



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Diana Catarina Machado Lima Teixeira

Análise de Eficiência de Empresas de
Distribuição e Abastecimento de Água

Análise de Eficiência de Empresas de
Distribuição e Abastecimento de Água

Diana Catarina Machado Lima Teixeira

UMinho | 2013

dezembro de 2013



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Diana Catarina Machado Lima Teixeira

Análise de Eficiência de Empresas de
Distribuição e Abastecimento de Água

Tese de Mestrado
Mestrado em Engenharia Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Jorge Miguel Oliveira Sá Cunha
Professora Doutora Paula Fernanda Varandas Ferreira

dezembro de 2013

DECLARAÇÃO

Nome: Diana Catarina Machado Lima Teixeira

Endereço eletrónico: di.catarina.teixeira@gmail.com Telefone: 916 103 717

Número do Bilhete de Identidade: 13737413

Título da dissertação: Análise de Eficiência de Empresas de Distribuição e Abastecimento de Água

Orientador(es): Professor Doutor Jorge Miguel Oliveira Sá Cunha e Professora Doutora Paula Fernanda Varandas Ferreira

Ano de conclusão: 2013

Designação do Mestrado: Mestrado em Engenharia Industrial – Ramo Gestão Industrial

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura:

Agradecimentos

Em primeiro lugar, queria agradecer a disponibilidade e ajuda de Mário Caneira, do Departamento de Estudos e Projetos da Entidade Gestora dos Serviços de Águas e Resíduos, em fornecer os dados necessários à realização desta dissertação.

Queria agradecer também a amabilidade de Fernanda Rocha da Divisão de Planeamento de Recursos Hídricos da Agência Portuguesa do Ambiente pela disponibilidade demonstrada em tentar fornecer os dados necessários ao trabalho.

De seguida, queria agradecer a disponibilidade e a amabilidade dos meus orientadores, Professor Jorge Cunha e Professora Paula Ferreira do Departamento de Produção e Sistemas da Universidade do Minho.

Por fim, queria agradecer aos meus pais e ao meu irmão pelo apoio prestado e pelas palavras de incentivo nos momentos difíceis e ainda à amabilidade de todas as pessoas amigas, bem como aos colegas, que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho e se demonstraram sempre disponíveis e prontos para me auxiliar durante a realização deste trabalho .

A Todos o meu Obrigada!

Resumo

Nos dias de hoje, a água está presente em quase todos os aspetos no quotidiano do ser humano, desde da necessidade mais básica (como beber água) até à mais complexa (como o abastecimento de água às populações). Contudo, devido ao aumento populacional, a gestão deste recurso deve ser a melhor possível de modo a conseguir satisfazer as necessidades de toda a população.

Um dos aspetos essenciais no dia-a-dia das pessoas e sem o qual o ser humano é incapaz de sobreviver sem, é o abastecimento e distribuição de água. Porém, para que todos tenham acesso à distribuição de água é importante que o seu processo seja o mais eficiente possível. Assim, torna-se necessário analisar a eficiência do abastecimento e distribuição de água e tentar reduzir ao máximo todas as ineficiências aqui encontradas.

Deste modo, o projeto de investigação centrou-se no estudo da eficiência em empresas do setor de abastecimento de água, procurando perceber qual a estrutura de mercado em que essas empresas estão inseridas, destacando-se os aspetos relacionados com as economias de escala e de gama.

Assim, com a investigação empírica realizada, procurou-se analisar a eficiência da distribuição e abastecimento de água em Portugal (sendo esta atividade do sistema em baixa), considerando uma função custo multiproduto na qual se inclui como produtos o abastecimento de água e as perdas de água no abastecimento. Considerou-se outras variáveis como os quilómetros das condutas (rede), o número de clientes e a área de cada empresa neste setor. Estas últimas variáveis não são diretamente relacionadas com o volume de água, mas têm implicações na eficiência do setor da água.

Para efetuar os cálculos necessários para verificar a eficiência da distribuição e abastecimento de água, teve-se em consideração escalas de produção (pequena, média e grande escala).

Como resultados do trabalho, verificou-se que ao longo dos anos os custos marginais, as economias de escala e de gama mantiveram o mesmo comportamento, e os custos médios, apesar de em cada ano terem tido valores próximos, não mantiveram uma evolução semelhante em todos os anos.

Neste sentido, concluiu-se que os médios produtores são os que apresentam a melhor eficiência, visto que em todos os resultados obtidos tiveram valores médios.

Assim, pode sugerir-se que as entidades gestoras de pequenas escala se agrupem de modo a conseguir aumentar a escala de produção. Um outro modo, é as entidades gestoras de grande escala ajudarem as de pequena escala a aumentar a escala de produção e conseqüentemente diminuam a sua própria escala de produção.

Neste sentido, verificou-se que as perdas de água (que devem ser minimizadas especialmente no aspecto ecológico devido à sua sustentabilidade) são, indubitavelmente, a principal causas da ineficiência do processo de abastecimento e distribuição de água, provocando assim um aumento dos custos aqui associados.

Palavras-chave:

- Água, Abastecimento e distribuição de água, Eficiência, Sustentabilidade, Perdas de Água.

Abstract

These days, the water is present in almost all aspects in the daily life of the human being, from the most basic need (such as drinking water) to more complex (such as the water supply to the population). However, due to the population increase, the management of this resource should be the best possible in order to be able to meet the needs of the entire population.

One of the essential aspects in daily life of people and without which the human being is unable to survive without, is the supply and distribution of water. However, so that everyone has access to water distribution is important that your process is as efficient as possible. Thus, it becomes necessary to analyze the efficiency of supply and distribution of water and try to reduce to the maximum all the inefficiencies found here.

In this way, the research project focused on studying the efficiency in companies in the water supply sector, seeking to understand what the market structure in which these companies are included, with emphasis on aspects related to economies of scale and range.

So with the empirical research conducted, we tried to analyze the efficiency of distribution and water supply in Portugal (being this low system activity), whereas a multiproduct cost function which includes products like water supply and water supply losses. Other variables considered as the kilometres of pipelines (network), the number of customers and the area of each company in this sector. The latter variables are not directly related to the volume of water, but they have implications for the efficiency of the water sector.

To perform the necessary calculations to verify the efficiency of distribution and water supply, has been taken into consideration production scales (small, medium and large scale).

As results of the work, it was found that over the years the marginal costs, economies of scale and range stayed the same behavior, and the average costs, although each year had no values near maintained a similar evolution in every year.

In this sense, it is concluded that the medium-sized producers are the ones who have the best efficiency, whereas in all the results obtained had average values.

So, may suggest that the Fund managers of small scale group in order to achieve a larger scale of production. Another way, is the large-scale managers helping the small scale to increase the scale of production and consequently lessened its own scale of production.

In this sense, it was found that water losses (which should be minimized especially in ecological aspect due to its sustainability) are undoubtedly the main causes of the

inefficiency of the process of supply and distribution of water, thus causing an increase in the costs associated with.

Key-words:

- Water, Supply and distribution of water, Efficiency, Sustainability, Water losses.

Índice

Agradecimentos.....	iii
Resumo	v
Abstract	vii
Índice.....	ix
Lista de Figuras	xi
Lista de Gráficos.....	xiii
Lista de Quadros	xv
Lista de Fórmulas	xvii
Lista de Abreviaturas	xix
Lista de Símbolos	xix
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO.....	1
1.1.Enquadramento	1
1.2.Objetivos.....	2
1.3.Metodologia da Investigação	2
1.4.Organização da dissertação	3
CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1. Setor da água como monopólio natural.....	5
2.1.1.Mas o que é um monopólio natural?	5
2.2.Setor da Água em Portugal.....	7
2.2.1.Setor da Água.....	7
2.2.2.Legislação.....	8
2.2.3.Entidades envolvidas no Setor da Água em Portugal.....	11
2.2.4.Qualidade e Sustentabilidade no Abastecimento de Água.....	19
2.3.Sustentabilidade	21
2.4.Benchmarking.....	23
2.4.1.Definição.....	23
2.4.2.Tipos de Benchmarking	23
2.4.3.Etapas de Benchmarking	24
CAPÍTULO III – METODOLOGIA.....	27
CAPÍTULO IV – ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DO SETOR DA ÁGUA.....	29
4.1.Perdas de Água no Abastecimento.....	29
4.1.1.Tipos de Perdas de Água.....	30
4.2.Análise da eficiência do Abastecimento	32
4.2.1.Função Custo	32
4.2.2.Dados	34

4.2.3.Tratamento dos dados recolhidos	37
4.3.Comparação dos dados obtidos.....	45
CAPÍTULO V – CONCLUSÕES.....	53
5.1.Conclusões e Contribuições do Trabalho.....	53
5.2.Limitações do Trabalho.....	55
5.3.Oportunidades de Trabalho Futuro	55
Bibliografia.....	57
ANEXOS.....	63
Anexo A – Dados Recolhidos	63
Anexo B – Estimação da função custo para o ano de 2008	75
Anexo C – Estimação da função custo para o ano de 2009.....	79
Anexo D – Estimação da função custo para o ano de 2010.....	83

Lista de Figuras

Figura 2. 1 - Legislação do Setor da Água	8
Figura 2. 2 - Prestação de Serviços da Água	10
Figura 2. 3 - Organograma da ERSAR	12
Figura 2. 4 - Organograma de Águas de Portugal.....	13
Figura 2. 5 - Cadeia de Valor do Abastecimento de Água.....	17
Figura 2. 6 - Cadeia de Valor do Saneamento de Águas Residuais em fase líquida	18
Figura 2. 7 – Cadeia Valor do Saneamento de Águas Residuais em fase sólida	18
Figura 2. 8 – Etapas de <i>Benchmarking</i>	25
Figura 4. 1 – Vazamento de Água (Exemplos de Perdas Reais).....	30
Figura 4. 2 – Fraude em hidrómetros.....	31

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Evolução do Volume de Água Produzida e Perdida.....	35
Gráfico 2 – Percentagem do Volume de Água Perdida face ao Volume de Água Produzida	35
Gráfico 4 – Evolução dos Custos Totais na Distribuição de Água.....	36
Gráfico 4 – Custos Médios por ano.....	47
Gráfico 5 – Custos Marginais por ano.....	48
Gráfico 6 – Economias de Escala por ano	49
Gráfico 7 – Economias de Gama por ano	50

Lista de Quadros

Quadro 1 – Objetivos da Lei da Água	9
Quadro 2 - Unidades de Negócio das Águas de Portugal	14
Quadro 3 - Órgãos Funcionais das Águas de Portugal	15
Quadro 4 – Tipos de <i>Benchmarking</i>	24
Quadro 5 – Etapas de <i>Benchmarking</i>	25
Quadro 6 – Diferenças dos Tipos de Perdas	31
Quadro 7– Legenda das variáveis	33
Quadro 8 –Estatísticas descritivas do ano 2007	38
Quadro 9 – Valores de β do ano 2007	39
Quadro 10 – Volumes de Produção e Custos para o ano de 2007.....	42
Quadro 11 – Custos e Economias de Escala e Gama do ano de 2007.....	42
Quadro 12 – Quadro Resumo dos Betas Estimados para 2008, 2009 e 2010	43
Quadro 13 – Quadro Resumo dos Volumes de Produção e Custos para 2008, 2009 e 2010	44
Quadro 14 – Quadro Resumo dos Custos e Economias de Escala e Gama para 2008, 2009 e 2010.....	45
Quadro 15 – Custos de Água Produzida, Custo de Água Perdida e Custo de Água Produzida e Perdida	46
Quadro B. 1 – Estatísticas descritivas do ano de 2008	75
Quadro B. 2 – Valores de β do ano de 2008.....	76
Quadro B. 3 – Volumes de Produção e Custos para o ano de 2008	77
Quadro B. 4 – Custos e Economias de Escala e Gama do ano de 2008.....	78
Quadro C. 1 – Estatísticas descritivas do ano de 2009.....	79
Quadro C. 2 – Valores de β do ano de 2009.....	80
Quadro C. 3 – Volumes de Produção e Custos para o ano de 2009.....	81
Quadro C. 4 – Custos e Economias de Escala e Gama do ano de 2009	81
Quadro D. 1 – Estatísticas descritivas do ano de 2010	83
Quadro D. 2 – Valores de β do ano de 2010.....	84
Quadro D. 3 – Volumes de Produção e Custos para o ano de 2010.....	85
Quadro D. 4 – Custos e Economias de Escala e Gama do ano de 2010	86

Lista de Fórmulas

(1) Função Custo relacionada com a Produção	32
(2) Função Custo Linear	37
(3) Função de Custo do bem no seu total	37
(4) Função Custo do ano 2007	39
(5) Função de Custo do Volume de Água	40
(6) Custos Marginais.....	40
(7) Economias de Escala	41
(8) Economias de Gama	41
(9) Calculo dos Custos das Economias de Gama	41
(10) Valor de Nível de Indústria	41
(11) Função Custo do ano 2008	76
(12) Função Custo do ano 2009	80
(13) Função Custo do ano de 2010.....	84

Lista de Abreviaturas

AdP – Águas de Portugal

APDA – Associação Portuguesa de Distribuidores de Água

CMg – Custos Marginais

CMR – Custos Médios Radiais

ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos

INE – Instituto Nacional de Estatística

PPA – Parceria Portuguesa para a Água

SL – Economias de Escala

SP – Economias de Gama

va – Volume de Água Produzida

vp – Volume de Água Perdida

Lista de Símbolos

β – beta

Δ - delta

km – quilómetro

m³ – metro cúbico

m³/ano - metro cúbico por ano

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

Desde sempre, que a Humanidade precisa de água para o seu dia-a-dia. Com o passar do tempo a utilidade da água deixou de ser apenas para a sobrevivência do Homem e passou a ser incluída como parte das atividades que este possui no seu quotidiano, incluindo o abastecimento de água. Tal situação traduziu-se num aumento da procura cuja resposta passou por um forte investimento em infraestruturas que possibilitasse o aumento da oferta, sem preocupações de utilização racional, impactos no ambiente, sustentabilidade económico-financeira, entre outros (Corton & Berg, 2009).

Contudo, com o avanço da tecnologia e com o aumento da população, a água disponível foi-se tornando cada vez mais escassa, sendo que é necessário existir uma entidade que permita uma melhor qualidade e distribuição da água, como, no caso português, a Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos (ERSAR, 2009). Esta é “a autoridade reguladora dos serviços de abastecimento público de água, saneamento de águas residuais urbanas e de gestão de resíduos e a autoridade competente para a qualidade da água para consumo humano”.

Porém, há que ter em atenção que o setor da água é um monopólio natural, pelo que a concorrência tende a ser reduzida, dada a necessidade de elevados investimentos de capital, o que conduz à existência de barreiras à entrada de novas empresas no setor, fazendo com que a empresa incumbente tenha uma grande vantagem de custos (Marques & De Witte, 2011).

É, também, de notar que a importância da água como bem económico, ao longo do tempo, tem vindo a crescer. Antes era considerado como um bem quase público. Contudo hoje em dia existem lugares onde existe escassez de água (Marques & De Witte, 2011). Deste modo, é necessário combinar uma boa gestão na distribuição da água, com obtenção de lucro e, simultaneamente, com a sua sustentabilidade.

De facto, para uma empresa sobreviver precisa de ter lucro, mas é também necessário ter em consideração variáveis ambientais/ecológicas, sendo este um aspeto dado pelo princípio do «desenvolvimento sustentável», que mudou a forma como o lucro, os custos e os riscos são considerados, envolvendo também aspetos sociais e ambientais (Merad, Dechy, Serir, Grabisch, & Marcel, 2013).

Assim, a análise económica pressupõe a caracterização da utilização da água em termos de quantidades, preços e custos, devendo a política de preços reflectir todos os custos, incluindo os ambientais e de escassez (Ballance & Taylor, 2005).

Deste modo, qualquer empresa deve ter em consideração o conceito de desenvolvimento sustentável que se refere a “um desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades” (Relatorio_Brundtland, 2005). Contudo, nos últimos anos, o desenvolvimento sustentável tornou-se um grande desafio, sem mencionar que décadas de não desenvolvimento sustentável produziram não só poluição, mas também perturbação do clima e a perda de biodiversidade (Rougirel, 2013).

Neste contexto, também o setor da água deve estar intimamente ligado ao conceito de desenvolvimento sustentável e tentar providenciar um serviço cada vez mais eficiente. Deste modo, assiste-se a um consenso emergente que uma adequada gestão da água deverá orientar-se pelos princípios da eficiência económica, satisfazendo a procura numa ótica de sustentabilidade. Assim, a gestão da água deve reunir consenso entre a esfera económica, ambiental e social, o que não é fácil, dado que estas têm interesses diferentes e, por vezes, até mesmo contrários (Cashman, 2006) (Owen, 2006) (Vinnari, 2006) (Vinnari & Hukka, 2007).

1.2. Objetivos

Face ao enquadramento acima descrito, a presente dissertação tem como objetivo principal a avaliação da eficiência de sistemas de distribuição e abastecimento de água pelas entidades gestoras existentes em Portugal, procurando identificar possíveis estratégias de melhoria.

De um modo mais detalhado, pretende-se a:

- Análise do desempenho de empresas do setor de distribuição e abastecimento de água do país em anos diferentes, através de métodos econométricos;
- Apresentação de medidas de melhoria da eficiência no setor da água em Portugal.

1.3. Metodologia da Investigação

Para um bom trabalho, é sempre necessário planear uma boa metodologia a seguir.

Assim, no início da dissertação apresenta-se uma revisão da literatura sobre o tema em estudo, de forma a adquirir uma base teórica sólida que suporte o trabalho empírico desenvolvido. Neste sentido, foi feito um levantamento de informação sobre,

designadamente, o setor da água em Portugal (legislação, entidades envolvidas no setor), a sustentabilidade. Na etapa seguinte foi dada especial atenção a alguns estudos empíricos realizados sobre a temática em estudo.

Posteriormente, e de modo a conseguir-se analisar o setor da água em Portugal, torna-se necessário efetuar um estudo sobre as empresas que operam neste setor. Para tanto, foi necessário recolher dados das empresas que permitam a análise da eficiência destas empresas, os quais foram tratados e analisados através de métodos econométricos. De seguida, efetuou-se uma comparação dos resultados obtidos.

