estes valores, retirados das Estatísticas Descritivas por Concelho (Anexo 6), figuram na coluna 2 da Tabela 5.7 sob a designação PMG.

maximizadores do bem-estar social, fixavam os preços de acordo com a regra de primeiro óptimo definida pela equação (3.3). Isto é, pressupôs-se que a água e o saneamento eram cobrados a um preço equivalente ao CMg da oferta e que, na eventualidade desta prática de fixação de preços gerar um défice permanente, este seria coberto por receitas provenientes de outras fontes de financiamento.

Em relação ao custo marginal social (CMgS) admitiu-se que o mesmo poderia ser traduzido em cada município pelo valor médio do preço marginal social (PMGS), ou seja, o montante monetário que os consumidores deveriam pagar por m³ de água caso o recurso fosse cobrado a um preço que reflectisse a totalidade dos custos externos gerados pelas águas residuais. Para se construir esta variável, dado que a mesma não se encontrava disponível, seguiu-se um processo semelhante àquele que foi utilizado para estruturar o PMG_{IV} (recorde-se o ponto 5.4.2), residindo a única diferença no facto de se ter considerado na aproximação linear à função despesa total a estimativa de 80 escudos/m³ fornecida pelos responsáveis da empresa Águas do Algarve, S.A. e não o preço do saneamento estabelecido nos tarifários. Tal como na situação anterior, presumiu-se também que as Câmaras Municipais, estando interessadas em maximizar o excedente social, adoptam uma regra de fixação de preços de primeiro óptimo, definida neste caso pela equação (3.19), e que em resultado disso são obrigadas a financiar o défice através de um qualquer mecanismo de subsidiação.

Uma vez obtidas as expressões das curvas de procura e elaboradas as estimativas para os custos marginais, o passo seguinte consistiu em avaliar os ganhos líquidos de bem-estar que resultariam da substituição da actual política de preços por uma nova política baseada no custo marginal social. O ganho de eficiência em cada concelho *i* foi medido em volume e em termos monetários. No primeiro caso considerou-se o desvio

entre o nível de consumo actual (q_i^0) e o eficiente (q_i^*); no segundo recorreu-se à variação do excedente social (W_i) dada por:

$$\Delta W_i = \int_{q_i^*}^{q_i^0} [CMgS_i(q_i) - p_i(q_i)] dq_i , \quad (5.6)$$

onde, q_i^0 , designa a quantidade de água adquirida pela família (contador) representativa ao preço actual ($PMG_{TV_i} = CMg_i$); q_i^* , o volume de água que seria consumido ao preço eficiente ($PMGS_i = CMgS_i$); $CMgS_i$, o custo marginal social da oferta de água; e, $p_i(q_i)$, a curva de procura.

Na Tabela 5.7 constam os ganhos mensais de eficiência calculados segundo a metodologia acima descrita. Como primeira observação sublinhe-se que os preços praticados nos diversos municípios representam em média apenas cerca de 3/5 dos custos marginais sociais da oferta, variando a taxa de cobertura entre um mínimo de 45% (Monchique e Vila do Bispo) e um máximo de 90% (Tavira).

Devido em parte a esta circunstância os ganhos em m^3 /contador alcançam uma dimensão considerável na generalidade dos concelhos. O desvio entre os níveis de consumo actual (q_i^0) e eficiente (q_i^*) atinge em média $2,7 m^3$, registando-se os valores mais baixos em Loulé ($0,7 m^3$), S. Brás de Alportel ($0,9 m^3$) e Silves ($0,9 m^3$), e os mais elevados em Monchique ($8,4 m^3$) e Aljezur ($8,0 m^3$). Neste último grupo de municípios é de salientar que os acentuados ganhos de eficiência, resultantes da fixação de preços baseados no custo marginal social, têm como contrapartida uma redução dos consumos mensais para valores na ordem dos $0,1 m^3$ /contador (Monchique) e $0,4 m^3$ /contador (Aljezur), qualquer deles bastante próximo do nível mínimo de subsistência que se

Tabela 5.7 Ganhos Mensais de Eficiência

Concelho	PMG	CMgS	%	Ganho/contador (m ³)	Ganho/contador (esc. de 1991)	Ganho/concelho (m ³)	%	Ganho/concelho (esc. de 1991)	%
Albufeira	75,30	103,46	73	2,0	27,4	48 014	14,0	657 792	10,7
Aljezur	41,80	91,42	46	8,0	199,4	22 088	6,4	550 543	9,0
Castro Marim	44,30	89,35	50	5,2	116,7	18 361	5,3	412 068	6,7
Faro	85,05	118,50	72	1,6	26,3	33 384	9,7	548 750	8,9
Lagoa	85,98	118,67	72	2,5	40,0	31 535	9,2	504 560	8,2
Lagos	71,78	104,70	69	1,5	24,9	19 955	5,8	331 245	5,4
Loulé	39,77	77,46	51	0,7	11,9	15 397	4,5	261 752	4,3
Monchique	42,06	93,62	45	8,4	215,3	16 783	4,9	430 169	7,0
Olhão	69,84	107,56	65	1,4	27,0	23 671	6,9	456 516	7,5
Portimão	86,63	122,26	71	2,7	48,2	61 684	17,9	1 101 177	17,9
S.B.Alportel	72,99	101,08	72	0,9	12,2	3 296	0,9	44 676	0,7
Silves	49,30	80,07	62	1,4	21,3	19 040	5,5	289 680	4,7
Tavira	111,40	124,32	90	0,9	6,0	9 483	2,8	63 222	1,0
Vila do Bispo	32,76	73,50	45	1,6	33,2	5 528	1,6	114 706	1,9
V.R.S.A	47,10	94,64	50	1,5	35,0	15 962	4,6	372 435	6,1
Algarve	63,74	100,04	62	2,7	56,3	344 181	100	6 139 292	100

estima em $0,18 \text{ m}^3$ a $0,25 \text{ m}^3/\text{família/mês}$ ⁵⁶. Esta situação, que dificilmente ocorreria no mundo real, ilustra bem o que já antes se tinha dito acerca da inconsistência das formas funcionais lineares com a necessidade de um mínimo de água para a vida (relembre-se o ponto 5.4.3). Por conseguinte, nestes concelhos, e para o propósito em causa (a avaliação dos ganhos de eficiência), teria sido preferível modelar a procura através de uma função do tipo Stone-Geary, pois esta, levando em linha de conta aquele volume crítico, evitaria que a disponibilidade-para-pagar da família representativa dos municípios em causa assumisse um valor finito para níveis de consumo aquém do mínimo de subsistência.