A última etapa de trabalho correspondeu à redacção da dissertação, onde foram salientados os principais resultados obtidos, fazendo uma discussão crítica dos mesmos e evidenciando as principais conclusões no que concerne à utilidade deste tipo de análise como ferramenta de apoio a uma correta tomada de decisão.

1.4. Organização da dissertação

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos. O Capítulo I é constituído por um enquadramento relativamente ao tema mencionado, seguido do objetivo, que consiste no que é proposto atingir na realização deste trabalho, a metodologia adoptada, sendo ela constituída pela forma como se vai realizar o trabalho e por fim a estrutura onde são referidas as diferentes etapas seguidas no desenvolvimento do trabalho.

No que concerne ao Capítulo II, da revisão da literatura, são definidos os conceitos e toda a fundamentação teórica utilizada como suporte durante todo o estudo.

Relativamente ao Capítulo III, encontram-se descrito a metodologia utilizada, explicando as decisões que foram tomadas durante a parte empírica.

O Capítulo IV corresponde ao estudo empírico realizado, centrando-se na análise da eficiência de empresas de distribuição e abastecimento de água em Portugal e discutindo os principais resultados obtidos.

Por fim, o Capítulo V corresponde à parte final do trabalho, onde se encontra as conclusões do trabalho realizado, com base nos resultados obtidos e na análise efectuada. São, ainda, salientadas as limitações encontradas na realização do trabalho e sugestões de trabalho futuro com vista a uma extensão/melhoria do trabalho desenvolvido.

CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Setor da água como monopólio natural

Quimicamente, a água refere-se a uma molécula constituída por dois átomos de hidrogénio que se ligam a um átomo de oxigénio, sendo que a sua fórmula química é H₂O (Alves, 2008).

A água é um bem essencial para todas as formas de vida, tendo diversas funções. No que concerne ao meio ambiente, serve para irrigar a terra bem incluindo o desenvolvimento da fauna aquática. No caso do ser humano serve principalmente para este sobreviver, não só através da sua ingestão mas também para a produção de alimentos (Stefanelli, 2003) e (Explicatorium, 2007).

Este elemento pode ser utilizado em diversas atividades do Homem, como no uso agrícola, urbano, industrial e energético (Karavitis, 2008).

Contudo, há que ter em atenção que o setor da água tem uma concorrência reduzida, dada a necessidade de elevados investimentos de capital, o que conduz à existência de barreiras à entrada de novas empresas no setor, fazendo com que a empresa incumbente tenha uma grande vantagem de custos, tendo assim menos custos de produção e os custos aos clientes é também menor (Marques & De Witte, 2011).

2.1.1. Mas o que é um monopólio natural?

Primeiramente, torna-se necessário referir o que é um monopólio – “modelo económico de mercado, em que existe apenas um único produtor, não existindo, dessa forma, concorrentes ou rivais diretos e o produto oferecido no mercado não tem substituto próximo” (Ricci, 2006).

Relativamente ao monopólio natural, este acontece “quando os investimentos necessários para a produção de um serviço apresentam custos altos e relativamente fixos, fazendo com que os custos totais de longo prazo caiam à medida que a produção aumenta” (DiLorenzo, 2012).

Segundo Coelho (2006), um monopólio natural pode ser considerado quando para uma determinada quantidade de procura os custos de produção forem menores quando existe um monopólio do que quando existe um produtor. Este conceito enquadra-se na

ideia de que os monopólios naturais referem-se a atividades com economias de escala ou custos médios decrescentes (Coelho, 2006).

Neste tipo de indústrias (como é o caso do setor de distribuição e abastecimento de água), os custos de produção seriam maiores se existisse mais que uma empresa a produzir o mesmo, sendo que o produto seria vendido a custo mais elevado além de causar inconveniências aos consumidores. No caso do setor da água, cada empresa teria que ter as suas próprias condutas instaladas, no que resultaria em mais do que uma rede de distribuição e abastecimento de água (DiLorenzo, 2012).

O setor da água é considerado um monopólio natural, uma vez que a competição entre várias empresas criaria um aumento significativo nos custos associados a esta atividade (Flexh, 2013; DiLorezo, 2012).

A competição entre as empresas faria com que cada uma delas instalasse a sua própria rede de distribuição de água ao cliente, aumentando assim a escolha por parte dos consumidores, além do próprio custo na compra do serviço (DiLorenzo, 2012).

2.2. Setor da Água em Portugal

Neste ponto encontra-se a caracterização do setor da água em Portugal, além de mencionar a legislação aqui aplicada e as entidades envolvidas.

2.2.1. Setor da Água

O Setor da Água em Portugal, compreende a realização de dois serviços diferentes: os serviços de abastecimento de água para consumo humano e saneamento de águas residuais urbanas (ERSAR, 2009).

Segundo informação disponível no sítio da Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR), o setor de serviços de águas inclui atividades como:

- Abastecimento de água às populações urbanas e rurais;
- Atividades associadas (serviços, comércio e a pequena indústria inserida na malha urbana);
- Drenagem e tratamento das águas residuais urbanas (ERSAR).

Estes serviços são prestados por cerca de quinhentas entidades gestoras, sendo estas de titularidade estatal ou municipal.

Nos casos de titularidade estatal, e tendo em consideração a legislação, os modelos de gestão passíveis a utilizar são Gestão direta pelo Estado, Delegação pelo Estado em terceira entidade, Concessão pelo Estado em terceira entidade, como sucede com os sistemas multimunicipais concessionados (ERSAR).

Por outro lado, quando são de titularidade municipal, os modelos de gestão passíveis a serem utilizados são Gestão direta do serviço pelo município, como é o caso dos serviços municipais e dos serviços municipalizados, Delegação do serviço em empresa constituída em parceria com o Estado, Delegação do serviço pelo município em entidade integrada no respetivo setor empresarial, a que correspondem as empresas criadas pelos municípios, ou em freguesias ou associações de utilizadores, Concessão do serviço pelo município em empresa, como sucede com todos os sistemas municipais concessionados.

É importante referir que os serviços de distribuição de água em Portugal, são classificados em duas formas: em alta e em baixa, cuja diferenciação difere das atividades realizadas. Os serviços em alta referem-se aos sistemas multimunicipais e os serviços em baixa aos serviços municipais.

Os serviços designados por sistemas em alta são encarregados pela captação, tratamento e venda de água aos serviços em baixa. Por sua vez, os serviços em baixa são responsáveis pela distribuição da água à população (ERSAR, 2009).

Atualmente em Portugal, os serviços em alta encontram-se mais desenvolvidos e renovados que os serviços em baixa, e é nestes serviços que se regista uma maior necessidade de investimento, sendo que o principal problema é o elevado nível de volume de perdas de água no que pode resultar em problemas com a água faturada e a sustentabilidade económica dos sistemas (ERSAR, 2009).

Quanto ao saneamento de águas residuais urbanas, este tem atividade que compreende a recolha, transporte e tratamento das águas residuais que têm origem urbana, além da sua descarga no meio hídrico. Esta atividade é essencial para garantir a qualidade das massas de água, sendo importante no condicionamento dos outros usos do domínio hídrico, nomeadamente a captação de água para consumo humano.

Também, no saneamento de águas residuais, existe a designação em alta e em baixa. Os serviços municipais são responsáveis pela atividade em baixa que recolhe e drena para os serviços multimunicipais, sendo estes responsáveis pela atividade em alta consistindo no tratamento de águas residuais e destino final (ERSAR, 2009).

2.2.2. Legislação

Um dos aspetos que deve ter-se em conta ao analisar o setor da água diz respeito à legislação aplicada.

Assim, de acordo com o Portal da Água, a legislação do setor da água encontra-se dividida em três áreas, como se pode verificar na Figura 2.1:

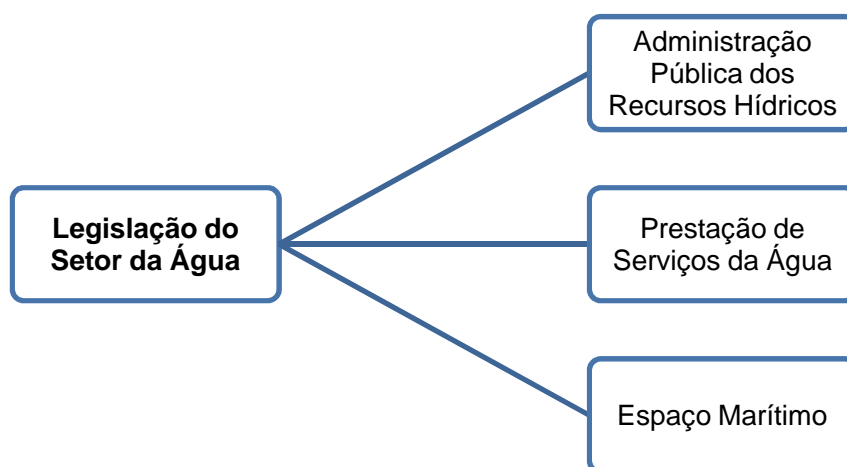


Figura 2. 1 - Legislação do Setor da Água

Fonte: (Portal_da_Água, 2010)

Apesar da legislação deste setor envolver as três áreas representadas na Figura 2.1, neste trabalho apenas se irá tratar da Administração Pública dos Recursos Hídricos e da Prestação de Serviços, uma vez que o Espaço Marítimo não se enquadra no tema do trabalho.

2.2.2.1. Administração Pública dos Recursos Hídricos

No que concerne à área da legislação do setor da água, esta desenvolve-se a partir da Diretiva Quadro da Água da União Europeia (Diretiva 2000/06/CE, de 23 de outubro), sendo transportada para o direito nacional pela Lei da Água (Lei nº 58/2005, de 29 de dezembro) e pelo Decreto-Lei nº 77/2006, de 30 de março (Portal_da_Água, 2010).

A Lei da Água “vai integrar, sistematizar, actualizar e harmonizar um conjunto de legislação vigente em Portugal desde há longa data, relativa aos recursos hídricos, nomeadamente a relativa à delimitação e gestão do Domínio Público Hídrico” (Portal_da_Água, 2010). Por outras palavras, todas as operações efetuadas no setor da água têm de estar de acordo com as normas da Lei da Água.

No Quadro 1 apresentam-se os objetivos decretados pela Assembleia da República no que concerne à Lei da Água.

Quadro 1 – Objetivos da Lei da Água

Objetivos da gestão das águas superficiais e águas subterrâneas	
Objetivo 1	Evitar a degradação, proteger e melhorar o estado dos ecossistemas aquáticos, além dos ecossistemas terrestres e zonas húmidas que dependem diretamente dos ecossistemas aquáticos, no que respeita às suas necessidades de água.
Objetivo 2	Promover a sustentabilidade de água, baseada numa proteção a longo prazo dos recursos hídricos disponíveis.
Objetivo 3	Reforçar a proteção e melhorar o ambiente aquático, através de medidas específicas para a redução gradual e a cessação ou eliminação por fases de descargas, das emissões e perdas de substâncias prioritárias.
Objetivo 4	Assegurar a redução gradual da poluição das águas subterrâneas e evitar o agravamento da sua poluição.
Objetivo 5	Amenizar os efeitos das inundações e das secas.
Objetivo 6	Assegurar o fornecimento em quantidade suficiente de água de origem superficial e subterrâneo de boa qualidade, conforme necessário para uma utilização sustentável, equilibrada e equitativa da água.
Objetivo 7	Proteger as águas marinhas, incluindo as territoriais.
Objetivo 8	Assegurar o cumprimento dos objetivos dos acordos internacionais pertinentes, incluindo os que se destinam à prevenção e eliminação da poluição no ambiente marinho.

Fonte: (Assembleia_da_República, Aprovação da Lei da Água - Lei nº58/2005, 2005)

O Quadro 1 possui os objetivos decretados pela Assembleia da República, em que de um modo geral fala sobre a sustentabilidade da água, a proteção do ambiente aquático (incluindo a eliminação da poluição neste ambiente) e o fornecimento da água com qualidade aos consumidores.

2.2.2.2. Prestação de Serviços de Água

A Prestação de Serviços de Água encontra-se subdividida em quatro serviços, estando estes representados na Figura 2.2:

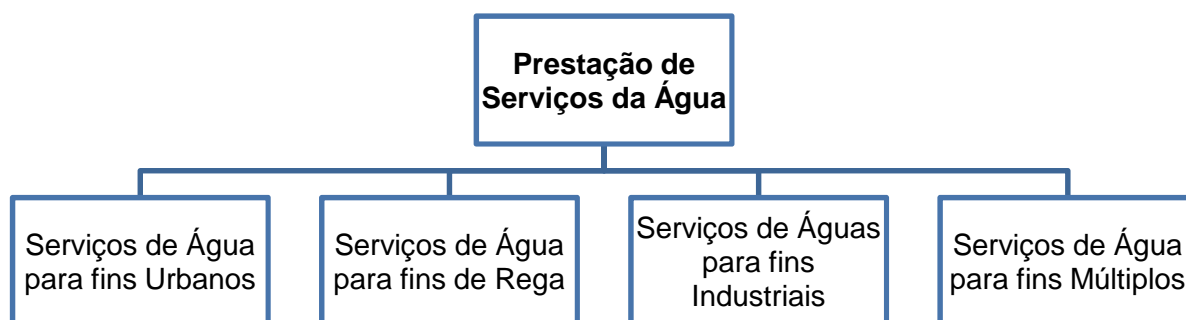


Figura 2. 2 - Prestação de Serviços da Água

Fonte: (Portal_da_Água, 2010)

Os Serviços de Águas são definidos, com base na Lei da Água (Lei nº58/2005), como sendo todos os serviços efetuados a casas de habitação, entidades públicas ou qualquer atividade económica, sendo que deve ser aplicado através de (Portal_da_Água, 2010):

- Represamento, captação, armazenamento, tratamento, elevação, adução e distribuição de águas superficiais ou subterrâneas;
- Recolha, tratamento e rejeição de águas residuais.

Os serviços de água para fins urbanos estão organizados como serviços em alta e em baixa.

Os serviços em alta, são assegurados por entidades empresariais de direito privado, enquanto que os serviços em baixa pelas autarquias locais, contudo as autarquias podem recorrer à criação de entidades empresariais com ou sem parcerias públicas/públicas e públicas/privadas.

Os restantes serviços (Rega, Industriais e Múltiplos) ocorrem quando diversos utilizadores se associam com o intuito de “partilhar uma origem comum da água ou a

criação de entidades empresariais com o objectivo de assegurar a distribuição de água entre múltiplos utilizadores a partir de uma origem comum” (Portal_da_Água, 2010).

2.2.3. Entidades envolvidas no Setor da Água em Portugal

No que se refere às entidades envolvidas no setor da água, pode dizer-se que existem diversas entidades que atuam nesta área. Uma das entidades preocupa-se com a regulação do setor (ERSAR) e outras são responsáveis pelo abastecimento de água.

Segundo o Instituto Nacional de Estatística (2010), cerca de três quartos das entidades gestoras de serviços urbanos de abastecimento de água e/ou drenagem e tratamento de águas residuais referem-se a municípios, sendo os restantes serviços municipalizados, empresas municipais, empresas públicas ou de capitais públicos e empresas privadas.

Estas entidades gestoras de sistemas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais urbanas que são controladas, na sua maioria, pela Águas de Portugal (ERSAR, 2009).

2.2.3.1. ERSAR - Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos

A Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) é a entidade de supervisão e regulação do setor da água em Portugal. As suas principais atribuições relacionam-se com as “atividades de abastecimento público de águas às populações, de saneamento de águas residuais urbanas e de gestão de resíduos sólidos urbanos”.

Estas atividades “constituem serviços públicos de carácter estrutural essenciais ao bem-estar geral, à saúde pública e à segurança coletiva das populações, às atividades económicas e à proteção do ambiente” (ERSAR).

Os serviços prestados pela ERSAR baseiam-se nos princípios da universalidade no acesso, de continuidade e qualidade de serviço, e de eficiência e equidade dos preços. Deste modo, os seus principais objetivos são (ERSAR):

- Assegurar uma correta proteção dos utilizadores dos serviços de águas e resíduos, evitando possíveis abusos decorrentes dos direitos de exclusivo:
 - no que se refere à garantia e ao controlo da qualidade dos serviços públicos prestados e,
 - no que respeita à supervisão e ao controlo dos preços praticados, que se revela essencial por se estar perante situações de monopólio natural ou legal.

- Assegurar as condições de igualdade e transparência no acesso e no exercício da atividade de serviços de águas e resíduos e nas respectivas relações contratuais, bem como consolidar um efetivo direito público à informação geral sobre o setor e sobre cada uma das entidades gestoras.

A Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos possui um modelo organizacional e funcional que tem uma estrutura organizativa que assenta em três atividades:

- Órgãos Estatutários, que engloba Conselho Diretivo (a direção), Conselho Consultivo e Fiscal Único (sendo estes dois últimos órgãos previstos na legislação);
- Áreas Operativas (verticais), que inclui Departamento de análise Económica e Financeira, Departamento de Engenharia - Águas, Departamento de Engenharia - Resíduos, Departamento de Análise Jurídica e Departamento da Qualidade da água;
- Áreas de Apoio (horizontais), que engloba Departamento de Estudos e Projetos, Departamento de Tecnologias de Informação, Departamento Administrativo e Financeiro e Secretariado.

A Figura 2.3, apresenta o organograma da ERSAR.

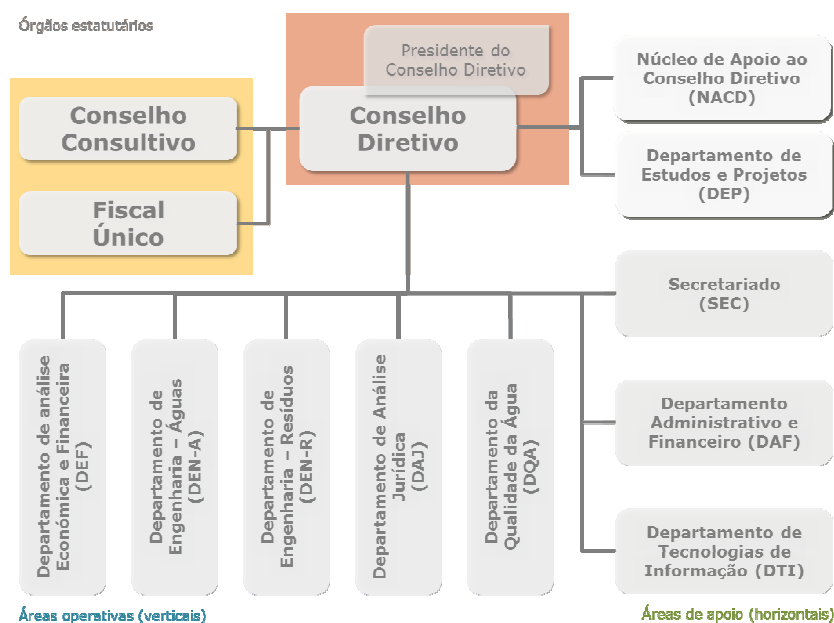


Figura 2.3 - Organograma da ERSAR

Fonte: (ERSAR)

2.2.3.2. Águas de Portugal

A Águas de Portugal refere-se à entidade que tem como “prioridade o desenvolvimento dos sistemas multimunicipais de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais, no sentido de ultrapassar a fragmentação que caracterizava aqueles setores, condição necessária para a evolução pretendida” (AdP).

Esta entidade tem como missão a resolver problemas nacionais no que concerne ao abastecimento de água, saneamento de águas residuais, além do tratamento e valorização de resíduos, numa óptica de sustentabilidade económica, financeira, técnica, social e ambiental.

A Águas de Portugal tem como objetivo a proteção e valorização do ambiente natural e humano, nas atividades de captação, tratamento e a distribuição de água para consumo público, além de observar os mais elevados padrões de qualidade. O objetivo da Águas de Portugal, tem também a proteção e valorização do ambiente natural e humano no que concerne à recolha, tratamento e rejeição de água residuais urbanas e industriais, incluindo a sua reciclagem e reutilização em condições ambientalmente seguras e o tratamento e valorização de resíduos sólidos (AdP).

A entidade Águas de Portugal possui a estrutura organizacional que se mostra na Figura 2.4.

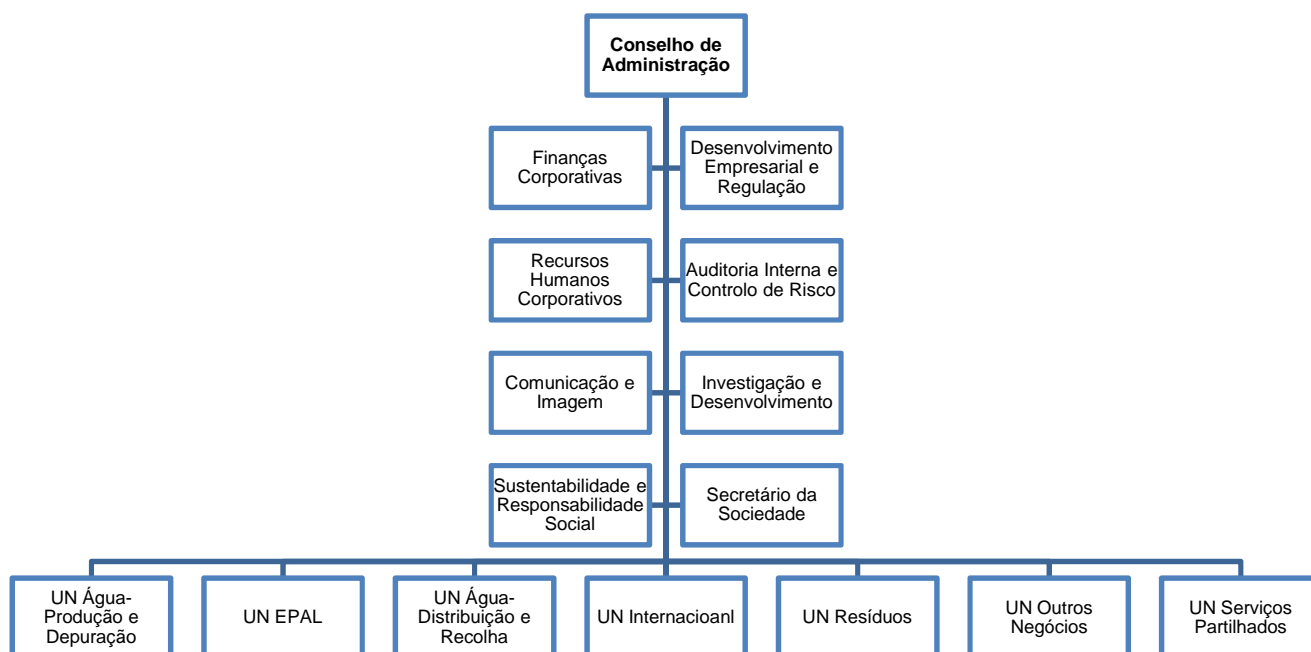


Figura 2. 4 - Organograma de Águas de Portugal

Fonte: (AdP)

No Quadro 2 encontra-se uma breve explicação das unidades de negócio da Águas de Portugal, para que se possa perceber melhor como a Águas de Portugal consegue controlar todas as entidades gestoras que distribuem e abastecem a água aos consumidores.

Quadro 2 - Unidades de Negócio das Águas de Portugal

UN Água-Produção e Depuração	Agrega as empresas operadoras no mercado nacional com atividade grossista no domínio do abastecimento de água e do saneamento de águas residuais.
UN EPAL	Engloba a atividade grossista e a de distribuição, sendo responsável pelo abastecimento de água em alta, direta ou indiretamente, a 33 municípios na margem norte do rio Tejo, e pelo abastecimento domiciliário no concelho de Lisboa.
UN Água-Distribuição e Recolha	Agrega as empresas operadoras no mercado nacional com atividade essencialmente retalhista no setor do abastecimento de água e do saneamento de águas residuais.
UN Internacional	Agrega as empresas com atividade sediada fora de Portugal.
UN Resíduos	Agrega as empresas operadoras no mercado nacional com atividade no domínio do tratamento e valorização de resíduos.
UN Outros Negócios	Engloba o desenvolvimento de atividades no âmbito da gestão ambiental, designadamente na produção e aproveitamento das diversas formas de energia renovável, no estabelecimento de sistemas de recolha, transporte, tratamento ou valorização de lamas e sua aplicação ou destino final, e no desenvolvimento de processos ou instalações para a melhoria da eficiência energética.
UN Serviços Partilhados	Agrega as empresas que prestam serviços a todas as outras empresas e Unidades de Negócio do Grupo AdP, sendo constituída por oito áreas de suporte: i) Compras e Apoio Geral; ii) Sistemas de Informação; iii) Recursos Humanos; iv) Serviços Financeiros; v) Marketing e Comunicação; vi) Serviços Jurídicos; vii) Planeamento e Operações; viii) Engenharia. A gestão da UN de Resíduos, UN Internacional e UN de Serviços Partilhados é assegurada, respetivamente, pelas empresas Empresa Geral do Fomento, S.A. (EGF), AdP - Águas de Portugal Internacional - Serviços Ambientais, S.A. e AdP - Águas de Portugal Serviços Ambientais, S.A.

Fonte: (AdP)

No Quadro 2 é possível verificar as unidades de negócio da Águas de Portugal, e para tal cada unidade de negócio tem a sua função, sendo que a unidade de negócio relevante para o presente trabalho é a **UN Água-Distribuição e Recolha**, que é responsável pelas entidades gestoras de distribuição e abastecimento de água em Portugal.

De seguida apresenta-se uma breve explicação dos órgãos funcionais da Águas de Portugal (Quadro 3).

Quadro 3 - Órgãos Funcionais das Águas de Portugal

Finanças Corporativas	Responsável por definir e coordenar a política financeira do grupo. Garante a gestão contabilística e fiscal do grupo, nomeadamente harmonizando critérios, procedimentos e práticas de acordo com as normas nacionais.
Desenvolvimento Empresarial e Regulação	Responsável pelo planeamento, controlo de gestão, relação com stakeholders e regulação, tendo como missão apoiar a formulação da estratégia para o grupo e para as diferentes unidades de negócio e a análise do desempenho do grupo, unidades de negócio e empresas, com base em indicadores e informação de gestão. É ainda responsável pela prossecução de uma base de relacionamento adequada com os principais stakeholders nomeadamente no que respeita ao cumprimento dos deveres de informação e o acompanhamento da atividade regulatória com predominância nas matérias concernentes ao custo do capital, fixação de tarifas e interações com a entidade reguladora (ERSAR).
Recursos Humanos Corporativos	Responsável pela definição das políticas e estratégia de recursos humanos do grupo, bem como pela gestão dos seus recursos.
Auditoria Interna e Controlo de Risco	Tem por missão a identificação dos riscos inerentes aos negócios do grupo, a realização de auditorias internas às empresas participadas em posição maioritária, a caracterização dos elementos-chave de controlo necessários para minimizar ou eliminar o seu impacto e a realização de testes de conformidade para avaliar os resultados.
Comunicação e Imagem	Responsável pela definição da estratégia e da política de comunicação e imagem do grupo e presta assessoria direta ao Conselho de Administração nestas matérias.
Investigação e Desenvolvimento	Tem por missão apoiar a inovação em áreas de conhecimento relevantes para o grupo, desenvolver e coordenar e promover projetos de investigação e desenvolvimento com entidades externas nacionais e

	internacionais.
Sustentabilidade e Responsabilidade Social	Tem por missão planear, coordenar e executar a política de sustentabilidade e o programa de responsabilidade social do Grupo AdP, dando expressão organizada à visão, estratégia e compromisso dos princípios do desenvolvimento sustentável que o grupo venha a fixar.
Secretário da Sociedade	As responsabilidades do Secretário da Sociedade resultam do Artº.446-B do Código das Sociedades Comerciais, competindo-lhe, nomeadamente, o apoio às reuniões dos órgãos sociais, certificação dos documentos da Sociedade, autenticação das assinaturas dos membros do Conselho de Administração, emissão de extratos de atas, seguimento das deliberações do Conselho de Administração e a conformidade dos livros oficiais da Sociedade.

Fonte: (AdP)

2.2.3.2.1. Áreas de Negócio

A Águas de Portugal atua em três áreas de negócio, designadamente Água, Resíduos e Energias e Outros Negócios (AdP).

Uma vez que o presente trabalho se refere à distribuição e abastecimento de água, apenas se descreve a área de negócio “Água”.

- **Água**

Nesta área de negócio, as principais atividades são o abastecimento de água e saneamento de águas residuais, a Águas de Portugal efectua todo o processo do ciclo urbano da água.

Assim, nesta área estão incluídos os processos como captação, tratamento e distribuição de água para o público além de recolher, tratar e rejeitar as águas residuais, urbanas e industriais, incluindo também a sua reciclagem e reutilização (AdP).

Cadeia de Valor – Abastecimento de Água

Uma vez que o abastecimento de água é uma das atividades da área de negócio da Água, torna-se importante referir a cadeia de valor.

A Figura 2.5. mostra assim a cadeia de valor do abastecimento de água:

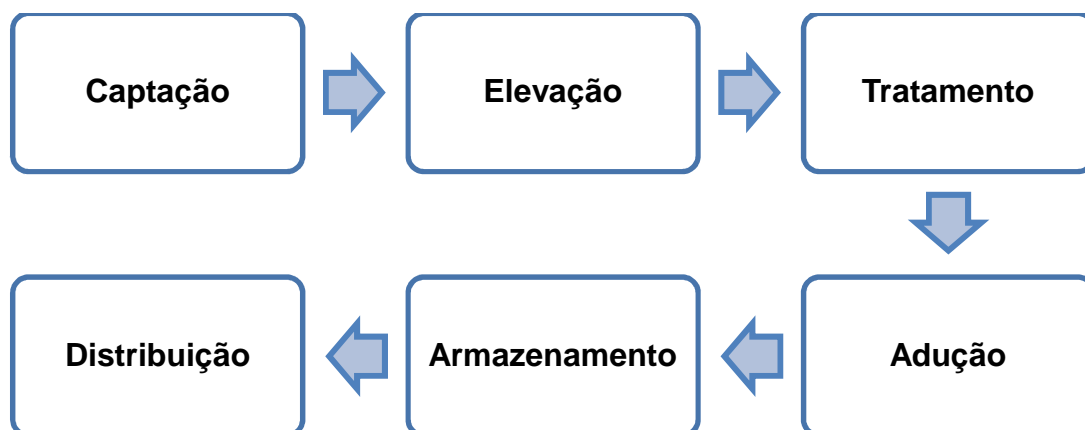


Figura 2. 5 - Cadeia de Valor do Abastecimento de Água

Fonte: (AdP) e (ERSAR, 2012)

De acordo com a ERSAR (2012), as diferentes fases da cadeia podem ser assim descritas:

- Captação – Recolhe a água no seu meio hídrico, quer seja superficial ou subterrâneo;
- Elevação – Faz circular a água sobre pressão de modo a vencer a barreira orográfica;
- Tratamento – Corrige as características físicas, químicas e bacteriológicas da água para ser possível consumi-la;
- Adução – Transporte da água desde que é captada e tratada (produção) até às zonas de consumo;
- Armazenamento – Armazenar a água de modo a assegurar o abastecimento;
- Distribuição – Distribui a água aos utilizadores em quantidades e pressão adequadas às suas necessidades.

Cadeia de Valor – Saneamento de Águas Residuais Urbanas

A outra atividade desta área de negócio refere-se ao Saneamento de Águas Residuais.

A Figura 2.6. mostra a cadeia de valor desta atividade em fase líquida:



Figura 2. 6 - Cadeia de Valor do Saneamento de Águas Residuais em fase líquida

Fonte: (AdP) e (ERSAR, 2012)

De seguida, a Figura 2.7 mostra a cadeia de valor desta atividade em fase sólida:

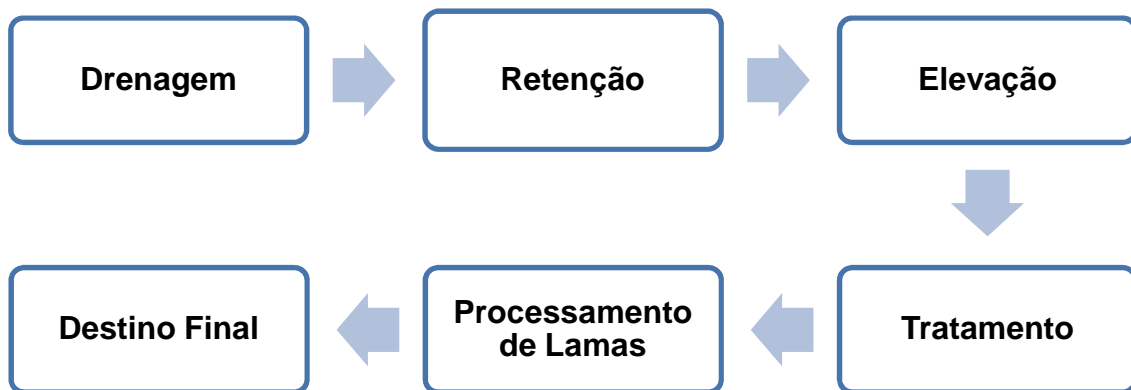


Figura 2. 7 – Cadeia Valor do Saneamento de Águas Residuais em fase sólida

Fonte: (AdP) e (ERSAR, 2012)

De acordo com a ERSAR (2012) as diferentes fases da cadeia podem ser assim descritas:

- Recolha – Recolhe as águas residuais produzidas;
- Elevação – Eleva as águas residuais para vencer as barreiras orográficas ou assegurar o transporte em regime gravítico
- Transporte – Transporta as águas residuais desde a recolha até às unidade de tratamento das águas residuais;
- Tratamento – Corrige as caraterísticas físicas, químicas e biológicas tendo em consideração o meio receptor;
- Processamento de Lamas – Processa as lamas (fase sólida) geradas no tratamento das águas residuais em função do destino final;
- Destino Final – Encaminha as lamas, gradados, gorduras e areias para o aterro sanitário e/ou valorização agrícola, energética ou outras;
- Rejeição – Descarga no meio receptor das águas residuais tratadas

- Reutilização – Utiliza as águas residuais tratadas (fase líquida) para usos compatíveis com a sua qualidade.

2.2.3.3. Parceria Portuguesa para a Água (PPA)

A Parceria Portuguesa para a Água “constitui uma rede de entidades que visa desenvolver sinergias e maximizar potencialidades para o desenvolvimento do sector da água no mundo, promovendo a construção e consolidação de alianças e parcerias entre as instituições nacionais e todas as nações empenhadas no uso sustentável da água e na valorização dos recursos hídricos” (PPA, 2009).

A PPA tem como missão a promoção de uma ligação efetiva entre pessoas, instituições e empresas de modo a projetar no mundo o conhecimento e as capacidades portuguesas no sector da água e para catalisar oportunidades nos mercados internacionais e na área da cooperação (PPA, 2009).

Esta entidade tem como objetivos (PPA, 2009):

- Promover a partilha de conhecimento e de experiência entre as empresas portuguesas interessadas na internacionalização;
- Identificar e apoiar novas oportunidades para o desenvolvimento de projectos e iniciativas nos mercados globais;
- Promover o diálogo entre parceiros e instituições internacionais e estabelecer parcerias polivalentes;
- Promover a inovação no sector da água, facilitando a articulação entre empresas e centros de investigação;
- Dinamizar a constituição de um fórum de reflexão virado para os desafios do futuro.

Esta entidade do setor da água encontra-se mais envolvida com o desenvolvimento do setor da água não só em Portugal, mas também noutros países.

2.2.4. Qualidade e Sustentabilidade no Abastecimento de Água

Uma vez que a Lei da Água faz referência à sustentabilidade da água, é importante fazer um pequeno estudo sobre a sustentabilidade deste setor em Portugal.

A água é sem dúvida um dos bens mais preciosos para o ser humano, sendo que o seu abastecimento e saneamento são exigências básicas e essenciais na sociedade (Magalhães & Bessa, 2012).

Em Portugal, o setor da água efetua serviços de abastecimento público de água às populações, de saneamento das águas residuais urbanas e de gestão dos resíduos urbanos, tendo assim uma importância fundamental na sociedade portuguesa (ERSAR, 2010).

Contudo, a água é um recurso natural, e como tal é fundamental assegurar a provisão do seu abastecimento e saneamento de modo a que a sua provisão seja sustentável do ponto de vista ambiental, económico e social (Magalhães & Bessa, 2012).