No âmbito dos ganhos monetários também se registam valores com algum significado. A variação do excedente social atinge um valor médio de 56,3 escudos/contador, alcançando um mínimo de 6,0 escudos em Tavira e um máximo de 215,3 escudos em Monchique. Realce-se que os ganhos obtidos nos concelhos de Vila Real de S. António (35,0), Vila do Bispo (33,2) e Loulé (11,9) são muito inferiores aos que se verificam em Monchique (215,3), Aljezur (199,4) e Castro Marim (116,7), apesar da taxa de cobertura do CMgS apresentar em todos eles um valor muito semelhante. Esta divergência nos resultados tem sobretudo a ver com a dimensão das elasticidades-preço da procura, bastante mais baixas no primeiro grupo de municípios do que no segundo.

Quanto aos ganhos em $\text{m}^3/\text{concelho}$, obtidos através da multiplicação dos benefícios em $\text{m}^3/\text{contador}$ pelo número médio mensal de contadores existente em cada município, verifica-se que o seu volume agregado alcança os $344\,181 \text{ m}^3/\text{mês}$. Para este ganho global contribuem sobretudo os concelhos com maior número de contadores,

⁵⁶ Al-Qunaibet e Johnston (1985), referem que o nível de subsistência está estimado em 2,0 a 2,7 litros *per capita*/dia. Para uma família de 3 pessoas este valor corresponderia a um consumo próximo dos $0,18 \text{ m}^3$ a $0,25 \text{ m}^3/\text{mês}$.

designadamente, Portimão (17,9%), Albufeira (14,0%) e Faro (9,7%); Loulé, devido ao benefício reduzido por contador, responde apenas por 4,5%. Os municípios que evidenciam contributos menos expressivos são os de S. Brás de Alportel (0,9%), Vila do Bispo (1,6%) e Tavira (2,8%).

Relativamente aos ganhos monetários por concelho, observa-se que o seu valor global atinge os 6 139 292 escudos/mês. Os municípios que mais concorrem para estes ganho agregado são os de Portimão (17,9%), Albufeira (10,7%) e Faro (8,9%); Aljezur, pelo facto de exibir um elevado benefício por contador, também regista um contributo bastante significativo (9,0%). Com participações menos relevantes surgem de novo os concelhos de S. Brás de Alportel (0,7%), Tavira (1,0%) e Vila do Bispo (1,9%).

Em síntese, os valores constantes na Tabela 5.7 parecem indicar que a implementação de uma política de preços baseada no custo marginal social da oferta conduziria à obtenção de ganhos agregados de eficiência que rondariam, em volume, os 4 milhões de m³/ano, e em valor, os 74 milhões de escudos/ano. Além disso, sugerem ainda que os principais beneficiários da nova política seriam sobretudo os municípios com um elevado número de contadores.

5.5.2 Preços e Equidade

A obtenção de receitas, a eficiência e a equidade, são alguns dos critérios relevantes que devem orientar a estruturação das tarifas de água. O primeiro critério enfatiza a necessidade das tarifas gerarem as receitas suficientes para cobrir os custos suportados com a provisão do serviço; o segundo requer que os preços reflectam o custo social da oferta; o terceiro recomenda que a afectação dos custos do serviço pelos diferentes usos e consumidores seja efectuada de maneira justa e não arbitrária.

No ponto 5.5.1 foram já analisadas as propriedades de eficiência dos tarifários de água e saneamento do Algarve, cabe agora desenvolver um exercício semelhante mas centrado nas suas propriedades equitativas. A equidade é um conceito vago e subjectivo que pelo facto de encerrar em si considerações de natureza filosófica e moral está sujeita a várias interpretações. Os economistas e os filósofos políticos parecem no entanto concordar numa definição do conceito baseada em dois princípios fundamentais: o princípio do benefício e o princípio da capacidade de pagamento. No âmbito da tarifação da água, o princípio do benefício estabelece que os consumidores devem pagar o serviço em proporção dos custos que impõem aos sistemas, enquanto que o princípio da capacidade de pagamento determina que as pessoas devem pagar o serviço em função do seu nível de rendimento ou riqueza.

Para avaliar as propriedades equitativas dos tarifários praticados no Algarve à luz dos princípios acima referidos, utilizaram-se três indicadores: os preços médios, as margens de lucro e os coeficientes orçamentais. Os preços médios (PM_e) foram calculados de

acordo com a expressão $PM_e = \left[\sum_{i=1}^n (DT_i / q_{w_i}) / n \right]$, onde DT designa a despesa mensal da família com as diversas componentes do serviço (água, contador e saneamento), e q_{w_i} , o respectivo consumo médio em m³/mês.

As margens de lucro (M), calculadas com base no PM_e das diferentes parcelas do serviço, obtiveram-se através da expressão $M = [(PM_e - P_{AA}) / P_{AA}] \cdot 100$, onde P_{AA} , indica o preço de cada m³ de água adquirido pelas Câmaras Municipais ao grossista regional Águas do Algarve, S.A. Durante o período em que o abastecimento se

processou a partir de fontes subterrâneas⁵⁷, este preço de aquisição (P_{AA}), no valor de 41 escudos/m³ (preços de 1991), foi também considerado como uma *proxy* para o custo médio que as autarquias suportavam com as operações de captação, tratamento e transporte da água até aos reservatórios de distribuição.

Os coeficientes orçamentais (CO), calculados no sentido de avaliar o peso das componentes do serviço no rendimento médio mensal (R) da família representativa de cada concelho, foram por sua vez obtidos através da expressão $CO = \left[\sum_{i=1}^n (DT_i / R_i) / n \right]$.

Na Tabela 5.8 encontram-se os resultados apurados para os diferentes indicadores. Considerando em primeiro lugar os preços médios, observa-se que na componente água os valores máximo e mínimo ocorrem nos concelhos de Portimão (55 escudos/m³) e Loulé (21 escudos/m³); na componente contador, em Portimão (22 escudos/m³) e Silves (7 escudos/m³); e na componente saneamento, respeitando apenas os municípios onde o serviço é cobrado, em Tavira (39 escudos/m³) e Faro, Portimão e Silves (12 escudos/m³). Em termos agregados, o PM_e atinge na região um valor médio de 66 escudos/m³, registando os valores mais elevados em Tavira (113 escudos/m³), Portimão (89 escudos/m³) e Faro (83 escudos/m³), e os mais baixos em Vila do Bispo (43 escudos/m³), Castro Marim (44 escudos/m³) e Silves (47 escudos/m³).

Estes resultados, para além de evidenciarem mais uma vez a heterogeneidade regional dos tarifários, parecem também mostrar que os PM_e actualmente praticados não são, na generalidade dos casos, defensáveis à luz do princípio do benefício. Com efeito, os

⁵⁷ O abastecimento por parte da empresa Águas do Algarve, S.A. teve início em Julho de 1996 nos concelhos de Castro Marim e Vila Real de Santo António, até essa data a captação de água processava-se em fontes subterrâneas. Em Dezembro de 2001, os únicos municípios que ainda se abasteciam em fontes subterrâneas eram os de Alcoutim, Aljezur e Monchique.

Tabela 5.8 Indicadores de Equidade

Concelhos	Preços Médios (escudos de 1991/m ³)				Margens (%)			Coeficientes Orçamentais (%)			
	Água	Contador	Saneamento	Global	Água	Água + Contador	Água + Contador + Saneamento	Água	Contador	Saneamento	Global
Albufeira	27	17	22	66	- 34	+ 7	+ 61	0,14	0,07	0,11	0,32
Aljezur	32	16	0	48	- 22	+ 17	+ 17	0,27	0,12	0,00	0,39
Castro Marim	31	13	0	44	- 24	+ 7	+ 7	0,23	0,09	0,00	0,32
Faro	50	21	12	83	+ 22	+ 73	+ 102	0,16	0,06	0,04	0,26
Lagoa	43	12	19	74	+ 5	+ 34	+ 81	0,22	0,06	0,09	0,37
Lagos	37	17	28	82	- 10	+ 32	+ 100	0,17	0,07	0,12	0,36
Loulé	21	18	15	54	- 49	- 5	+ 32	0,10	0,07	0,06	0,23
Monchique	36	18	0	54	- 12	+ 32	+ 32	0,26	0,12	0,00	0,38
Olhão	43	16	13	72	+ 5	+ 44	+ 76	0,21	0,07	0,06	0,35
Portimão	55	22	12	89	+ 34	+ 88	+ 117	0,21	0,08	0,05	0,33
S.B. Alportel	39	15	21	75	- 5	+ 32	+ 83	0,20	0,07	0,10	0,38
Silves	28	7	12	47	- 32	- 15	+ 15	0,17	0,04	0,07	0,28
Tavira	52	22	39	113	+ 27	+ 80	+ 176	0,30	0,11	0,22	0,62
Vila do Bispo	24	19	0	43	- 42	+ 5	+ 5	0,14	0,11	0,00	0,25
V.R.S.A	35	17	0	52	- 15	+ 27	+ 27	0,15	0,06	0,00	0,21

concelhos que em média consomem mais água (e.g., Albufeira e Loulé) acabam por pagar, de um modo geral, preços inferiores àqueles que são suportados pelos municípios que exibem consumos menos expressivos (e.g., Olhão e Tavira). A disparidade que se observa nos preços médios poderia justificar-se à luz do princípio do benefício se os custos da oferta do serviço diferissem substancialmente de município para município, porém, isso não parece ser o caso, já que o preço de aquisição da água (P_{AA}) é o mesmo para todos os concelhos.

No que diz respeito ao segundo grupo de indicadores verifica-se que as margens calculadas com base exclusivamente na componente água têm um valor positivo apenas em 5 concelhos: Portimão (+ 34%), Tavira (+ 27%), Faro (+ 22%), Lagoa (+ 5%) e Olhão (+ 5%); nos restantes a margem é negativa, sendo de destacar o caso de Loulé que exhibe um valor de - 49%. Quando se considera a margem definida com a inclusão do contador observa-se que à excepção de Silves (- 15%) e Loulé (- 5%), todos os outros municípios apresentam valores positivos, em especial Portimão (+ 88%), Tavira (+ 80%) e Faro (+ 73%). Já quando se leva em linha de conta a margem baseada no preço médio agregado, constata-se que todos os concelhos apresentam margens positivas, registando-se os valores mais elevados em Tavira (+ 176%), Portimão (+ 117%), Faro (+ 102%) e Lagos (+ 100%) e os mais baixos em Vila do Bispo (+ 5%) e Castro Marim (+ 7%).

Os valores inerentes a este grupo de indicadores revelam que na generalidade dos municípios a receita média obtida com a componente água não é suficiente para cobrir o preço de aquisição (P_{AA}). A cobertura só é alcançada através do aluguer do contador e da tarifa de saneamento. Com a inclusão destas componentes as margens globais já apresentam valores positivos em todos os concelhos, todavia, parece muito difícil, para

não dizer impossível, que na grande maioria deles as mesmas sejam suficientes para cobrir os custos totais da oferta. Devem existir custos que não estão a ser cobertos, em particular alguns custos operacionais (e.g., administrativos, manutenção de sistemas) e, muito provavelmente, os custos de capital (e.g., amortizações, investimentos em novas infra-estruturas). Esta heterogeneidade regional das margens, por um lado, e a sua reduzida dimensão, por outro, indiciam a existência de alguma arbitrariedade na fixação dos preços da água. Os tarifários são presumivelmente construídos com base noutros critérios, quiçá de natureza política, que, não valorizando a regra da suficiência de receitas, obrigam os municípios a recorrerem à subsídio directa do serviço, via orçamento camarário, ou à subsídio-cruzada, via outros grupos de consumidores (e.g., comercial, industrial, etc.).