Para garantir que o abastecimento de água contemple toda a população, existem vários sistemas designados para esse fim, que incluem municípios, as associações de municípios, as empresas municipais e intermunicipais, as empresas públicas (nomeadamente concessionárias), as empresas privadas concessionárias e as empresas privadas prestadoras de serviços de gestão. Mas, no sistema português existe partes demasiado grandes, com aumento de capacidade desnecessária no que implica um aumento inútil dos custos de construção e de exploração dos sistemas (ERSAR, 2010; Magalhães & Bessa, 2012).

Contudo, existe exactamente o oposto, faltas de renovação, reparação e manutenção das redes que já existem, o que pode originar vazamentos, fissuras ou roturas nas redes de distribuição causando assim perdas de água, mas também regiões podem ficar sem acesso à água (Magalhães & Bessa, 2012).

Em suma, é imprescindível investir na renovação nas condutas (rede de abastecimento) e equipamentos, para que não se pode ignorar o serviço mínimo adequado à manutenção e renovação das redes e equipamentos que se vão deteriorando (Magalhães & Bessa, 2012).

2.3. Sustentabilidade

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu com o nome de ecodesenvolvimento no início da década de 70, num contexto de controvérsia sobre as relações entre o crescimento económico e meio ambiente. Assim, este conceito surge como sendo uma proposição conciliadora, onde se reconhece que o progresso técnico efetivamente relativiza os limites ambientais, mas não os elimina e que o crescimento económico é condição necessária, mas não suficiente para a eliminação da pobreza e disparidades sociais (Romeiro, 2001).

O reconhecimento da existência dos limites ambientais à expansão do subsistema económico implica a necessidade de estabilizar a produção material/energética a um nível sustentável (Romeiro, 1999).

Segundo a legislação da União Europeia, o Desenvolvimento Sustentável corresponde a “ um desenvolvimento que responde às necessidades do presente sem pôr em risco a satisfação das necessidades das gerações vindouras” (UE, 2005).

De acordo com o Relatório Brundtland, o Desenvolvimento Sustentável “satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades”, em que deve ter em consideração dois conceitos-chave (United_Nations_World_Comission, 1987):

- O conceito de «necessidades», especialmente as necessidades dos pobres a quem deve ser dada prioridade, e;
- A ideia de limites impostos pelo estado da tecnologia e da organização social no que concerne à capacidade do ambiente para atender as necessidades presentes e futuras.

De uma forma mais simples, o Desenvolvimento Sustentável determina que apenas se deve utilizar o que é necessário, para que as gerações futuras ainda tenham meios para sobreviver.

Assim, Portugal tendo em consideração o conceito de desenvolvimento sustentável, constituiu a Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável. Este tem como objetivo o período de 2005 a 2015 e refere-se a um conjunto coordenado de políticas interventivas que, tendo em consideração a situação atual do país, com as suas fragilidades e potencialidades, permitam num horizonte de 12 anos assegurar um crescimento económico célere e vigoroso, uma maior coesão social, e um elevado e crescente nível de protecção e valorização do ambiente, designado por ENDS 2005-2015 (Portal_do_Ambiente_e_do_Cidadão, 2005).

A Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável supõe um programa que aposte na qualificação dos portugueses e no aproveitamento do potencial científico, tecnológico e cultural como suportes de competitividade e coesão; na internacionalização e na preparação das empresas para a competição global; na sustentabilidade dos sistemas de proteção social; na gestão eficiente dos recursos e na proteção e valorização do ambiente, com a adoção de soluções energéticas mais eficientes e menos poluentes; na conectividade do país e na valorização equilibrada do território (Assembleia_da_República, 2007).

Neste sentido, através da Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável, Portugal num período de 12 anos vai tentar utilizar os recursos naturais existentes no país de um modo sustentável, além de propor às empresas que façam o mesmo, optando também por soluções mais energéticas de modo a preservar o meio ambiente.

2.4. Benchmarking

Qualquer empresa pretende ser a melhor no seu ramo de atividade. Para isso, as empresas necessitam de estar continuamente a melhorar os seus processos.

Um modo de melhorar a eficiência pode ser através da ferramenta de *Benchmarking*. Assim, nesta secção apresenta-se este conceito, descrevem-se os seus principais tipos e explica-se, sucintamente, como pode ser implementado um processo de *benchmarking*.

2.4.1. Definição

Benchmarking é uma ferramenta em que os processos/atividades e os resultados de uma organização são comparados, selecionados e avaliados em relação às melhores práticas (Sardinha, Reijnders, & Antunes, 2011). De um modo simplificado, o *benchmarking* tem como objetivo determinar o potencial de melhoria além de elaborar e implementar medidas para melhorar o desempenho da empresa (Bertzbach, Franz, & Möller, 2012).

Deste modo, um processo de *benchmarking* visa comparar o desempenho das empresas entre si e identificar quaisquer fontes de ineficiência (Haney & Pollitt, 2011).

2.4.2. Tipos de Benchmarking

Existem vários tipos de *Benchmarking*, sendo que cada empresa poderia usar todos os tipos existentes, como *Benchmarking* interno, externo, não competitivo, competitivo, de desempenho, de práticas. (Brandão, Dolores, Corrêa, Corrêa, & Gianese, 1997). O Quadro 4 tem uma breve descrição de cada um destes tipos de *Benchmarking*.

Quadro 4 – Tipos de *Benchmarking*

Tipo de <i>Benchmarking</i>	Descrição
Interno	compara os processos ou partes dos processos dentro da mesma organização.
Externo	compara os processos entre diferentes empresas/organizações.
Não Competitivo	benchmarking contra organizações externas que não concorrem diretamente nos mesmos mercados.
Competitivo	compara com outras organizações nos mesmos mercados ou mercados semelhantes.
De Desempenho	comparação entre níveis de desempenho atingidos em diferentes processos
De Práticas	comparação entre práticas de processos de uma organização, ou modo de efetuar os processos, com aquelas práticas de outros processos.

Fonte: (Brandão, Dolores, Corrêa, Corrêa, & Gianese, 1997)

No presente trabalho, para verificar a eficiência no setor da água, comparar-se-á as diferentes entidades gestoras que atuam na distribuição e abastecimento de água, sendo que será utilizado o *Benchmarking* Externo.

2.4.3. Etapas de *Benchmarking*

De modo a conseguir resultados fiáveis através da aplicação da ferramenta *Benchmarking* é essencial saber quais são as suas etapas.

A Figura 2.8 mostra as etapas para aplicar *Benchmarking*:

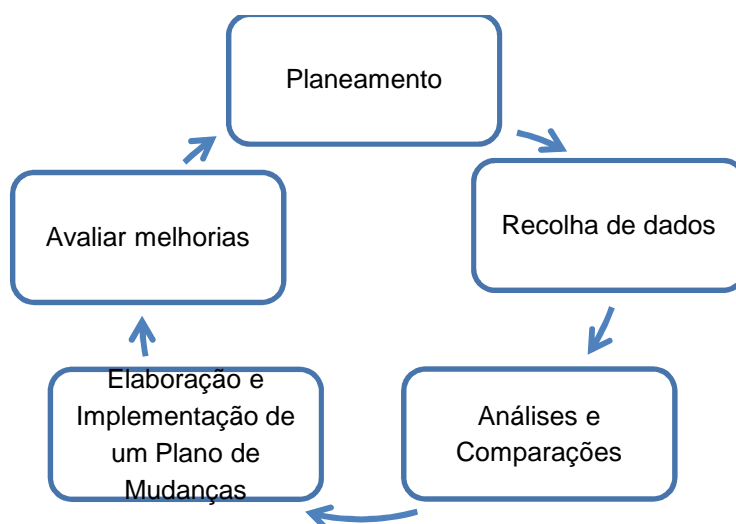


Figura 2. 8 – Etapas de *Benchmarking*

Fonte: (IAPMEI)

A Figura 2.8 apresenta as etapas que se deve utilizar ao aplicar o *Benchmarking*, sendo que após a sua conclusão deve voltar-se ao início, uma vez que se trata de uma ferramenta de melhoria de algum processo, e há sempre algo que se possa fazer para melhorar. No Quadro 5, encontra-se uma breve descrição de cada uma das cinco etapas:

Quadro 5 – Etapas de *Benchmarking*

Etapa	Descrição
Planeamento	Identificar as áreas, processos ou atividades a melhorar
	Definir critérios e indicadores para medir as atividades
	Identificar organizações participantes ou parceiras
Recolha de Dados	Recolha de informações sobre as organizações participantes através de fontes secundárias – jornais, revistas, pesquisas, banco de dados, Internet
	Recolha de dados nas organizações participantes
Análises e Comparações	Comparar as atividades utilizando os parâmetros definidos no planeamento
	Comparar o desempenho das atividades com as outras organizações e identificar as áreas que deveriam ser melhoradas
Elaboração e Implementação de um Plano de Mudanças	Elaborar um plano para a implementação das mudanças nos processos prioritários
Avaliar Melhorias	Analisar os resultados e verificar se os objetivos foram atingidos

Fonte: (IAPMEI)

CAPÍTULO III – METODOLOGIA

Após um estudo sobre a Revisão da Literatura sobre os temas que servem de base para o Capítulo IV, fez-se, já na parte prática do trabalho, um pequeno estudo sobre as perdas de água no abastecimento de água, uma vez que se trata de uma parte fundamental do estudo.

Neste ponto distingui-se perdas de água reais e perdas de água aparentes, sendo que as primeiras referem-se a perdas físicas de água que não chega ao consumidor e as últimas referem-se a perdas que ao contrário das perdas reais não são perdas físicas, sendo que a água chega ao consumidor mas não é contabilizada devido a erros nos hidrômetros ou fraudes.

Esta distinção é importante, visto que para a realização do trabalho teve-se em consideração as perdas de água reais.

De seguida, começou-se o estudo prático, começando por definir uma função custo que conseguisse atingir o objetivo do trabalho. Esta função foi baseada no trabalho de Martins (2007) e Coelho (2006), tratando de uma função multiproduto, envolvendo assim dois produtos – água produzida e água perdida. Para esta função, além de ter como variáveis estes dois produtos, também tem variáveis que não se encontram diretamente ligadas à água em si, nomeadamente os quilómetros das condutas (Rede) de cada entidade gestora, bem como o número de clientes e a área em que cada entidade atua.

De modo a utilizar a função custo, procedeu-se à recolha dos dados necessários, na ERSAR e APDA, conseguindo assim os mesmos dados referentes a quatro anos (de 2007 a 2010) para 23 entidades gestoras.

De seguida, recorreu-se ao programa Excel para analisar estatisticamente os dados recolhidos, nomeadamente a média, variância, desvio-padrão, mínimos e máximos. De um modo geral, a média corresponde a uma medida central, sendo o somatório dos dados dividida pelo seu número, já a variância e o desvio-padrão são medidas de dispersão (Fernandes, 1999). A variância corresponde à média dos quadrados dos desvios dos dados em relação à média e o desvio-padrão é a raiz quadrada da variância (Fernandes, 1999).

Analisou-se a média para que obtivesse a média dos dados, sendo este um valor necessário para a função e a variância e o desvio-padrão para que se pudesse verificar se existe variabilidade nos dados recolhidos) e obter os valores de β (beta) para substituir na função.

Uma vez que o programa Excel não efetua regressões não lineares, sentiu-se a necessidade de converter esta função custo numa função linear para assim conseguir realizar a regressão e obter os valores de beta.

Após esta etapa, dividiu-se os dados de volume de água em três níveis de produção (pequena, média e grande escala) de modo a ter uma ideia dos custos associados a cada um destes níveis e as diferenças entre as quantidades de água aqui envolvidas. Desta forma, é possível verificar qual a quantidade/volume de água (pequena, média ou grande escala de produção) é mais eficiente.

Seguidamente, utilizando os níveis de produção previamente definidos, efetuou-se o estudo para analisar a eficiência da distribuição e abastecimento de água, considerando, ao mesmo tempo, o volume de água produzida e o volume de água perdida, de modo a verificar os custos associados quando os volumes de água envolvidos são tidos em conta. Nesta etapa, efetuou-se os cálculos do custo médio (de modo a verificar o custo médio por volume de água), custo marginal (para verificar qual é o custo de acrescentar mais uma unidade de água ao processo), economias de escala (de modo a verificar se aumentar a produção os custos se mantêm) e economias de gama (de modo a verificar se existe mais vantagens económicas em conciliar ambos os produtos em simultâneo ou em separado).

Por fim, elaborou-se uma comparação dos resultados obtidos, de forma a verificar a evolução da distribuição e abastecimento de água desde o ano de 2007 até o ano de 2010.

CAPÍTULO IV – ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DO SETOR DA ÁGUA

Tal como salientado pela ERSAR, as atividades associadas do setor da água implicam investimentos muito elevados, que se caracterizam por elevados períodos de recuperação do capital e uma elevada imobilização dos capitais investidos. Assim, surge a necessidade de fazer com que os custos de produção sejam significativamente inferiores com um único operador para cada serviço e em cada região em vez da existência de vários operadores. Ou seja, estar-se-á perante um monopólio natural. De facto, mercados caracterizados por elevadas economias de escala, uma proporção elevada de custos fixos em relação aos custos totais, e custos marginais de longo prazo decrescentes tendem a evoluir naturalmente para monopólios (Church & Ware, 2000). Por outro lado, este tipo de atividades é ainda caracterizada pela a interconexão física entre o cliente e o fornecedor, grandes variações na procura durante o dia, e a obrigatoriedade de fornecimento do serviço (Shy, 2001).

Assim, com a presente aplicação empírica procurou-se analisar a eficiência do abastecimento de água em Portugal, considerando uma função custo multiproduto em na qual se inclui como produtos o abastecimento de água e as perdas de água no abastecimento.

4.1. Perdas de Água no Abastecimento

Como já foi referido no Capítulo II, as atividades associadas ao setor da água são classificadas, geralmente, em 2 grupos, em alta e em baixa, em que o serviço em alta encarrega-se da captação, tratamento e venda de água aos serviços em baixa, e estes, por sua vez, são responsáveis pela distribuição da água à população.

Uma vez que é o serviço em baixa, ou seja a distribuição da água aos consumidores, o serviço do setor da água que se encontra com mais problemas no seu processo, é preciso verificar a sua eficiência, de modo a saber onde é que se pode alterar para que assim seja possível aumentar a eficiência neste serviço.

Apesar de existirem diversas entidades gestoras envolvidas no processo de abastecimento de água, é essencial analisar a sua eficiência no maior número de entidades possíveis. Um dos problemas na distribuição da água refere-se à existência de perdas de água. De facto, a existência de perdas no abastecimento de água é uma das principais causas da baixa eficiência das entidades gestoras, sendo que em Portugal esta ineficiência é de cerca de 35% (Martins, 2009).

4.1.1. Tipos de Perdas de Água

Quando se fala em perdas de água, fala-se em dois tipos de perdas, perda real e perda aparente (Martins C., 2009; Girol, 2008).

➤ Perdas Reais

De uma forma mais simplificada, as perdas reais referem-se a perdas físicas de água, ou seja a água produzida pela empresa sofre vazamentos nas redes de distribuição e não chega ao cliente (Girol, 2008).

Segundo Martins (2009), as perdas reais ocorrem devido a “todos os tipos de fissuras, roturas e extravasamentos que dependem da frequência, do caudal e da duração média de cada fuga”. Assim, as perdas reais dizem respeito à quantidade total de água perdida durante o abastecimento até ao cliente.

A Figura 4.1 apresenta exemplos de perdas reais.



Figura 4. 1 – Vazamento de Água (Exemplos de Perdas Reais)

Fonte: (Jarmuth, 2011; Rijo, 2012)

➤ Perdas Aparentes

Ao contrário das perdas reais, as perdas aparentes não são perdas físicas. A água chega ao cliente e é posteriormente consumida, mas não é contabilizada devido a erros de medição dos hidrómetros (imprecisões nas medições da água produzida e da água consumida), ligações clandestinas e violação nos hidrómetros (consumo não autorizado) e falhas no cadastro comercial (Martins C., 2009; Girol, 2008).

Devido a este fato, as perdas aparentes também podem ser chamadas de perda comercial, uma vez que a água produzida não é paga.

A Figura 4.2 apresenta exemplos de perdas aparentes.



Figura 4. 2 – Fraude em hidrómetros

Fonte: (Cruz, 2010)

As perdas são um problema sério no que se refere à eficiência no abastecimento de água, e as perdas reais diferem das perdas aparentes. No Quadro 6 sumaria-se as principais diferenças entre estes dois tipos de perdas (Girol, 2008).

Quadro 6 – Diferenças dos Tipos de Perdas

Problemas	Tipo de Perda	
	Real	Aparente
Situação mais comum	Vazamento	Erros de Medições
Custos do volume de água perdidos	Custos de produção da água tratada	Valor cobrado no retalho ao consumidor
Efeito no ambiente	- Desperdício de recursos naturais; - Maiores impactos ambientais devido à necessidade de ampliação da exploração das nascentes	
Efeito na saúde pública	Riscos de contaminação	
Ponto de vista empresarial	Perda do produto	Perda elevada de receita
Ponto de vista do consumidor	Imagem negativa da empresa, associada ao desperdício e ineficiência.	Não é uma preocupação imediata
Efeitos finais no consumidor	- Os custos são passados à tarifa - Desincentivo ao uso racional de água	- Os custos são passados à tarifa - Incentivo ao roubo e fraudes

Fonte: (Girol, 2008)

Analisando o Quadro 6, pode concluir-se que as principais diferenças entre as perdas reais e as perdas aparentes são as situações em que estas ocorrem, bem como os efeitos que provocam tanto no ambiente como na saúde pública.

4.2. Análise da eficiência do Abastecimento

Esta secção refere-se ao trabalho prático da dissertação em que se fez uso de uma função custo multiproduto (em que os *outputs* são, por um lado, o volume de água produzida e, por outro, o volume de água perdida) de forma a obter uma compreensão acerca da estrutura de mercado, isto é, saber se este setor se caracteriza ou não por fortes economias de escala e, dessa forma, ter uma noção de como se poderá aumentar a eficiência deste setor.

Para tal, foram recolhidos dados junto da ERSAR, após o que se estimou a função custo e se evidenciaram os principais resultados.

4.2.1. Função Custo

Para que se consiga atingir o objetivo deste trabalho, tornou-se necessário recorrer a uma função que tivesse em conta vários fatores envolvidos no processo de distribuição e abastecimento de água, como a água produzida, as perdas associadas, além de fatores que influenciam a quantidade de água (nomeadamente os quilómetros de rede, o número de clientes e a área de cada entidade gestora).

Para tal, recorreu-se a uma função custo quadrática com um operador multiproduto, que satisfaz os objetivos do trabalho, sendo esta função baseada em Martins (2007) e Coelho (2006):

$$C(v_{ao}, v_{po}, Z_o) = \beta_0 + \beta_1 v_{ao} + \beta_2 v_{po} + \frac{1}{2} (\beta_{11} v_{ao}^2 + \beta_{22} v_{po}^2) + \beta_{12} v_{ao} v_{po} + \beta_3 Rede_o + \beta_4 Cli_o + \varepsilon_o$$

Função Custo relacionada com a Produção (1)

Fonte: (Martins, 2007)

Nesta função, **C** representa o custo total do abastecimento de água a curto prazo, **v** representa o volume de água em que **v_{ao}** é o volume de água produzido e **v_{po}** é o volume de perdas de água e **Z** representa o vetor de variáveis que não se encontram diretamente relacionadas com a produção, sendo estes a Rede e a Dimensão dos Clientes.

O Quadro 7 tem o significado das variáveis da função custo:

Quadro 7– Legenda das variáveis

Variáveis	Legenda
Beta (β)	Coeficientes a estimar
α	Identifica cada operador/entidade gestora
Rede	Dimensão/Quilómetros da Rede
Cli	Densidade dos Clientes
ε	Termo de erro estocástico

Fonte: (Martins, 2007)

A Densidade dos Clientes (Cli) é calculada através da relação entre o número de clientes e o número de quilómetros quadrados da respetiva área de abastecimento (Martins, 2007).

Utilizou-se esta função baseada em Martins (2007) e Coelho (2006), uma vez que esta função custo não envolve apenas variáveis diretamente relacionadas com a eficiência da distribuição e abastecimento de água, mas inclui também outros aspetos que não estão diretamente relacionados com aquelas. Estes últimos referem-se ao número de clientes envolvidos e à dimensão das condutas de abastecimento (Rede).

Estes aspetos não se encontram diretamente envolvidos com a produção de água, mas têm também implicação na eficiência no abastecimento. Por exemplo, no caso do comprimento das condutas, estas devem estar em boa condição de modo a evitar perdas reais de água, visto que com o tempo, as condutas vão-se deteriorando, provocando assim vazamentos de água, obrigando a que se aumente a produção de água. Deste modo, todas as entidades gestoras de abastecimento e distribuição de água devem ter em atenção o bom estado de conservação das condutas.

É importante, também, referir que utilizou-se uma função custo com um operador multiproduto. Como o próprio nome indica, a função apresenta mais de que um produto, sendo estes o volume de água produzida (v_{ao}) e o volume de água perdida (v_{po}).

Embora a presente aplicação empírica seja baseada no trabalho de Martins (2007), podem salientar-se duas diferenças principais em relação a este. Em primeiro lugar, no presente estudo foi usada uma amostra de dados, com vários períodos sendo estes de 2007 até 2010, enquanto Martins (2007) usou uma amostra de dados seccionais para o ano de 2002. Em segundo lugar, o número de operadores incluídos na amostra é

muito mais reduzido dado que no trabalho de Martins (2007), apenas foram incluídos na estimação da função custo, os operadores que apresentassem as variáveis necessárias ao modelo para todos os anos em análise.

4.2.2. Dados

Os dados necessários para estimar a função custo dada pela equação (4) foram obtidos junto de duas entidades que coligem informação sobre a atividade das entidades gestoras.

Desta forma, os dados relativos à área em que uma determinada entidade gestora atua foram recolhidos na **Associação Portuguesa de Distribuidores de Água (APDA)**.

Os restantes dados (custo, volume de água produzida, volume de água perdida, dimensão da rede, número de clientes) foram recolhidos na **Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos (ERSAR)**, para o período de quatro anos (2007 a 2010).

Apesar de existirem 310 entidades gestoras (segundo a APDA), apenas se considerou para o presente estudo 23, uma vez que apenas estas entidades continham as mesmas variáveis para os quatro anos em estudo. Assim, as regressões foram efetuadas separadamente, tendo em consideração o período em questão. Os dados recolhidos para a função (4) encontram-se no anexo A.

4.2.2.1. Análise dos Dados

Para os quatro anos em estudo (2007 a 2010), foi possível elaborar uma comparação da evolução do volume de água produzido, do volume de perdas de água e dos custos totais, para o conjunto dos operadores incluídos na amostra, com base no valor médio de cada variável.

Quanto ao Volume de Água Produzida, pode verificar-se no Gráfico 1 um aumento na produção de 2007 até 2009. Este aumento pode estar relacionado com o fato de ter sido necessário produzir mais quantidade de água, visto ter-se verificado um aumento no comprimento médio da rede de abastecimento de 627 km em 2007 para 695 km em 2010 bem como um aumento do número de clientes de 28.128 para 29.406 referente ao mesmo intervalo de tempo. Contudo, a produção de água diminuiu no ano seguinte, o que poderá estar relacionado com uma diminuição do volume de água perdida.

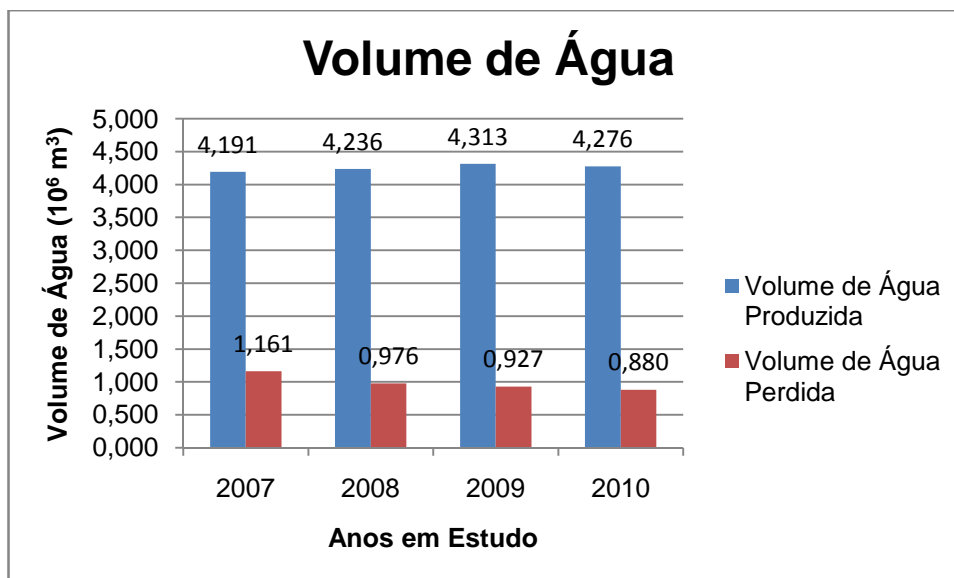


Gráfico 1 – Evolução do Volume de Água Produzida e Perdida

No Gráfico 1, pode verificar-se também, que ao contrário do Volume de Água Produzida, o Volume de Perdas de Água continuou sempre a diminuir ao longo dos anos, o que é algo positivo.

Efetuuou-se, também o cálculo da percentagem do volume de água perdida, tendo em consideração o volume de água produzida, como se pode verificar no Gráfico 2:



Gráfico 2 – Percentagem do Volume de Água Perdida face ao Volume de Água Produzida

Neste gráfico pode observar-se que ao longo dos anos o valor da percentagem do volume de água perdida é decrescente, tendo passado de um valor próximo dos 28% para pouco mais de 20%.

Assim, a partir dos Gráficos 1 e 2 verifica-se que não só houve uma redução do volume de água perdida em termos absolutos como também em percentagem do volume de água produzida, o que indicia uma melhoria de eficiência no abastecimento de água.

No que concerne aos custos totais no abastecimento e distribuição de água, foi possível verificar que de 2007 para 2008, os custos totais tiveram uma grande subida, sofrendo um pequeno aumento de 2008 para 2009, e posteriormente para o ano 2010 voltou a descer.

No gráfico 4 pode visualizar-se a evolução dos custos nos anos em estudo:

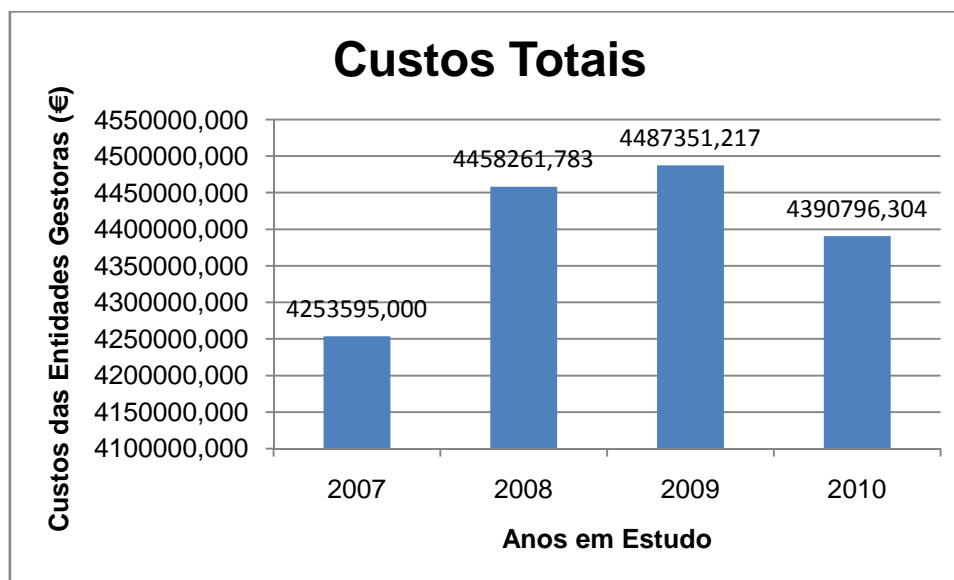


Gráfico 3 – Evolução dos Custos Totais na Distribuição de Água

Em suma, pode verificar-se que os custos totais têm em consideração a água produzida bem como a água perdida no processo de abastecimento, visto que de 2007 para 2009 a produção de água aumentou bastante, mas a diminuição das perdas não foi tão significativa o que mostra que as entidades gestoras podem ter tido custos mais ou menos constantes para manter o serviço aos consumidores. Por fim, de 2009 para 2010 os custos diminuíram, coincidindo com a diminuição da produção de água. Este aspeto pode dever-se ao fato das perdas de água terem vindo a diminuir ao longo dos anos em estudo.

4.2.3. Tratamento dos dados recolhidos

Para iniciar o tratamento dos dados recolhidos, separou-se os dados necessários para a função custo de acordo com os anos em estudo, de modo a efetuar o estudo para cada ano.

Em primeiro lugar, foi elaborada uma análise estatística aos dados recolhidos, e posteriormente efetuou-se a regressão no **Programa Excel** de modo a estimar os valores de Beta. Contudo, este programa apenas efetua regressões lineares e a função (1) refere-se a uma função não linear. Assim, linearizou-se a função custo de modo a efetuar a regressão linear para determinar os valores de β (beta) a estimar. Deste modo, para efetuar as regressões alterou-se algumas variáveis para que a função custo se tornasse numa função linear, em que:

$$\frac{1}{2}\beta_{11}v_{ao}^2 = \beta_{11}v_{aa} ; \frac{1}{2}\beta_{22}v_{po}^2 = \beta_{22}v_{pp} \text{ e } \beta_{12}v_{ao}v_{po} = \beta_{12}v_{ap}$$

Assim, a função (1) ficou:

$$C(v_{ao}, v_{po}, Z_o) = \beta_0 + \beta_1 v_{ao} + \beta_2 v_{po} + \beta_{11} v_{aa} + \beta_{22} v_{pp} + \beta_{12} v_{ap} + \beta_3 Rede_o + \beta_4 Cli_o + \varepsilon_o$$

Função Custo Linear (2)

Após este passo, efetuaram-se os cálculos para os custos médios, os custos marginais, as economias de escala e as economias de gama para o bem no seu total, ou seja o somatório do volume de água produzida com o volume de água perdida.

Uma vez que estes cálculos utilizam em simultâneo o volume de água produzida e o volume de água perdida, recorreu-se novamente uma função proposta por Martins (2007) que englobasse os dois produtos em questão:

$$C(V, r) = \beta_0 + \frac{1}{1 + r\frac{p}{a}} \left(\beta_1 + r\frac{p}{a}\beta_2 \right) V + \frac{1}{2} \frac{1}{\left(1 + r\frac{p}{a} \right)^2} \left(\beta_{11} + \beta_{22} r\frac{p}{a} \right) V^2 + \beta_{12} \frac{r\frac{p}{a}}{\left(1 + r\frac{p}{a} \right)^2} V^2$$

Função de Custo do bem no seu total (3)

Fonte: (Martins, 2007)

Assim, nesta função (3) r representa a razão existente entre o volume de água perdida e o volume de água produzida e V representa a quantidade/volume de água envolvida no processo de distribuição e abastecimento de água (ou seja o somatório de água produzida com a água perdida).

De seguida realizou-se o mesmo estudo para os restantes anos.

Por fim, efetuou-se uma comparação dos resultados obtidos ao longo dos quatro anos em estudo

4.2.3.1. Estimação da função custo para o ano de 2007

Após a recolha dos dados, utilizou-se o programa Excel para efetuar uma análise estatística e de regressão. No Quadro 8, apresentam-se estatísticas descritivas sobre os dados usados nas regressões.

Quadro 8 – Estatísticas descritivas do ano 2007

Variável	Média	Variância	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
Custos (€)	4.253.595	2,027E13	4.502.101,77	467.780	19.882.961
V. Água Produzida (10⁶m³/ano)	4,191	20,214	4,496	0,341	19,199
V. Água Perdida (10⁶m³/ano)	1,161	1,631	1,277	0,124	4,530
Rede (km)	627,265	143.507,0722	378,823	80	1.320
Densid. Cli.	176,715	51.977,798	227,986	14,847	1.027,834

Ao observar o Quadro 8, é possível verificar que todas as variáveis apresentam variabilidade nos dados recolhidos. Um outro aspecto que é importante salientar deve-se ao fato de existir uma diferença entre os valores mínimos e máximos em todas as variáveis, o que se é consequência das entidades gestoras cujas variáveis diferem bastante consoante a área, número de clientes e os quilómetros das condutas de cada uma.

Seguidamente, para estimar os parâmetros (β) da função custo, foi utilizado o programa Excel. Dado que a função custo é não linear, foi necessário utilizar a função (2) para efetuar as regressões, com um intervalo de confiança de 95%. O quadro VIII mostra os valores estimados:

Quadro 9 – Valores de β do ano 2007

Beta	Valor Estimado	Nível de Significância
β_0	754.241,85	0,166
β_1	347.626,89	0,331
β_2	-397.428,43	0,768
β_{11}	352.919,23	0,132
β_{22}	4.335.635,69	0,08
β_{12}	-1.125.606	0,134
β_3	1.217,55	0,175
β_4	840,61	0,691

$R^2=0,96$

No Quadro 9, encontram-se os valores estimados para os diferentes coeficientes beta (β). Assim, verifica-se que os betas estimados possuem quase todos coeficientes positivos, com a exceção de β_2 , β_{12} , sendo que o valor estimado para β_2 não tem o sinal esperado, ou seja valor positivo, contudo este não é estatisticamente significativo.

β_{22} é o único coeficiente que apresenta significância estatística, sendo que os restantes coeficientes, mostrados no Quadro 9, não se apresentam estatisticamente significativos, o que pode ser resultado do número da amostra (23 observações), ou seja a amostra é muito pequena, o que afeta a qualidade da regressão.

De seguida, substituiu-se na equação (2), os valores dos betas estimados através da regressão linear e os valores da média da Rede e Densidade dos Clientes, tendo-se obtido a seguinte expressão:

$$C(v_{ao}, v_{po}, Z_o) = \beta_0 + \beta_1 v_{ao} + \beta_2 v_{po} + \beta_{11} v_{aa} + \beta_{22} v_{pp} + \beta_{12} v_{ap} + \beta_3 Rede_o + \beta_4 Cli_o + \varepsilon_o$$

$$\begin{aligned} C &= 754.241,85 + 347.626,89 \times v_{ao} + (-397.428,43 \times v_{po}) + 352.919,23 \times v_{aa} \\ &+ 4.335.635,69 \times v_{pp} + (-1.125.606,17 \times v_{ap}) + 1.217,55 \times 627,265 \\ &+ 840,61 \times 176,715 \\ &= 1.666.515,31347.626,89 \times v_{ao} + (-397.428,43 \times v_{po}) + 352.919,23 \times v_{aa} \\ &+ 4.335.635,69 \times v_{pp} + (-1.125.606,17 \times v_{ap}) \end{aligned}$$

Função Custo do ano 2007

(4)

Na equação (4), pode observar-se que o custo das variáveis que não se encontram diretamente envolvidas com o produto (ou seja volume de água produzida e volume de água perdida) é de 1.666.515,31€.

De seguida, para calcular os custos médios, os custos marginais, as economias de escala e economias de gama, tendo em consideração três níveis de produção: pequena, média e grande produção. De modo a definir qual a proporção de volume de água incluído em cada nível definido teve-se em atenção o volume que foi produzido para cada município, considerando os valores mínimos, máximos e a média dos dados fornecidos pela ERSAR. Assim, a média escala corresponde ao valor da média do ano de 2007, para a pequena escala considerou-se um valor de 1.000.000 m³ e grande escala de produção considerou-se um valor de 20.000.000 m³.