Relativamente aos coeficientes orçamentais, observa-se que na componente água os valores extremos ocorrem nos concelhos de Tavira (0,30%) e Loulé (0,10%); na componente contador, em Aljezur e Monchique (0,12%) e Silves (0,04%); e na componente saneamento, considerando apenas os municípios onde o serviço é cobrado, em Tavira (0,22%) e Faro (0,04%). O coeficiente baseado na despesa agregada alcança em média os 0,34%, registando os valores mais elevados em Tavira (0,62%), Aljezur (0,39%), Monchique (0,38%) e São Brás de Alportel (0,38%), e os mais baixos em Vila Real de Santo António (0,21%), Loulé (0,23%) e Vila do Bispo (0,25%).

Este último conjunto de indicadores mostra que os tarifários são algo regressivos e por isso também difíceis de aceitar à luz do princípio da capacidade de pagamento. Com efeito, os coeficientes orçamentais, muito embora exibam um valor reduzido em todos os concelhos, são bem mais elevados em municípios como Tavira, Aljezur ou

Monchique, onde os rendimentos são baixos, do que em Faro, V.R.S.A. ou Loulé, que apresentam níveis de rendimento substancialmente mais altos.

Concluindo, os tarifários de água e saneamento do Algarve parecem não respeitar o critério da equidade baseado nos princípios do benefício e da capacidade de pagamento. Não respeitam o princípio do benefício, porque os concelhos que em média consomem maiores quantidades de água são também aqueles que de um modo geral pagam preços mais baixos; nem respeitam o princípio da capacidade de pagamento porque os coeficientes orçamentais são por norma bem mais elevados nos municípios com rendimentos mais baixos.

5.6 Conclusões

A procura urbana de água no Algarve é dominada pela importância das utilizações residenciais. Este tipo de consumos, cujo volume tem vindo a crescer de forma sustentada ao longo das últimas décadas, exhibe um padrão sazonal bem vincado em todos os municípios da região.

No domínio dos preços, os tarifários de água e saneamento apresentam diferenças significativas de concelho para concelho, quer no tocante à sua tipologia, quer no que respeita ao número, extensão e preço dos escalões.

O estudo da procura residencial de água que se desenvolveu ao longo deste capítulo pretendeu explicar o consumo mensal da família representativa de cada um dos concelhos do Algarve com base nas variáveis preço marginal, diferença de Nordin, rendimento disponível, temperatura e precipitação. As equações da procura, especificadas na forma linear e logarítmica, foram utilizadas em dois modelos: um modelo agregado, cujo objectivo era o de avaliar a variabilidade geográfica das elasticidades; e um modelo desagregado, que tinha como propósito estudar as características sazonais da procura.

No âmbito do modelo agregado, os resultados obtidos através das duas especificações revelam que as elasticidades preço e rendimento exibem uma considerável variabilidade espacial. Para além deste aspecto, sugerem também que a água consumida para fins residenciais deve ser considerada um bem de procura rígida em todos os concelhos da região e, em grande parte deles, até mesmo um bem de luxo. No caso do modelo desagregado, os resultados indicam que em todos os municípios a sensibilidade do

consumo de água às variações do preço-marginal é ligeiramente mais elevada no Verão do que no Inverno.

Estes resultados são de um modo geral comparáveis com os obtidos por outros estudos na medida em que não só não validam de forma integral a predição do modelo de Taylor/Nordin como também indiciam que a procura residencial de água é rígida e mais sensível ao preço no período de Verão do que no período de Inverno. No entanto, divergem da generalidade dos estudos quando apontam no sentido de se concluir que a água em muitos dos concelhos do Algarve apresenta características de um bem de luxo.

Da análise dos tarifários parece por sua vez depreender-se que a heterogeneidade de preços que se observa a nível regional não pode ser fundamentada com base em critérios de eficiência e de equidade. Não pode ser justificada em matéria de eficiência porque os preços praticados ficam bastante aquém dos custos reais da oferta e uma política tarifária baseada no custo marginal social conduziria à obtenção de ganhos de eficiência consideráveis na generalidade dos concelhos. A heterogeneidade regional dos preços também não pode ser justificada em matéria de equidade porque as tarifas não respeitam de um modo geral os princípios do benefício e da capacidade de pagamento.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES GERAIS

6.1 Introdução

Neste último capítulo do trabalho resumem-se os principais resultados do estudo, sugerem-se algumas recomendações de política e perspectivam-se alguns tópicos de investigação futura.

6.2 Principais Resultados do Estudo

Os objectivos gerais desta dissertação eram, por um lado, estudar as características da procura residencial de água nos diversos municípios do Algarve, em particular, a forma como os consumidores reagiam às variações do preço e do rendimento e, por outro lado, avaliar as propriedades de eficiência e de equidade das tarifas praticadas na região.

A prossecução do primeiro objectivo obrigava a que se encontrasse uma resposta para a questão do valor das elasticidades e da sua variabilidade espacial e temporal. Para alcançar esse propósito foi desenvolvido um estudo econométrico de estimação das funções de procura residencial de água nos vários concelhos do Algarve com base em dois modelos especificados segundo a proposta de Taylor/Nordin: um modelo agregado, cujo objectivo era o de avaliar a variabilidade geográfica das elasticidades; e um modelo desagregado, que tinha como finalidade estudar as características sazonais da procura.

Os resultados obtidos no âmbito do modelo agregado sugeriram que a água consumida para fins residenciais deve ser considerada um bem de procura rígida em todos os concelhos da região e, em grande parte deles, um bem de luxo; esta última característica terá no entanto mais a ver com a relação de complementaridade existente entre a água e alguns bens duradouros adquiridos pelas famílias do que propriamente com a influência

directa que as variações do rendimento possam exercer no consumo do recurso. Paralelamente, revelaram também que as elasticidades preço e rendimento exibem uma considerável variabilidade espacial.

No caso do modelo desagregado, os resultados indicaram que em todos os municípios a sensibilidade do consumo de água às variações do preço-marginal é mais elevada no Verão do que no Inverno, embora a variabilidade temporal não seja muito acentuada.

A prossecução do segundo objectivo geral da dissertação passava pela avaliação dos ganhos de eficiência que seriam obtidos através da implementação de uma política de preços baseada no custo marginal social da oferta. Por outro lado, exigia também que se analisasse em que medida os preços da água praticados nos diversos concelhos da região conduziam a situações pouco abonatórias em matéria de equidade.

O exercício realizado na área da eficiência evidenciou que a política de fixação de preços seguida nos vários municípios não é óptima porque os preços praticados ficam bastante aquém dos custos reais da oferta e uma política tarifária baseada no custo marginal social conduziria à obtenção de ganhos de eficiência consideráveis na generalidade dos concelhos.

Por sua vez, o exercício desenvolvido na área da equidade mostrou que as tarifas de água e de saneamento do Algarve não respeitam os princípios do benefício e da capacidade de pagamento. Não respeitam o princípio do benefício porque os municípios que em média consomem maiores quantidades de água são também aqueles que de um modo geral pagam preços mais baixos; nem respeitam o princípio da capacidade de

pagamento porque os coeficientes orçamentais são por norma bem mais elevados nos concelhos com rendimentos mais baixos.

6.3 Recomendações de Política

Os resultados obtidos neste estudo não devem ser entendidos como respostas definitivas para as questões enunciadas no capítulo introdutório. Com efeito, as opções metodológicas tomadas no âmbito do exercício econométrico de estimação das funções de procura, em particular, a utilização de dados agregados em vez de dados ao nível da família, a qual é susceptível de levar ao enviesamento dos resultados (Stevens et al., 1992); o recurso à técnica de Billings, que segundo alguns autores (Oshfeldt, 1983) não resolve completamente o problema dos erros de medida nas variáveis; e a possibilidade de ter sido utilizada uma *proxy* inapropriada para o rendimento disponível das famílias, podem ter condicionado de algum modo as conclusões enunciadas.

Por outro lado, no âmbito do exercício de cálculo dos ganhos de eficiência, para além do custo marginal social da oferta de água não ter sido obtido a partir de uma função de custo estimada para cada município, foi também considerado que os preços da água eram eficientes e que a ineficiência provinha apenas dos preços do saneamento. Ora, conforme se constatou através da análise dos preços médios e das margens de lucro, os preços da água estão longe de ser eficientes. Além disso, também não existe a garantia de que o valor da estimativa do custo marginal externo baseada no preço do saneamento reflecta com algum rigor a totalidade dos custos externos da oferta de água em cada município, pelo que, mesmo admitindo a não existência de custos de escassez associados à captação do recurso em fontes subterrâneas, é muito provável que a

estimativa utilizada para o custo marginal social tenha conduzido a uma subavaliação dos ganhos de eficiência.

Independentemente das fragilidades que possam advir das considerações acima, os resultados obtidos neste estudo são de um modo geral comparáveis aos alcançados por outros trabalhos semelhantes e, na medida em que atribuem ao preço da água um papel importante enquanto instrumento de gestão da procura, podem servir para fundamentar algumas recomendações de política.

Uma primeira recomendação óbvia, a qual decorre das conclusões obtidas no âmbito da análise da eficiência dos tarifários, diz respeito à necessidade das Câmaras Municipais do Algarve procederem a um aumento do preço da água consumida para fins residenciais de forma a recuperar as perdas de eficiência social que actualmente se verificam em todos os municípios da região.

A subida das tarifas poderá ser efectuada através dos preços marginais, do preço do aluguer do contador, ou ainda de ambos. Contudo, uma vez que os resultados mostraram que não é indiferente utilizar uma ou outra componente em virtude das elasticidades preço-marginal exibirem valores médios bastante superiores às elasticidades diferença de Nordin, e dado que a subida dos tarifários tem um impacte quer na redução do consumo de água quer nas receitas das Câmaras Municipais, sugerem-se as seguintes recomendações. Para aumentar as receitas com um impacto relativamente reduzido no volume de água, é preferível utilizar o preço do aluguer do contador. Inversamente, caso se pretenda reduzir o mais possível o consumo do recurso, deve recorrer-se ao uso dos preços marginais. Se o propósito for diminuir o consumo de

água sem afectar as receitas, a política correcta é combinar uma subida dos preços marginais com uma descida do preço do aluguer do contador.

O aumento das tarifas pode no entanto originar alguns problemas no domínio da equidade. Por exemplo, na medida em que se concluiu que a sensibilidade dos consumidores às alterações do preço varia inversamente com o nível do rendimento e que os valores dos coeficientes orçamentais são na generalidade dos casos mais elevados nos concelhos pobres do que nos ricos, um aumento uniforme dos preços a nível regional com o propósito de reduzir o consumo de água levaria necessariamente a um maior esforço de conservação por parte dos municípios mais pobres. A fim de acautelar situações desta natureza, sugere-se que os responsáveis pelos serviços de oferta de água e de saneamento efectuem a subida dos preços de forma mais acentuada nos concelhos com rendimentos mais elevados do que naqueles que exibem rendimentos mais baixos. Esta política de preços teria a vantagem de não só contribuir para uma repartição mais equitativa dos custos de conservação como também a de mitigar a regressividade actualmente evidenciada pelos tarifários.

6.4 Perspectivas de Investigação Futura

Como já antes se referiu, este estudo não deve ser considerado como uma abordagem definitiva às questões que se queriam ver respondidas sobre a procura residencial de água no Algarve. Sendo certo que os resultados alcançados contribuem de algum modo para lançar alguma luz sobre o papel do preço enquanto instrumento de gestão do consumo de água na região e dos efeitos da sua manipulação em matéria de equidade, isso não invalida que o trabalho, mesmo sendo algo inovador à escala nacional, possa ainda beneficiar de alguns desenvolvimentos.

No que respeita ao período cronológico do estudo, seria interessante reunir um número mais alargado de observações posteriores ao momento a partir do qual a generalidade dos municípios passou a adquirir a água de abastecimento à empresa Águas do Algarve, S.A., de forma a desenvolver um estudo comparativo da procura baseado em dois grupos de séries temporais: o primeiro, relativo ao período em que as Câmaras Municipais não valorizavam a água bruta que captavam nas fontes subterrâneas, e o segundo, referente ao período em que passaram a ter que pagar ao grossista regional a água que distribuem pelos diferentes grupos de utilizadores. Este outro estudo permitiria avaliar o impacto que o novo figurino institucional de abastecimento de água teria tido na procura residencial de água dos vários concelhos da região.