Para calcular os Custos Médios partiu-se da função (3), que tem em consideração o volume de água produzido e o volume de água perdido em simultâneo, e adicionou-se as restantes variáveis (Rede e Densidade de Clientes) representado por **Z**, tendo-se obtido a seguinte expressão:

$$\frac{C(V, r)}{V} = \frac{\beta_0}{V} + \frac{1}{1 + r_{p/a}} (\beta_1 + \beta_2 r_{p/a}) + \frac{1}{2} \times \frac{1}{(1 + r_{p/a})^2} (\beta_{11} + \beta_{22} r_{p/a}^2) V + \beta_{12} \frac{r_{p/a}}{(1 + r_{p/a})^2} V$$

Função de Custo do Volume de Água (5)

Fonte: (Martins, 2007)

Por sua vez, os Custos Marginais, que correspondem à variação nos custos totais face a uma variação na quantidade produzida, é dado pela expressão seguinte:

$$\text{Custos Marginais} = \frac{\partial[C(V, r)]}{\partial V} = \frac{1}{1 + r_{p/a}} (\beta_1 + \beta_2 r_{p/a}) + \frac{1}{(1 + r_{p/a})^2} (\beta_{11} + \beta_{22} r_{p/a}^2) V + 2\beta_{12} \frac{r_{p/a}}{(1 + r_{p/a})^2} V$$

Custos Marginais (6)

Fonte: (Martins, 2007)

Para calcular as Economias de Escala utilizou-se a seguinte função:

$$\text{Economias de Escala} = \frac{\text{Custos Médios}}{\text{Custos Marginais}}$$

(7)

Fonte: (Martins, 2007)

Por fim, para calcular as Economias de Gama recorreu-se à função:

$$\text{Economias de Gama} = \frac{C_{va} + C_{vp} - C_{ap}}{C_{ap}}$$

(8)

Fonte: (Martins, 2007)

em que C_{va} corresponde ao valor do custo apenas da água produzida, C_{vp} ao custo das perdas de água e C_{ap} o custo de ambos os tipos de água em simultâneo. Para calcular estes custos (C_{ap} , C_{vp} e C_{va}) utilizou-se a seguinte função:

$$C(v_x) = C(v_{ao}, v_{po}, Z_o) + \beta_1 \times v_a + \beta_2 \times v_p + \frac{1}{2}(\beta_{11} \times v_a^2 + \beta_{22} \times v_p^2) + \beta_{12} \times v_a^2 \times v_p^2$$

(9)

Calculo dos Custos das Economias de Gama

Fonte: (Coelho, 2006)

O Quadro 10 mostra os resultados destes três parâmetros, sendo que para os seus cálculos utilizou-se a função (9) tendo em consideração o tipo de água. Assim, para saber o valor de cada nível de escala de produção para a água produzida e água perdida utilizaram-se as seguintes funções:

$$V = (1 + r_{p/a})v_i \quad \text{e} \quad v_j = V - v_a$$

(10)

Valor de Nível de Indústria

Fonte: (Martins, 2007)

em que v_i é o volume de água produzida ou volume de água perdida e v_j é o volume que não se utilizou em v_i , e o valor de r é de 0,277 ($r = v_p/v_a$). O quadro 10 mostra as escala de produção e os resultados obtidos para C_{va} e C_{vp} :

Quadro 10 – Volumes de Produção e Custos para o ano de 2007

Escala de Produção	Volume de Produção (10^6m^3)			Custos (€)		
	v_a	v_p	V	C_{va}	C_{vp}	C_{ap}
Pequena	0,783	0,217	1,000	2.046.917	1.682.333	1.871.506
Média	3,281	0,909	4,191	4.707.410	3.097.283	2.779.790
Grande	15,661	4,229	20,000	50.389.036	40.759.706	12.990.848

No Quadro 10 verifica-se que os valores de água produzida são superiores aos valores de água perdida por escala de produção. Verifica-se também, que à medida que a escala aumenta o custo também aumenta.

Os resultados relativos aos cálculos dos custos médios, marginais e economias de escala e de gama encontram-se no Quadro 11:

Quadro 11 – Custos e Economias de Escala e Gama do ano de 2007

Escala de Produção	Custos Médios ($\text{€}/\text{m}^3$)	Custos Marginais ($\text{€}/\text{m}^3$)	Economias de Escala	Economias de Gama
Pequena	2,626	0,224	11,722	0,993
Média	2,112	0,345	6,116	1,808
Grande	2,270	0,946	2,399	6,016

Observando o Quadro 11, pode verificar-se que os custos médios vão aumentando conforme a quantidade de água vai aumentando, com excepção da pequena escala que possui o maior valor. Por sua vez, os custos marginais aumentam à medida que a escala de produção aumenta também. O mesmo acontece com as economias de gama, ou seja existe mais vantagens em produzir uma quantidade pequena de água do que em grande quantidade. Já as economias de escala vão diminuindo à medida que a quantidade de água aumenta, mostrando mais vantagens económicas na grande escala de produção, tornando-se mais barato assumir os custos da água produzida e água perdida em simultâneo do que ambas em separado.

Assim, pode concluir-se, para o ano de 2007, que os médios produtores (ou seja a escala média de produção) são os que apresentam melhores resultados na distribuição e abastecimento de água. Isto verifica-se, uma vez que são estes que apresentam o menor custo médio neste processo, baixos custos marginais, além de apresentarem valores médios nas economias de escala (apresentando assim vantagens em termos económicos

ao cuidarem dos custos da água produzida e perdida em simultâneo) e possuem boas economias de escala.

4.2.3.2. Estimação da função custo para o ano de 2008, 2009 e 2010

A estimação da função custo para os anos 2008, 2009 e 2010 seguiram a mesma metodologia que a estimação da função custo do ano 2007 e encontram-se nos anexos B, C e D respetivamente.

Contudo nos Quadros 12, 13 e 14 encontram-se um resumo dos resultados obtidos na estimação da função custo para os anos 2008, 2009 e 2010.

No Quadro 12 apresentam-se os valores de Betas estimados para os anos de 2008, 2009 e 2010.

Quadro 12 – Quadro Resumo dos Betas Estimados para 2008, 2009 e 2010

Beta	2008		2009		2010	
	Valor Estimado	Nível de Significância	Valor Estimado	Nível de Significância	Valor Estimado	Nível de Significância
β_0	330.840,54	0,472	45.958,40	0,933	642.374,57	0,314
β_1	414.120,23	0,257	515.962,20	0,149	1.265.975,35	0,024
β_2	-87.709,82	0,955	-939.658,56	0,580	-5.368.028,43	0,043
β_{11}	648.316,08	0,018	583.208,91	0,064	957.280,72	0,003
β_{22}	10.882.654,56	0,025	11.828.356,71	0,056	32.690.869,23	0,004
B_{12}	-2.529.213,56	0,022	-2.518.349,58	0,073	-5.524.965,05	0,004
β_3	1.396,90	0,069	1.710,36	0,061	2.113,82	0,027
β_4	509,40	0,838	2.190,28	0,473	-3.273,21	0,257

No Quadro 12 é possível verificar que todos os valores de β_2 e β_{12} têm valores negativos, sendo que β_2 apresenta um sinal contrário ao expectável. Também é possível verificar que alguns dos coeficientes estimados não apresentam significância estatística.

No Quadro 13 apresenta-se os resultados obtidos para os volumes de produção (tendo em consideração a escala de produção) e os custos de água produzida e custos de água perdida separados e em simultâneo.

Quadro 13 – Quadro Resumo dos Volumes de Produção e Custos para 2008, 2009 e 2010

Anos	Escala de Produção	Volume de Produção (10^6m^3)			Custos (€)		
		v_a	v_p	V	C_{va}	C_{vp}	C_{ap}
2008	Pequena	0,813	0,187	1,000	1.882.520	1.506.247	1.671.977
	Média	3,443	0,793	4,236	6.599.580	4.686.547	3.046.792
	Grande	16,255	3,745	20,000	93.709.011	77.336.756	15.733.615
2009	Pequena	0,823	0,177	1,000	2.218.700	1.615.214	1.870.882
	Média	3,550	0,763	4,313	7.103.512	4.320.807	3.008.093
	Grande	16,463	3,537	20,000	89.122.495	72.268.931	13.146.449
2010	Pequena	0,829	0,171	1,000	2.886.878	1.067.667	1.664.892
	Média	3,546	0,730	4,276	12.016.146	6.293.321	2.505.832
	Grande	16,587	3,413	20,000	154.194.697	173.583.797	13.497.177

No Quadro 13 pode verificar-se que em todos os anos, à medida que a escala de produção aumenta, os custos também aumentam. Verifica-se também que os custos de água produzida e água perdida são menores quando considerados em conjunto, com a exceção da pequena escala que estes custos são superiores aos custos de água perdida.

No Quadro 14 apresentam-se os custos médios, marginais e as economias de escala e gama para os anos 2008, 2009 e 2010.

Quadro 14 – Quadro Resumo dos Custos e Economias de Escala e Gama para 2008, 2009 e 2010

Anos	Escala de Produção	Custos Médios (€/m ³)	Custos Marginais (€/m ³)	Economias de Escala	Economias de Gama
2008	Pequena	2,003	0,360	5,561	1,027
	Média	1,815	0,490	3,707	2,704
	Grande	2,068	1,120	1,847	9,871
2009	Pequena	1,917	0,290	6,600	1,049
	Média	1,934	0,396	4,884	2,798
	Grande	2,176	0,896	2,428	11,276
2010	Pequena	2,307	0,180	12,786	1,375
	Média	1,891	0,333	5,680	6,307
	Grande	2,139	1,065	2,009	23,285

No Quadro 14 verifica-se que os custos médios são superiores na pequena escala, excepto no anos 2008 e 2009, nos custos marginais o custo aumenta à medida que a escala aumenta. Nas economias de escala, estas diminuem à medida que a escala aumenta, mas nas economias de gama é o contrário, ou seja, as economias de gama aumentam à medida que a escala aumenta.

De uma forma geral, os resultados obtidos nestes três anos (2008 a 2010) foram semelhantes ao ano 2007 em que as entidades gestoras de média escala foram as que tiveram a melhor eficiência na distribuição e abastecimento de água, com a excepção do ano 2009 em que a pequena escala obteve os melhores resultados.

4.3. Comparação dos dados obtidos

Nesta secção faz-se a comparação dos resultados obtidos nos quatro anos em estudo (desde 2007 até 2010). Inicialmente, apresenta-se uma pequena explicação para alguns resultados obtidos na estatística descritiva e na estimação dos betas na regressão. De seguida serão então comparados os resultados obtidos nos cálculos efetuados.

Numa primeira etapa, os dados analisados estatisticamente apresentam valores de mínimos e de máximos com valores muito diferentes. Esta diferença deve-se à área

de abastecimento em que cada entidade gestora opera, ou seja quanto maior a área maior será o número de clientes, o comprimento das condutas e maior será a quantidade de água produzida e conseqüentemente a quantidade de água perdida.

Quanto aos valores das estimativas obtidas para os parâmetros beta, foram obtidos em alguns casos valores negativos que não são significativos estatisticamente, o que pode ser resultado do tamanho da amostra usada nas regressões, ou seja uma amostra limitada a 23 entidades gestoras para cada ano em estudo.

De seguida, procede-se a uma comparação dos resultados obtidos ao longo do estudo da eficiência da distribuição e abastecimento de água em Portugal.

Assim, iniciou-se por analisar os custos do volume de água produzida, os custos do volume de perdas de água e os custos de água produzida e perdas de água em simultâneo (sendo estes custos os dados para calcular as economias de gama), como se pode observar no Quadro 15:

Quadro 15 – Custos de Água Produzida, Custo de Água Perdida e Custo de Água Produzida e Perdida

Ano	Escala de Produção	Custo de água produzida (€)	Custo de água perdida (€)	Custo de água produzida e perdida (€)
2007	Pequena	2.046.917	1.682.333	1.871.506
	Média	4.707.410	3.097.283	2.779.790
	Grande	50.389.036	40.759.706	12.990.848
2008	Pequena	1.882.520	1.506.247	1.671.977
	Média	6.599.580	4.686.547	3.046.792
	Grande	93.709.011	77.336.756	15.733.615
2009	Pequena	2.218.700	1.615.214	1.870.882
	Média	7.103.512	4.320.807	3.008.093
	Grande	89.122.495	72.268.931	13.146.449
2010	Pequena	2.886.878	1.067.667	1.664.892
	Média	12.016.146	6.293.321	2.505.832
	Grande	154.194.697	173.583.797	13.497.177

Analisando o Quadro 15, pode verificar-se que os custos associados à grande escala, independentemente se é água produzida, água perdida ou ambos, são sempre os mais elevados. É de notar que a grande escala tem um valor superior no ano 2010 no

que concerne à água produzida e às perdas de água quando estes custos são separados, mostrando custos muito elevados neste ano.

Por outro lado, todos os custos associados à pequena escala são os que têm menor valor em todos os anos em estudo, sendo também que os custos da média escala possuem valores muito próximos à pequena escala.

Verifica-se também, que os custos associados à água produzida e às perdas de água em simultâneo são os que apresentam valores menores em todos os anos.

Após analisar os custos associados ao volume de água produzido e ao volume de água perdido, efetuou-se uma análise tendo em conta os custos associados ao volume de água no seu total.

De seguida, comparou-se os resultados obtidos relativos aos custos médios, como se pode verificar no Gráfico 4:

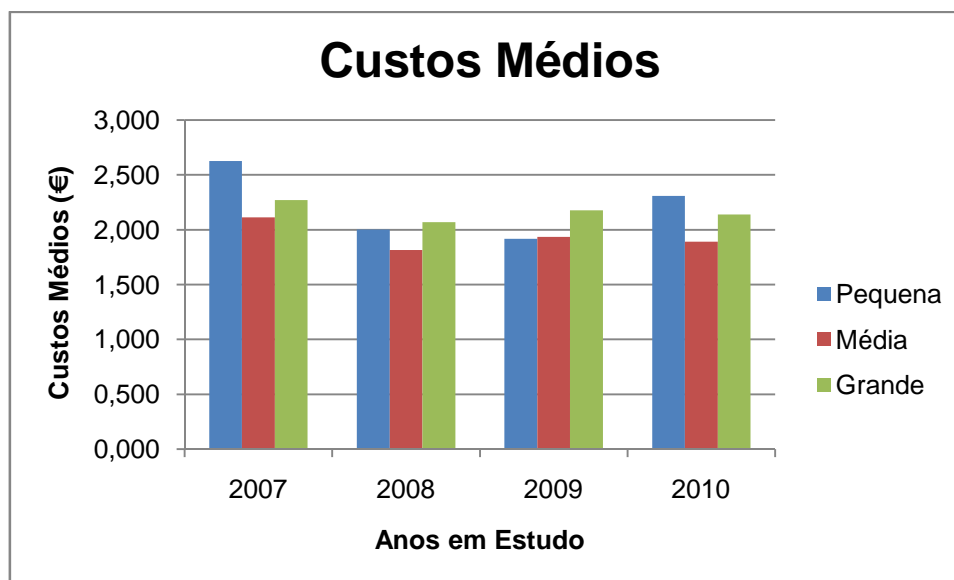


Gráfico 4 – Custos Médios por ano

Observando o gráfico 4, pode verificar-se que apenas no ano 2009, os custos aumentam consoante o aumento da escala de produção. Já nos anos 2007 e 2010, os custos médios são superiores na pequena escala, seguindo-se a grande escala. No ano 2008 os custos na pequena e na grande escala são próximos, sendo esta última superior.

Pode então concluir-se que em todos os anos, a pequena escala e a grande escala apresentam custos médios muito elevados. Assim, em relação aos custos médios, é a média escala de produção que consegue os melhores valores.

Seguidamente, analisou-se a evolução dos custos marginais, sendo que esta comparação pode ser observada no Gráfico 5:

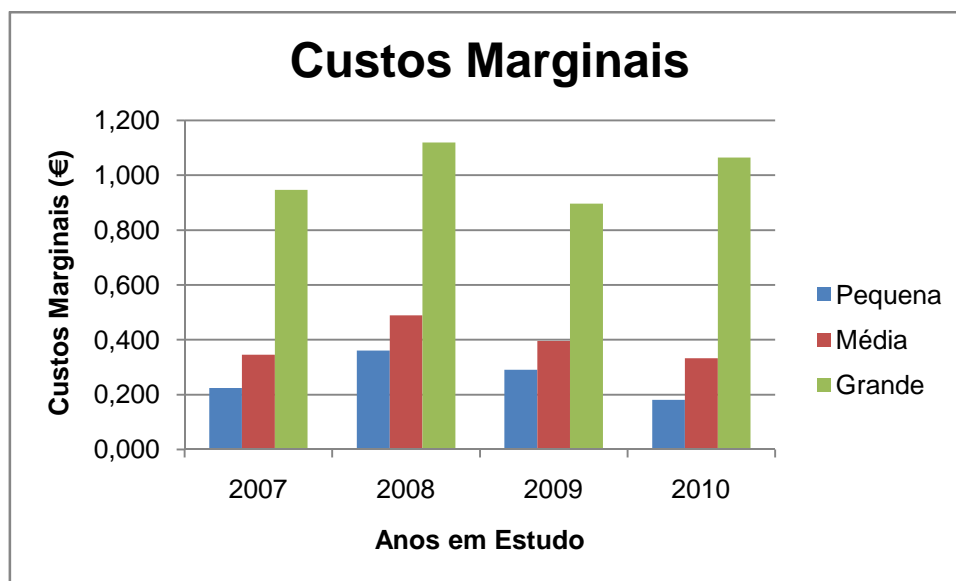


Gráfico 5 – Custos Marginais por ano

Analisando o Gráfico 5, pode verificar-se que é na grande escala de produção que os valores dos custos marginais são superiores em todos os anos em estudo. Neste gráfico verifica-se também que os custos aumentam à medida que a escala de produção aumenta, em qualquer ano em estudo, mostrando que quanto mais quantidade de água estiver envolvida no processo maior será o custo marginal.

Posteriormente, comparou-se os resultados obtidos nas economias de escala como se pode observar pelo Gráfico 6:

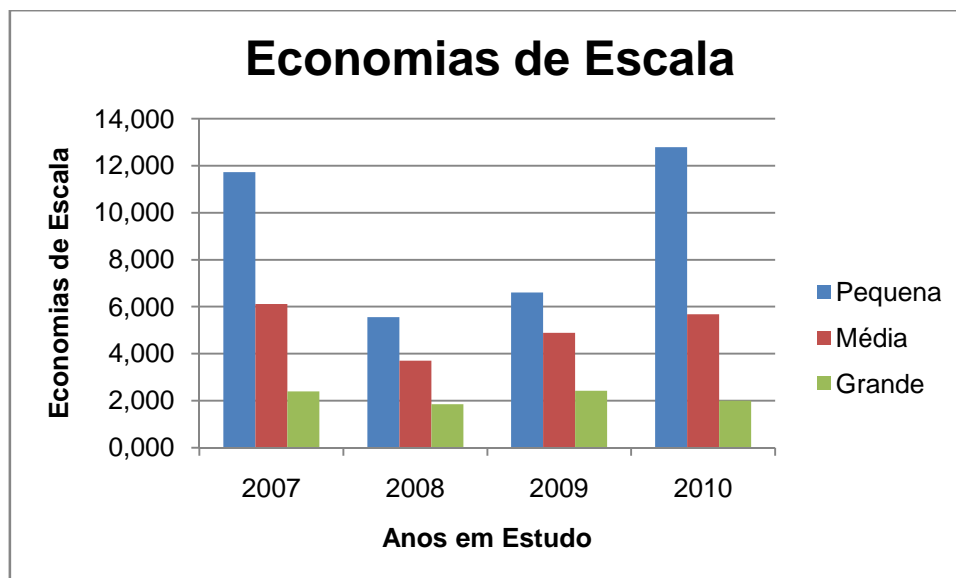


Gráfico 6 – Economias de Escala por ano

Analisando o Gráfico 6, pode observar-se que existe economias de escala em todos os anos, em todas as escalas de produção.

Verifica-se em todos os anos em estudo que à medida que a escala de produção aumenta as economias de escala diminuem.

As economias de escala são mais evidentes na escala de pequena produção, em especial nos anos de 2007 e 2010, sendo que nos outros anos as economias da pequena produção encontram-se próximas das economias da média produção.

Assim, pode concluir-se que é na pequena escala que existe melhores economias de escala, mostrando que é nesta escala em que se pode produzir mais sem um aumento proporcional nos custos.

Por fim, comparou-se os resultados obtidos nas economias de gama, como se pode observar no Gráfico 7:

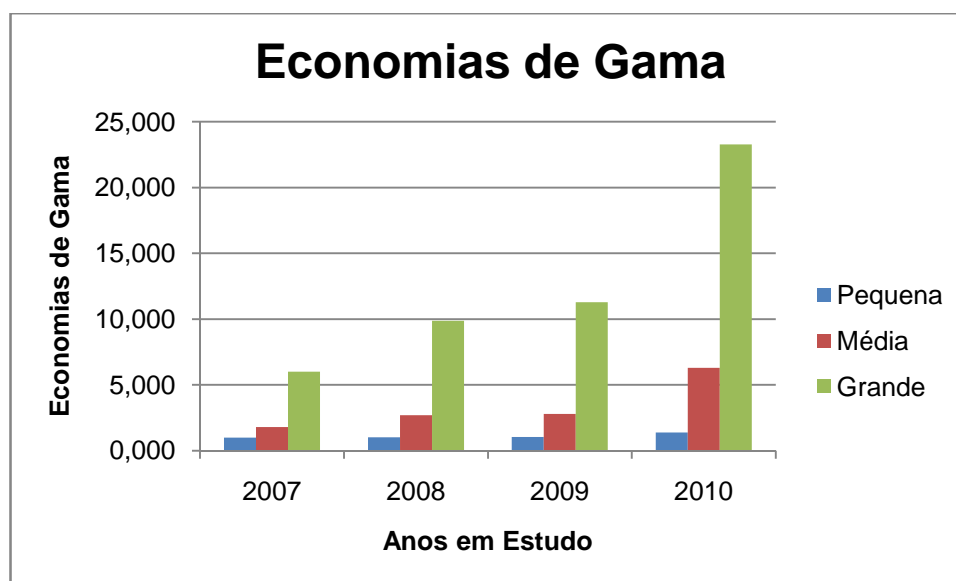


Gráfico 7 – Economias de Gama por ano

No Gráfico 7 pode verificar-se que as economias de gama são muito superiores na escala de grande produção, em qualquer ano em estudo.

Verifica-se também, que à medida que a escala de produção aumenta, as economias de gama também aumentam.

Analisando o gráfico 9, verifica-se que as economias de gama vão aumentando à medida que o tempo passa, atingindo os valores máximos no último ano em estudo (2010).

O fato de existirem economias de gama, nos anos em estudo, sugere que as entidades gestoras podem ter poupanças nos custos totais, uma vez que o custo associado à produção de água e às perdas de água em simultâneo é menor do que o custo de ambas em separado (como se pode comprovar ao observar o gráfico 5).

Uma vez que o presente trabalho foi baseado numa adaptação da função custo proposta por Martins (2007), comparou-se os resultados agora obtidos com os de Martins (2007).

Assim verificou-se que os resultados do presente trabalho diferem dos resultados da autora em dois aspetos: nos resultados dos custos médios e dos custos marginais.

No que concerne aos custos médios, no trabalho de Martins (2007), os valores diminuem à medida que a escala de produção aumenta. Neste trabalho, o comportamento dos custos médios variam consoante os anos analisados, sendo que no primeiro e último ano em estudo são os anos em que os seus comportamentos são semelhantes (valores superiores na pequena escala de produção, seguindo-se a grande escala e por fim a média escala de produção).

Quanto aos custos marginais, no trabalho de Martins (2007), os valores são aproximadamente constantes para qualquer escala de produção. Contudo, no presente trabalho os custos marginais aumentam à medida que a escala de produção aumenta, sendo os valores da grande escala de produção são muito superiores às restantes escalas.

No trabalho de Martins (2007), verificou-se que é a pequena escala de produção que apresenta a melhor eficiência na distribuição e abastecimento de água, tendo assim obtido elevadas economias de escala e economias de gama, os custos marginais foram muito próximos (quase constantes) em todas as escala e apenas nos custos médios é que a pequena escala apresentou o maior valor.

Esta diferença deve-se sobretudo à amostra de dados obtidos. Em primeiro lugar, este trabalho possui dados de quatro anos diferentes (apesar de serem analisados separadamente), enquanto que o trabalho de Martins (2007) foca-se apenas num único ano. Um outro aspeto refere-se às entidades gestoras em estudo, sendo que neste trabalho apenas se utilizou dados de 23 entidades e Martins (2007) analisou dados de 218 entidades. Uma outra diferença é o fato de Martins (2007) ter utilizado mais variáveis na função custo, uma vez que conseguiu dados suficientes para tal.

CAPÍTULO V – CONCLUSÕES

Neste último capítulo, conclusões, é efectuada uma síntese do trabalho realizado, apresentando uma conclusão dos resultados obtidos no desenvolvimento do trabalho. Ainda neste ponto são mencionadas as contribuições proporcionadas pela investigação desenvolvida. Seguidamente, apresentam-se as principais limitações encontradas no desenrolar do trabalho. Por fim, serão apresentadas algumas sugestões para trabalho futuro.

5.1. Conclusões e Contribuições do Trabalho

Hoje em dia, com o aumento da população, a necessidade de adquirir bens naturais, como a água, também aumenta. Assim sendo, torna-se fundamental ter um bom controlo sobre o recurso água de modo a conseguir com que este seja sustentável e que seja acessível a todos.

Para tal, para que se consiga uma melhor gestão da água, é necessário analisar a eficiência do processo de distribuição e abastecimento de água aos consumidores. Assim, neste trabalho teve-se em consideração que um dos fatores que afeta a eficiência do abastecimento e distribuição de água são, indubitavelmente, as perdas de água durante o processo, sendo que esta ineficiência deve ser considerada.

Assim, de modo a analisar a eficiência do abastecimento e distribuição de água em Portugal, obteu-se dados relativos a vários anos das entidades gestoras que possuem o tipo de sistema em baixa.

Neste estudo, calcularam-se os custos médios, custos marginais, as economias de escala e as economias de gama considerando em simultâneo a água produzida e perdida.

Quanto aos custos médios conclui-se que ao longo dos anos em estudo o seu comportamento variou, mostrando que a quantidade de água envolvida nas entidades gestoras foi diferente em cada ano em estudo mostrando que este custo não segue um padrão ao longo dos anos e que cada ano o seu valor é diferente. Nos custos médios é apenas os médios produtores (escala de média produção) que obtiveram um custo médio mais ou menos constante.

Já no que concerne aos custos marginais (tendo em consideração que neste cálculo estavam incluídos quer a água produzida quer as possíveis perdas de água que possam ter existido no processo) aumentaram à medida que a escala de produção

também aumentava. Aqui, sem dúvida que a quantidade de água envolvida no processo de abastecimento e distribuição de água afeta o valor de custo.

No que se refere às economias de escala verifica-se que de fato estas existem nos anos em estudo e que estas são mais evidentes quando a quantidade é menor, provavelmente quando a quantidade de água perdida é também mais pequena.

Por fim, quanto às economias de gama estas são melhores quando a quantidade de água envolvida é maior, sendo que quando existe grandes quantidades de água aparece mais vantagens às entidades gestoras em termos económicos.

Para calcular as economias de gama, teve-se inicialmente que calcular o custo associado à produção de água, o custo associado às perdas de água e o custo associado à produção de água e à existência de perdas de água simultaneamente.

Deste modo, foi possível verificar qual seria mais o custo que trataria mais custos às entidades gestoras (tendo em consideração a sua escala de produção) se era os custos da água produzida ou os custos associados à água perdida. Assim, verificou-se que os custos associados à produção de água são um pouco mais elevados que os custos associados às perdas de água.

Contudo, no trabalho de Martins (2007), a autora conseguiu determinar, através dos custos marginais, que as perdas de água foram mais dispendiosas que a produção de água em si. Mas é de notar, que a autora utilizou mais variáveis para os seus cálculos, utilizou mais entidades gestoras, além de que no trabalho da autora, esta apenas considera a quantidade de água envolvido e não se refere a custos totais associados à distribuição e abastecimento de água.

Todavia, o presente trabalho esteve limitado a uma amostra pequena de dados (ou seja de entidades gestoras), sendo que se se utilizasse um maior número de dados os resultados obtidos provavelmente seriam diferentes, isto é os custos associados às perdas de água seriam superiores aos custos da produção de água.

Deste modo, considerando todos os resultados obtidos, pode concluir-se que são os médios produtores, ou seja as entidades gestoras que se encontram na média escala de produção que obteve a melhor eficiência na distribuição e abastecimento de água, uma vez que foi nesta escala que se obteve valores médios em todos os custos e economias calculadas.

Por outro lado, a grande escala obteve elevados custos médios, grandes custos marginais e baixas economias de escala e apenas boas economias de gama, o que reflete que nesta escala de produção existe uma grande ineficiência, sendo que apenas as economias de gama oferecem vantagens económicas.

Já a pequena escala, possui baixos custos marginais, boas economias de escala, mas obteve elevados custos médios e baixas economias de gama, apresentando assim ineficiência no processo de distribuição e abastecimento de água.

Contudo, uma forma de aumentar a eficiência neste processo, pode passar pelo agrupamento das entidades gestoras de pequena escala. Desta forma, estas entidades gestoras passavam a ser consideradas de média escala, tornando-se assim mais eficientes. Uma outra forma, pode ser as entidades gestoras de grande escala de produção auxiliar as entidades gestoras de pequenas escala, tornando-se assim ambas as escalas em média escala de produção.

Porém, o fato de apenas existir perdas de água é sem dúvida uma grande ineficiência no setor da água, no que concerne ao abastecimento e distribuição de água, sendo que estas perdas devem ser eliminadas ao máximo, além de que a água é um recurso natural o qual deve ter uma boa gestão de modo a satisfazer as necessidades de todos. De modo a diminuir as perdas de água, as entidades gestoras devem analisar o que provoca as perdas reais (como vazamentos das condutas de abastecimento e distribuição) e tentar corrigir esses defeitos.

5.2. Limitações do Trabalho

Uma vez que para a realização do estudo recorreu-se a dados secundários, ou seja a dados já existentes, a recolha destes mesmos dados tornou-se um problema, sendo que só se encontravam disponibilizados numa única entidade (ERSAR).

Assim, sendo que os dados recolhidos se tratavam de dados já existentes, os resultados obtidos neste trabalho foram condicionados pelo número de dados existentes, ou seja havia apenas disponível dados relativos a 23 entidades gestoras com as mesmas variáveis para os mesmos anos.

Deste modo, na triagem dos dados, para que todos os anos em estudo pudessem ser comparáveis, tornou-se necessário que todos os anos tivessem a mesma informação (ou seja as mesmas entidades gestoras com as variáveis necessárias para a função custo). Para tal apenas se conseguiu obter dados destas 23 empresas para apenas quatro (4) anos, sendo estes de 2007 até 2010.

5.3. Oportunidades de Trabalho Futuro

Para melhorar este estudo, seria realizar novamente o mesmo estudo, mas com mais dados, ou seja tentar arranjar dados de anos mais antigos (anteriores a 2007) de modo a verificar como a eficiência da distribuição e abastecimento de água evoluiu desde

essa altura. Também seria importante acrescentar dados mais recentes (desde 2010 até atualmente), para verificar se existiu alguma variação em relação ao estudo efetuado.

Além de acrescentar mais anos ao estudo, seria também importante conseguir incorporar mais entidades gestoras. Assim, era possível verificar se as conclusões deste estudo se manteriam ou então se alteravam com a adição de mais entidades gestoras, com novos valores para as variáveis da função custo.

Por fim, poderia ser interessante efetuar o mesmo estudo, mas noutros países, verificando se nesses países a eficiência do setor da água em sistemas em baixa era melhor ou pior do que em Portugal. Caso a eficiência fosse melhor, seria importante então estudar as razões/fatores que provocam uma melhor eficiência neste setor nesses países e se é algo que se possa implementar em Portugal.

Bibliografia

- AdP. (s.d.). *Águas de Portugal*. Obtido em 13 de março de 2013, de <http://www.adp.pt/>
- Alves, F. (2008). *A Química da Água - com o Apoio da água Serra da Estrela*. Obtido em 13 de fevereiro de 2013, de Nartulink: <http://nartulink.sapo.pt/Natureza-e-Ambiente/Sistemas-Aquaticos/content/A-Quimica-da-agua--com-o-apoio-da-agua-Serra-da-Estrela?bl=1>
- Assembleia_da_República. (29 de dezembro de 2005). *Aprovação da Lei da Água - Lei nº 58/2005*. Obtido em 13 de maio de 2013, de Diário da República - I Série - A: <http://www.dre.pt/pdf1s/2005/12/249A00/72807310.pdf>
- Assembleia_da_República. (20 de agosto de 2007). *Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável*. Obtido em 17 de maio de 2013, de Diário da República: http://ambiente.maiadigital.pt/desenvolvimento-sustentavel/estrategia-desenvolvimento-sustentavel_rcm109_2007
- Ballance, T., & Taylor, A. (2005). *Competition and Economic Regulation in water: The future of the European Water Industry*. London: IWA Publishing .
- Bertzbach, F., Franz, T., & Möller, K. (2012). How to achieve and prove performance improvement - 15 years of experience in German wastewater benchmarking. *Water Science & Technology* , 661-668.
- Brandão, A. B., Dolores, C., Corrêa, H., Corrêa, S., & Gianese, I. (1997). *Administração da Produção*. São Paulo: Editora Atlas, S.A.
- Caldeira, J. (13 de julho de 2001). *Custo médio e custo marginal*. Obtido em 15 de agosto de 2013, de IAPMEI - Parcerias para o Crescimento: <http://www.iapmei.pt/iapmei-art-03.php?id=595>
- Cashman, A. (2006). Water regulation and sustainability 1997-2001: Adoption or adaptation? *Geoforum* , 488-504.
- Church, J., & Ware, R. (2000). *Industrial Organization: A Strategic Approach*. New York: McGrae Hill.

- Coelho, F. S. (2006). *Eficiência, Equilíbrio Financeiro e Equidade na Indústria da Água - Teoria e Aplicação ao Mercado Português*. Coimbra: Universidade de Coimbra - Faculdade de Economia.
- Corti, L. (2004). *Archival Research*. Obtido em 30 de maio de 2013, de The SAGE Encyclopedia of Social Science Research Methods: <http://srmo.sagepub.com/view/the-sage-encyclopedia-of-social-science-research-methods/n20.xml>
- Corton, M., & Berg, S. (2009). Benchmarking Central American water utilities. *Utilities Policy*, 267 - 275.
- Cruz, V. (27 de outubro de 2010). *Semae detecta fraudes em medidores de água*. Obtido em 12 de junho de 2013, de Arauto Comunitário: <http://www.jornalarauto.com.br/pt-br/pag.aspx?id=3172&tit=Semae+detecta+fraudes+em+medidores+de+%C3%A1gua>
- DiLorenzo, T. (18 de maio de 2012). *O mito do monopólio natural*. Obtido em 13 de fevereiro de 2013, de Instituto Ludwig von Mises Brasil: <http://www.mises.org.br/Article.aspx?id=1309>
- ERSAR. (s.d.). *Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos*. Obtido em 13 de março de 2013, de <http://www.ersar.pt/website/>
- ERSAR. (2009). *Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal - Volume 1 Caracterização Geral do Sector*. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos.
- ERSAR. (2010). *Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal - Volume 3 - Avaliação da Qualidade do Serviço Prestado aos Utilizadores*. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos.
- ERSAR. (2012). *Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal - Volume 1 Caracterização Geral do Setor*. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos.

- Explicatorium. (2007). *Água - elemento de vital importância para o Homem (As funções da Água)*. Obtido em 13 de fevereiro de 2013, de <http://www.explicatorium.com/CFQ7-As-fun%E7%F5es-da-%E1gua.php>
- Fernandes, E. M. (1999). *Estatística Aplicada*. Braga: Universidade do Minho, Braga.
- Ftexh. (2013). *Monopólio Natural*. Obtido em 13 de fevereiro de 2013, de <http://www.ftexh.com/pt/natural-monop%C3%B3lio.html>
- Girol, G. (2008). *Análise de Perdas Reais em um Setor do Sistema de Abastecimento de Água no Município de Capinzal - SC*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Haney, A., & Pollitt, M. (2011). Exploring the determinants of "best practice" benchmarking in electricity network regulation. *Energy Policy*, 7739-7746.
- IAPMEI. *Benchmarking e Boas Práticas - Benchmarking nas empresas fornecedoras de serviços de logística*. Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial.
- INE. (2010). *Estatísticas do Ambiente 2009*. Lisboa: Estatísticas Oficiais.
- Informação_Portugal. (2008). *Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais*. Portugal: Infra Estruturas - Água e Saneamento.
- Jarmuth. (3 de março de 2011). *Perda de Água Causa Prejuízo de R\$ 7,4 bilhões/ano ao Brasil*. Obtido em 13 de junho de 2013, de Blog SOS Rios do Brasil: <http://sosriosdobrasil.blogspot.pt/2011/03/perda-de-agua-causa-prejuizo-de-r-74.html>
- Karavitis, C. A. (2008). *O Uso da Água na Europa*. Obtido em 13 de fevereiro de 2013, de http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/booklets/B5_Booklet_Final_PT.pdf
- Lopes, M. A., Santos, G., Magalhães, G. P., & Carvalho, F. d. (2007). *Efeito da Escala de Produção na Rentabilidade da Terminação de Bovinos de Corte em Confinamento*. Lavras: Universidade Federal de Lavras.