Relativamente ao perfil da unidade observacional, seria também importante alargar o exercício de estimação da procura de água a outros sectores utilizadores (comercial, industrial e público) e/ou mesmo a outras zonas do país. Muito embora haja a plena consciência de que sua concretização se revelaria algo complexa, devido principalmente à dificuldade em compilar os dados respeitantes a outras regiões, a realização dum exercício deste género teria contudo a vantagem de possibilitar, entre outros aspectos, o conhecimento da sensibilidade dos diferentes sectores e regiões às variações do preço.

Quanto ao tipo de dados e à natureza das variáveis, poderia ainda considerar-se o desenvolvimento dum outro estudo com base em informação ao nível da família. Esta opção metodológica permitiria não só obviar os possíveis inconvenientes relacionados com o uso de dados agregados como também constituiria uma oportunidade para se testar a influência de outras variáveis explicativas da procura residencial de água como, por exemplo, a idade e o tipo de residência, o uso de dispositivos de baixo-fluxo, a área de cobertura vegetal, a dimensão do agregado familiar, entre outras.

Em relação às formas funcionais, dado que as especificações utilizadas nesta dissertação (linear e logarítmica) são inconsistentes com a necessidade de um mínimo de água para a vida, seria igualmente interessante modelar a procura através de uma função do tipo Stone-Geary de modo a conhecer a dimensão daquele volume crítico de consumo. Por outro lado, no que respeita às técnicas de estimação das variáveis instrumentais para o preço marginal e a diferença de Nordin, importaria também comparar os resultados da metodologia de Billings (1982), seguida neste estudo, com os que viessem a ser obtidos através da utilização de outras técnicas alternativas.

Finalmente, no âmbito do exercício dos ganhos de eficiência, seria também desejável que se estimasse uma função de custo social da oferta de água para cada município com base em informação circunstanciada sobre os vários tipos de custo (privados, externos e de escassez) envolvidos nas diferentes etapas do ciclo urbano de utilização da água. Apesar de ambicioso e difícil de concretizar a breve prazo, por razões que se prendem fundamentalmente com a inexistência de uma contabilidade de custos organizada a nível municipal e a dificuldade em identificar e valorizar alguns efeitos externos do consumo de água, este desenvolvimento do trabalho permitiria realizar um exercício de avaliação dos ganhos de bem-estar social bem mais rigoroso do que aquele que foi efectuado nesta dissertação.

Com o enunciado dos tópicos para investigação futura chega ao fim o presente trabalho. Espera-se que os objectivos gerais do mesmo tenham sido razoavelmente alcançados e que as suas conclusões possam contribuir, ainda que de forma modesta, para uma gestão mais eficiente e equitativa dos recursos hídricos no Algarve.

BIBLIOGRAFIA

Agthe, D. E. e R.B. Billings (1987) Equity, Price Elasticity, and Household Income under Increasing Block Rates for Water, *American Journal of Economics and Sociology*, Vol. 46 (3), 273-286.

Agthe, D. E. e R.B. Billings (1997) Equity and Conservation Pricing Policy for a Government-Run Water Utility, *Journal of Water Supply Research and Technology*, Vol. 46 (5), 252-260.

Al-Qunaibet, M.H. e R.S. Johnston (1985) Municipal Demand for Water in Kuwait: Methodological Issues and Empirical Results, *Water Resources Research*, Vol.2 (4), 433-438.

Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas (2002) *Quem é Quem no Sector das Águas em Portugal*, Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas Residuais, Lisboa.

Baumann, D.D., J.J.Boland e W.M. Hanemann (1998) *Urban Water Demand Management and Planning*, New York, McCraw-Hill.

Baumol, W.J. e D.F. Bradford (1970) Optimal Departures from Marginal Cost Pricing, *American Economic Review*, Vol.60, 265-83.

Baumol, W.J. e D.F. Bradford (1977) On the Proper Cost Tests for Natural Monopoly in a Multiproduct Industry, *American Economic Review*, Vol.67, 809-822.

Bergson, A. (1972) Optimal Pricing for a Public Enterprise, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 86, 519-44.

Billings, R. B. e D. E. Agthe (1980) Price Elasticities for Water: A Case of Increasing Block Rates, *Land Economics*, Vol. 56 (1), 73-84.

Billings, R. B. (1982) Specification of Block Rate Price Variables in Demand Models, *Land Economics*, Vol. 58 (3), 386-393.

Boiteux, M. (1956) Sur la Gestion des Monopoles Publics astreints a L'Équilibre Budgétaire, *Econometrica*, Vol.24, 22-40.

Boiteux, M. (1949, 1960) La Tarification des Demandes en Pointe : Application de la Théorie de la Vente au Coût Marginal, *Revue Générale de L'Electricité*, Vol. 58, 321-40. Tradução Inglesa sob o Título, Peak-Load Pricing, *Journal of Business*, Vol.33, 157-79 (1960).

Breusch, T.S. (1978) Testing for Autocorrelation in Dynamic Linear Models, *Australian Economic Papers*, Vol. 17, 334-355.

Brown, S. J. e D. S. Sibley (1986) *The Theory of Public Utility Pricing*, Cambridge, Cambridge University Press.

Câmaras Municipais do Algarve. Mapas Estatísticos e Tarifários de Água e Saneamento.

Canter, Larry W., C.W.Abdalla, R. M. Adams, J. D. Aiken, S. O. Archibald, S. Capalbo, P. A. Domenico, P. G. Hubbell, K.L. Jacobs, A. L. Mills, W. R. Mills Jr., P. V. Roberts, T. C. Schelling e T. Tomasi (1997) *Valuing Ground Water: Economic Concepts and Approaches* , Washington DC, National Research Council , Committee on Valuing Ground Water, National Academy Press.

Coase, R.H. (1946) The Marginal Cost Controversy, *Economica*, Vol. 13, 169-182.

Chicoine, D. L., S. C. Deller e G. Ramamurthy (1986) Water Demand Estimation under Block Rate Pricing: a Simultaneous Equation Approach, *Water Resources Research*, Vol.22 (6), 859- 863.

Crew, M. A. e P.R. Kleindorfer (1981) Regulation and Diverse Technology and the Peak Load Problem, *Southern Economic Journal*, Vol. 48, 335-43.

Decretos-Lei nº 339/91, 191/93, 372/93, 379/93, 45/94, 46/94, 47/94, 319/94, 130/95, 136/95, 162/96, 166/97, 362/98, 120/2000, 167/2000, 168/2000 e 127/2001.

Deller S. C., D. L. Chicoine e G. Ramamurthy (1986) Instrumental Variables Approach to Rural Water Service Demand, *Southern Economic Journal*, Vol.53 (2), 333- 346.

Dickey, D.A. e W.A. Fuller (1979) Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 74, 427-431.

Direcção Geral de Informática e Tributação Aduaneira. Estatísticas de IRS no Distrito de Faro de 1994 a 2001.

Directivas nº 75/440/CEE, 76/160/CEE, 76/464/CEE, 78/659/CEE, 79/923/CEE, 80/778/CEE, 80/68/CEE, 91/271/CEE, 91/676/CEE e 2000/60/CE.

Faulhaber, G. R. e J. C. Panzar (1977) Optimal Two-Part Tariffs with Self-Selection, *Economic Discussion Paper 74*, Bell Laboratories.

Feldstein, M. (1972) Equity and Efficiency in Public Sector Pricing: The Optimal Two -Part Tariff, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 86, 175-187.

Foster, H. S. Jr. e B. R. Beattie (1979) Urban Residential Demand for Water in the United States, *Land Economics*, Vol. 55 (1), 43-58.

Gibbons, D. C. (1986) *The Economic Value of Water*, Washington DC, Resources for the Future.

Gibbs, K. C. (1978) Price Variable in Residential Water Demand Models, *Water Resources Research*, Vol.14 (1), 15- 18.

Godfrey, L.G. (1978) Testing against General Autoregressive and Moving Average Error Models When the Regressors Include Lagged Dependent Variables, *Econometrica*, Vol. 46, 1293-1302.

Goldman, M.B., H. E. Leland e D.S. Sibley, (1984) Optimal Nonuniform Prices, *Review of Economic Studies*, Vol. 51, 305-319.

Granger, C.W.J. e P. Newbold (1974) Spurious Regressions in Econometrics, *Journal of Econometrics*, Vol. 2, 111-120.

Hartwick, John M., N. D. Olewiler (1998) *The Economics of Natural Resource Use*, 2nd ed., Addison Wesley.

Hewitt, J. A. e W. M. Hanemann (1995) A Discrete/Continuous Choice Approach to Residential Water Demand under Block Rate Pricing, *Land Economics*, Vol.71 (2), 173-192.

Hotelling, H. (1938) The General Welfare in Relation to Problems of Taxation and of Railway and Utility Rates, *Econometrica*, Vol. 6, 242-269.

Howe, C. W. e F.P. Linaweaver (1967) The Impact of Price on the Residential Water Demand and its Relation to System Design and Price Structure, *Water Resources Research*, Vol.3 (1), 13- 32.

Howe, C. W. (1982) The Impact of Price on Residential Water Demand: Some New Insights, *Water Resources Research*, Vol.18 (4), 713- 716.

Instituto da Água. Actualização do Inventário dos Sistemas Aquíferos de Portugal Continental (1997). Disponível em URL: <http://snirh.inag.pt/snirh/estudos_proj/aquíferos_Portugal Cont/>.

Instituto da Água. Dados de Síntese sobre Barragens (2002). Disponíveis em URL: <http://snirh.inag.pt/cgi-bin/inv_barragens>.

Instituto da Água. Plano Nacional da Água (2001). Versão disponível em URL: <http://www.inag.pt/inag 2001/pna_indice.htm>.

Instituto de Meteorologia. Valores Mensais da Temperatura e da Precipitação no Distrito de Faro no período de Janeiro de 1991 a Dezembro de 2001.

Instituto Nacional de Estatística. Índice de Preços no Consumidor, volumes relativos aos meses de Janeiro de 1991 a Dezembro de 2001, Lisboa, Instituto Nacional de Estatística.

Instituto Nacional de Estatística. Resultados Definitivos dos Censos 1991, Lisboa, 1993, Instituto Nacional de Estatística.

Instituto Nacional de Estatística. Resultados Provisórios dos Censos 2001, Lisboa, 2002, Instituto Nacional de Estatística.

Instituto Nacional de Estatística. Contas Regionais 1990-1994, Lisboa, 1998, Instituto Nacional de Estatística.

Instituto Nacional de Estatística. Contas Regionais 1995-1999, Lisboa, 2001, Instituto Nacional de Estatística.

Instituto Nacional de Estatística. Estatísticas do Ambiente, volumes relativos aos anos de 1995 e 2000, Lisboa, Instituto Nacional de Estatística.

Instituto Nacional de Estatística. Estimativas da População Residente, Portugal e NUTS III, 2001, Lisboa, Instituto Nacional de Estatística.

Jones, C. V. e J. R. Morris (1984) Instrumental Price Estimates and Residential Water Demand , *Water Resources Research*, Vol.20 (2), 197- 202.

Kleindorfer, P.R. e C.S. Fernando, (1993) Peak-Load Pricing and Reliability under Uncertainty, *Journal of Regulatory Economics*, Vol. 5, 5-23.

Kulshreshtha, S.N. (1996) Residential Water Demand in Saskatchewan Communities: Role Played by Block Pricing System in Water Conservation, *Canadian Water Resources Journal*, Vol. 21 (2), 139-155.

Leis nº 46/77, 11/87, 42/98, 58/98 e 159/99.

Lencastre, A., F. M. Franco (1992) *Lições de Hidrologia*, 2ª ed., Lisboa, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

Mackinnon, J.G. (1991) Critical Values for Cointegration Tests, in Engle, R.F. e C.W.J. Granger (eds.), *Long-Run Economic Relationships: Readings in Cointegration*, New York, Oxford University Press, 267-276.

Maddala, G.S. (1992) *Introduction to Econometrics*, 2nd ed., New Jersey, Prentice Hall International, Inc.

Martínez-Espiñeira, R. (2002) Residential Water Demand in Northwest of Spain, *Environmental and Resource Economics*, Vol.21 (2), 161- 187.

McFadden, D., C. Puig e D. Kirschner (1977) Determinants of the Long-Run Demand for Electricity, *American Statistical Association Proceedings of the Business and Economics Section*, Part I 72 (Aug.), 109-113.

Mendes, J.M.Z. (1993) *Tópicos de Microeconomia. Teoria da Procura e Dualidade*, Lisboa, Texto de Apoio Nº 6/TA do Centro de Matemática Aplicada à Previsão e Decisão Económica, ISEG, UTL.

Mendes, J.M.Z. (1994) *A Procura Residencial de Electricidade em Portugal*, Tese de Doutoramento não publicada, ISEG, Lisboa.

Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais. Plano Nacional da Política de Ambiente, Lisboa, 1995, Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais.

- Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais (2000-2006), Lisboa, 2000, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território.
- Moffit, R., (1990) The Econometrics of Kinked Budget Constraints, *Journal of Economic Perspectives*, Vol.4 (2), 119- 139.
- Mohring, H. (1970) The Peak Load Problem with Increasing Returns and Pricing Constraints , *The American Economic Review*, Vol. 60(4), 693-705.
- Nauges, C. e A. Thomas (2000) Privately-operated Water Utilities, Municipal Price Negotiation, and Estimation of Residential Water Demand: The Case of France, *Land Economics*, Vol.76 (1), 68-85.
- Ng, Y - K. e M. Weisser (1974) Optimal Pricing With a Budget Constraint – The Case of the Two-Part Tariff , *Review of Economic Studies*, Vol. 41, 337-45.
- Nieswiadomy, M. L. e D. J. Molina (1988) Urban Water Demand Estimates Under Increasing Block Rates, *Growth and Change*, Vol.19 (1), 1-12.
- Nieswiadomy, M. L. e D. J. Molina (1989) Comparing Residential Water Demand Estimates under Decreasing and Increasing Block Rates Using Household Data, *Land Economics*, Vol.65 (3), 280-289.
- Nijkamp, P., J.M.Dalhuisen, R.J.G.M. Florax, H.L.F.M. de Groot. (2003) Price and Income Elasticities of Residential Water Demand, *Land Economics*, Vol. 79 (2), 292-308.
- Nordin, J. A. (1976) A Proposed Modification of Taylor's Demand Analysis: Comment, *Bell Journal of Economics*, Vol.7 (2), 719-721.
- Oi, W.Y. (1971) A Disneyland Dilemma: Two-Part Tariffs for a Mickey Mouse Monopoly, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 85, 77-96.

- Oshfeldt, R.L. (1983) Specification of Block Rate Price Variables in Demand Models: Comment, *Land Economics*, Vol. 59 (3), 365-369.
- Panzar, J.C. (1976) A Neoclassical Approach to Peak-Load Pricing, *Bell Journal of Economics*, Vol. 7, 521-30.
- Phillips, P.C.B. (1986) Understanding Spurious Regressions in Econometrics, *Journal of Econometrics*, Vol. 33, 311-340.
- Ramsey, F. (1927) A Contribution to the Theory of Taxation, *The Economic Journal*, Vol. 37, 47-61.
- Rees, R. (1968) Second-Best Rules for Public Enterprise Pricing, *Economica*, Vol.35, 260-273.
- Renzetti, S. (1992) Evaluating the Welfare Effects of Reforming Municipal Water Prices, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.22 (1), 147-163.
- Resolução do Conselho de Ministros nº38/95.
- Saleth, R.M. e A. Dinar (1997) Satisfying Urban Thirst: Water Supply Augmentation and Pricing Policy in Hyderabad City, India, the World Bank, Technical Paper nº 395.
- Schefter, J.E. e E.L. David (1985) Estimating Residential Water Demand under Multi-Part Tariffs Using Aggregate Data, *Land Economics*, Vol. 61 (3), 272-280.
- Sherman, R. (1989) *The Regulation of Monopoly*, New York, Cambridge University Press.
- Sherman, R. e A. George (1979) Second-Best Pricing for the U.S. Postal Service, *Southern Economic Journal*, Vol. 45, 685-95.
- Spulber, D.F. (1986) Second-Best Pricing and Cooperation, *Rand Journal of Economics*, Vol. 17, 239-250.

- Spulber, N., A. Sabbaghi (1998) *Economics of Water Resources: From Regulation to Privatization*, 2nd ed., Kluwer Academic Publishers.
- Steiner, P. O. (1957) Peak Loads and Efficient Pricing, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 71, 585-610.
- Stevens, T.H., J. Miller e C.E. Willis (1992) Effect of Price Structure on Residential Water Demand, *Water Resources Bulletin*, Vol. 28 (4), 681-685.
- Taylor, L.D. (1975) The Demand for Electricity: a Survey, *The Bell Journal of Economics*, Vol.6 (1), 74-110.
- Taylor, L.D., G.R. Blattenberger e R.K. Rennhack (1981) Residential Energy Demand in the United States, *Report to the Electric Power Research Institute*, RP 1098, Data Resources Inc.
- Tietenberg, T. (1996) *Environmental and Natural Resource Economics*, 4th ed., Harper Collins.
- Train, K. E. (1997) *Optimal Regulation : The Economic Theory of Natural Monopoly*, 5th ed., Massachusetts Institute of Technology.
- Varian, H.R. (1992) *Microeconomic Analysis*, 3rd ed., New York, W.W. Norton & Company, Inc.
- Warford, J. J. (1997) *Marginal Opportunity Cost Pricing for Municipal Water Supply*, Discussion Paper on Water Pricing, Ottawa, International Development Research Centre.
- White, H. (1980) A Heteroscedasticity Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test of Heteroscedasticity, *Econometrica*, Vol. 48, 817-818.
- Wilder, R. P. e J. R. Willenborg (1975) Residential Demand for Electricity: A Consumer Panel Approach, *Southern Economic Journal*, Vol.41 (Oct.), 212- 217.

Williamson, O. E. (1966) Peak Load Pricing and Optimal Capacity under Indivisibility Constraints, *American Economic Review*, Vol. 56, 810-27.

Willig, R. D. (1978) Pareto-Superior Non-linear Outlay Schedules, *Bell Journal of Economics*, Vol. 9, 56-69.

Wong, S. T. (1972) A Model on Municipal Water Demand: A Case Study on Northeastern Illinois, *Land Economics*, Vol. 48 (Feb.), 34-44.

Young, R. A. (1973) Price Elasticity of Demand for Municipal Water: a Case Study of Tucson, Arizona, *Water Resources Research*, Vol.9 (4), 1068- 1072.