- Magalhães, M. (., & Bessa, A. (-P. (2012). *Qualidade e Sustentabilidade dos Serviços de Abastecimento de Águas e Saneamento*. Comissão do Ambiente, Ordenamento do Território e Poder Local.
- Marques, R., & De Witte, K. (2011). Is big better? On scale and scope economies in the Portuguese water sector. *Economic Modelling* , 1009-1016.
- Martins, C. (2009). *Balanço Hídrico e Indicadores de Desempenho no Subsistema de Abastecimento de Água de São João de Lobrigos - Santa Marta de Penaguião*. Vila Real: Universidade de Trás os Montes e Alto Douro.
- Martins (2007). *Regulação Económica no Sector das Águas - Promoção da Concorrência e Sustentabilidade Tarifária*. Coimbra: Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra.
- Meghiorini, E., & Tavares, J. d. (2005). *A importância das economias e deseconomias de escala na análise de custos para a decisão*. Obtido em 15 de agosto de 2013, de http://www.uninove.br/PDFs/Publicacoes/cadernos_posgraduacao/cadernosv4n1adm/cdposv4n1adm_2h01.pdf
- Merad, M., Dechy, N., Serir, L., Grabisch, M., & Marcel, F. (2013). Using a multi-criteria decision aid methodology to implement sustainable development principles within an organization. *European Journal of Operational Research* , 603-613.
- Owen, G. (2006). Sustainable development duties: New roles for UK economic regulators. *Utilities Policy* , 208-217.
- Portal_da_Água. (2010). *Organização do Sector da Água em Portugal*. Obtido em 15 de março de 2013, de <http://portaldagua.inag.pt/PT/SectorAgua/Portugal/Pages/Default.aspx>
- Portal_do_Ambiente_e_do_Cidadão. (2005). *Desenvolvimento Sustentável*. Obtido em 13 de novembro de 2012, de <http://ambiente.maiadigital.pt/desenvolvimento-sustentavel/desenvolvimento-sustentavel/>
- PPA. (2009). *Parceria Portuguesa para a Água*. Obtido em 17 de março de 2013, de <http://www.ppa.pt/acerca-2/sobre-a-ppa/>

- Relatorio_Brundtland. (2005). *Desenvolvimento Sustentável*. Obtido em 13 de novembro de 2012, de Portal do Ambiente e do Cidadão: <http://ambiente.maiadigital.pt/desenvolvimento-sustentavel>
- Ricci, L. S. (2006). *Estruturas de Mercado - Monopólios*. Obtido em 13 de fevereiro de 2013, de <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAOPIAL/estruturas-mercado-monopolio>
- Rijo, D. (25 de outubro de 2012). *Modernização das redes de abastecimento de Reguengos de Monsaraz*. Obtido em 12 de junho de 2013, de Notícias Locais de Portugal: <http://local.pt/modernizacao-das-redes-de-abastecimento-de-reguengos-de-monsaraz/>
- Romeiro. (1999). *Desenvolvimento sustentável e mudança institucional: notas preliminares*. IE/UNICAMP.
- Romeiro, A. R. (2001). *Economia ou economia política da sustentabilidade?* IE/UNICAMP.
- Rougirel, A. (2013). Mathematical analysis of a wage energy converter model. *Nonlinear ANalysis: Real World Applications* , 434-454.
- Sardinha, I., Reijnders, L., & Antunes, P. (2011). Using corporate social responsibility benchmarking framework to identify and assess corporate social responsibility trends of real estate companies owning and developing shopping centres. *Journal of Cleaner Production* , 1486-1493.
- Sekhar, S. C. (2010). Benchmarking. *African Journal of Business Management* , 882-885.
- Shy, O. (2001). *The Economics of Networks Industries*. Cambridge Iniversity Press.
- Silva, M. N. (2013). *Função do 2º Grau*. Obtido em 28 de julho de 2013, de Mundo Educação: <http://www.mundoeducacao.com.br/matematica/funcao-2-grau.htm>
- Stefanelli, P. A. (2003). *Molécula da Água*. Obtido em 13 de fevereiro de 2013, de <http://www.stefanelli.eng.br/webpage/p-molecula-agua.html>

UE, S. d. (2005). *Desenvolvimento Sustentável*. Obtido em 20 de fevereiro de 2013, de http://europa.eu/legislation_summaries/environment/sustainable_development/index_pt.htm

United_Nations_World_Comission. (4 de Agosto de 1987). *Towards Sustainable Development*. Obtido em 27 de Julho de 2013, de Brundtland Report: http://en.wikisource.org/wiki/Brundtland_Report/Chapter_2._Towards_Sustainable_Development

Universidade Nova de Lisboa. (s.d.). *Antropologia*. Obtido em 30 de maio de 2013, de Centro de Investigação para Tecnologias Interativas: http://www.citi.pt/educacao_final/trab_final_inteligencia_artificial/antropologia.html

Vinnari, E. M. (2006). The economic regulation of publicly owned water utilities: The case of Finland. *Utilities Policy* , 158-165.

Vinnari, E. M., & Hukka, J. J. (2007). Great expectations, tiny benefits – Decision-making in the privatization of Tallinn water. *Utilities Policy* , 78-85.

ANEXOS

Anexo A – Dados Recolhidos

Neste anexo, encontra-se um quadro (Quadro A.I) com os dados obtidos na ERSAR e na APDA, além dos cálculos necessários para a variável “Volume de Água Abastecida” e a variável “Densidade dos Clientes”.

Quadro A. I– Dados Recolhidos

Entidade Gestora	Ano	Custo (€/ano)	Volume de Água Produzida (m3/ano)	Volume de Água Abastecida (m3/ano)	Volume de Água Perdida (m3/ano)	Rede (Km)	Área (Km2)	Número de Clientes	Densidade dos Clientes
AGS - Paços de Ferreira	2007	1.607.342	1.188.686	1.043.316	145.370	294	71	6.832	96,22535211
Águas da Figueira	2007	3.570.334	5.505.868	4.108.846	1.397.022	819,611	379,1	34.675	91,4666315
Águas da Teja	2007	663.335	652.520	527.969	124.551	522	366	5.434	14,84699454
Águas de Alenquer	2007	3.787.464	4.603.498	3.341.512	1.261.986	499	304,2	19.929	65,51282051

Águas de Barcelos	2007	4.015.459	3.684.364	2.753.132	931.232	744	378,9	2.3761	62,7104777
Águas de Carrazeda	2007	467.780	514.143	341.163	172.980	109	279,26	4.738	16,96626799
Águas de Cascais	2007	19.882.961	23.729.117	19.198.676	4.530.441	1.320	97,22	99.926	1027,833779
Águas de Coimbra	2007	12.167.597	16.212.809	11.979.492	4.233.317	1.140	319,42	71.277	223,1450754
Águas de Gondomar	2007	9.667.033	12.285.348	8.672.550	3.612.798	869	131,43	66.598	506,7184052
Águas de Mafra	2007	7.660.006	6.224.012	5.504.940	719.072	934,9	291,7	33.453	114,6828934
Águas de Ourém	2007	2.687.029	3.788.865	2.713.371	1.075.494	1.022,508	416,6	19.852	47,65242439
Águas de Paredes	2007	1.749.080	1.566.681	1.105.881	460.800	310	156,34	11.823	75,62364078
Águas de Santo André	2007	1.570.928	1.814.939	1.468.529	346.410	80	61	5.334	87,44262295
Águas de Valongo	2007	3.884.192	5.475.063	4.400.777	1.074.286	487	75,82	34596	456,291216

Águas do Lena	2007	1.061.482	1.712.964	1.066.042	646.922	209	102,83	6.408	62,31644462
Águas do Marco	2007	1.118.314	1.246.371	851.153	395.218	293	201,91	6.528	32,33123669
Águas do Planalto	2007	3.596.842	4.096.613	3.319.310	777.303	1.311,388	116,9	35.684	305,2523524
Águas do Sado	2007	6.848.215	12.106.839	9.890.771	2.216.068	661	193,59	56.124	289,911669
Indaqua Fafe	2007	2.036.606	2.098.074	1.718.087	379.987	331	219,1	13.007	59,36558649
Indaqua Feira	2007	3.188.721	4.305.665	3.668.723	636.942	990	215	28.107	130,7302326
Indaqua Santo Tirso/Trofa	2007	2.672.143	2.384.881	2.034.400	350.481	423	136,5	16.265	119,1575092
Luságua Alcanena - Gestão de Águas	2007	1.307.655	1.328.095	1.074.476	253.619	219,7	127,3	6.796	53,38570306
SMSB de Viana do Castelo	2007	2.622.167	6.567.748	5.603.549	964.199	838	318,6	39.789	124,8870056

AGS - Paços de Ferreira	2008	1.896.983	1.217.972	1.042.437	175.535	343	71	7.877	110,943662
Águas da Figueira	2008	3.727.007	5.291.154	4.205.643	1.085.511	824,29	379,1	34.436	90,83619098
Águas da Teja	2008	589.155	671.377	542.669	128.708	524	366	5.394	14,73770492
Águas de Alenquer	2008	3.485.606	4.032.949	3.257.764	775.185	499	304,2	19.698	64,75345168
Águas de Barcelos	2008	4.989.509	3.688.698	2.774.636	914.062	977,118	378,9	26.503	69,94721562
Águas de Carrazeda	2008	516.987	506.199	339.087	167.112	109	279,26	4.756	17,03072406
Águas de Cascais	2008	21.204.527	23.520.887	19.112.391	4.408.496	1.332	97,22	101.151	1040,434067
Águas de Coimbra	2008	12.635.424	15.255.530	12.008.806	3.246.724	1.210	319,42	71.811	224,8168556
Águas de Gondomar	2008	9.755.948	11.910.771	9.732.177	2.178.594	842	131,43	67.183	511,1694438
Águas de Mafra	2008	7.611.342	6.274.102	5.632.956	641.146	936,2	291,7	34.233	117,3568735

Águas de Ourém	2008	3.555.434	3.595.877	2.829.496	766.381	1.025,557	416,6	20.150	48,36773884
Águas de Paredes	2008	1.840.102	1.691.987	1.188.061	503.926	315,164	156,34	14.735	94,24971217
Águas de Santo André	2008	1.439.949	1.925.073	1.630.202	294.871	80,62	61	4.771	78,21311475
Águas de Valongo	2008	4.248.737	5.142.520	4.506.089	636.431	492	75,82	35.087	462,7670799
Águas do Lena	2008	1.092.296	1.729.856	1.054.913	674.943	212	102,83	6.449	62,71516095
Águas do Marco	2008	1.183.615	1.113.757	870.120	243.637	294	201,91	6.673	33,04937844
Águas do Planalto	2008	3.639.799	3.873.809	3.291.099	582.710	1.322,07	116,9	30.384	259,9144568
Águas do Sado	2008	7.245.938	12.012.271	9.550.424	2.461.847	698	193,59	58.681	303,1199959
Indaqua Fafe	2008	2.051.777	1.979.527	1.699.766	279.761	387,2	219,1	13.252	60,48379735
Indaqua Feira	2008	2.837.834	4.340.251	3.659.087	681.164	1.020	215	29.474	137,0883721

Indaqua Santo Tirso/Trofa	2008	2.878.847	2.449.247	2.183.674	265.573	471	136,5	17.910	131,2087912
Luságua Alcanena - Gestão de Águas	2008	1.151.654	1.303.239	1.119.589	183.650	221	127,3	6.763	53,1264729
SMSB de Viana do Castelo	2008	2.961.551	6.351.323	5.197.317	1.154.006	850	318,6	37.106	116,4657878
AGS - Paços de Ferreira	2009	1.904.639	1.430.331	1.200.536	229.795	394,12131	71	9.780	137,7464789
Águas da Figueira	2009	3.919.672	5.525.144	4.302.464	1.222.680	840	379,1	35.618	93,95410182
Águas da Teja	2009	701.109	716.082	603.740	112.342	524	366	5.494	15,01092896
Águas de Alenquer	2009	3.501.339	3.882.487	3.215.676	666.811	657	304,2	19.787	65,04602235
Águas de Barcelos	2009	3.795.897	3.772.339	3.026.219	746.120	1.097,6	378,9	28.998	76,53206651
Águas de Carraceda	2009	532.864	496.864	362.330	134.534	109	279,26	4.758	17,03788584

Águas de Cascais	2009	22.356.980	23.114.732	19.555.512	3.559.220	1.367	97,22	102.162	1050,833162
Águas de Coimbra	2009	13.146.799	14.943.154	11.666.526	3.276.628	1.175	319,42	72.859	228,0978023
Águas de Gondomar	2009	9.738.470	11.665.197	9.794.215	1.870.982	843,482	131,43	67.346	512,4096477
Águas de Mafra	2009	8.323.807	6.340.130	5.705.430	634.700	944,1	291,7	36.548	125,2931094
Águas de Ourém	2009	3.003.742	3.709.360	2.732.671	976.689	1.060,055	416,6	20.409	48,98943831
Águas de Paredes	2009	1.937.341	1.734.062	1.301.592	432.470	365	156,34	13.188	84,35461174
Águas de Santo André	2009	945.723	2.326.798	2.237.346	89.452	82	61	4.796	78,62295082
Águas de Valongo	2009	4.454.363	5.283.739	4.568.921	714.818	488	75,82	35.589	469,3880243
Águas do Lena	2009	1.039.078	1.671.975	1.052.263	619.712	213	102,83	6.511	63,31809783
Águas do Marco	2009	1.408.752	1.183.347	886.953	296.394	301	201,91	6.939	34,36679709

Águas do Planalto	2009	3.569.892	3.899.900	3.315.815	584.085	1.333	116,9	30.384	259,9144568
Águas do Sado	2009	7.169.669	12.146.925	9.554.527	2.592.398	713	193,59	59.122	305,3980061
Indaqua Fafe	2009	2.041.814	2.035.850	1.710.792	325.058	401	219,1	13.483	61,53811045
Indaqua Feira	2009	3.103.791	4.497.263	3.682.234	815.029	1.040	215	30.410	141,4418605
Indaqua Santo Tirso/Trofa	2009	2.883.293	2.621.106	2.310.140	310.966	518	136,5	18.472	135,3260073
Lusáqua Alcanena - Gestão de Águas	2009	1.071.251	1.230.452	1.009.728	220.724	221,68	127,3	6.798	53,40141398
SMSB de Viana do Castelo	2009	2.658.793	6.285.001	5.402.908	882.093	810	318,6	38.781	121,7231638
AGS - Paços de Ferreira	2010	1.553.596	1.544.274	1.296.018	248.256	435	71	11.074	155,971831
Águas da Figueira	2010	3.871.532	5.241.004	4.148.084	1.092.920	842,63	379,1	35.649	94,03587444

Águas da Teja	2010	679.530	775.476	617.348	158.128	524	366	5.446	14,87978142
Águas de Alenquer	2010	3.711.928	3.822.355	3.085.037	737.318	678	304,2	21.603	71,01577909
Águas de Barcelos	2010	3.891.289	3.749.909	3.096.774	653.135	1110,36	378,9	29.719	78,43494326
Águas de Carrazeda	2010	501.980	446.190	360.339	858.51	237	279,26	4.769	17,07727566
Águas de Cascais	2010	20.221.437	23.808.286	19.588.213	4.220.073	1.360	97,22	103.038	1059,843654
Águas de Coimbra	2010	12.591.710	14.367.240	11.721.334	2.645.906	1.191	319,42	73.512	230,1421326
Águas de Gondomar	2010	9.629.251	10.867.730	9.599.148	1.268.582	845	131,43	69.021	525,1540744
Águas de Mafra	2010	7.911.926	6.129.600	5.530.631	598.969	946,2	291,7	35.866	122,9550908
Águas de Ourém	2010	3.920.917	3.621.734	2.805.906	815.828	1.095,404	416,6	20.595	49,43590975
Águas de Paredes	2010	2.516.780	1.867.719	1.384.032	483.687	386	156,34	14.012	89,6251759

Águas de Santo André	2010	1.136.078	1.962.110	1.585.967	376.143	82	61	4.796	78,62295082
Águas de Valongo	2010	4.557.206	5.134.758	4.605.020	529.738	490	75,82	36.035	475,2703772
Águas do Lena	2010	884.917	1.638.634	1.013.694	624.940	215	102,83	6.533	63,53204318
Águas do Marco	2010	1.842.864	1.152.994	874.529	278.465	301	201,91	7.109	35,20875638
Águas do Planalto	2010	2.429.311	3.835.618	3.288.327	547.291	1.334,33	116,9	30.791	263,396065
Águas do Sado	2010	4.867.033	11.464.911	9.448.429	2.016.482	717	193,59	59.402	306,8443618
Indaqua Fafe	2010	2.145.223	2.081.249	1.675.268	405.981	568	219,1	13.494	61,58831584
Indaqua Feira	2010	5.456.499	4.765.713	3.884.056	881.657	1.058	215	31.506	146,5395349
Indaqua Santo Tirso/Trofa	2010	3.119.778	2.824.031	2.443.383	380.648	527	136,5	19.265	141,1355311
Luságua Alcanena - Gestão de	2010	908.374	1.153.139	974.013	179.126	221,761	127,3	6.791	53,34642577

Águas									
SMSB de Viana do Castelo	2010	2.639.156	6.324.934	5.318.658	1.006.276	829	318,6	3.6332	114,0364093

Anexo B – Estimação da função custo para o ano de 2008

Seguindo o mesmo raciocínio que no ponto 4.2.3.1. segue-se no Quadro B.1 as estatísticas descritivas sobre os dados usados nas regressões para o ano de 2008:

Quadro B. 1 – Estatísticas descritivas do ano de 2008

Variável	Média	Variância	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
Custos (€)	4.458.261,783	2,252E13	4.746.007,449	516.987	21.204.527
V. Água Produzida (10⁶m³/ano)	4,236	20,288	4,504	0,339	19,112
V. Água Perdida (10⁶m³/ano)	0,976	1,188	1,089	0,129	4,408
Rede (km)	651,531	149.879,928	387,143	80,62	1.332
Densid. Cli.	178,382	52.654,914	229,466	14,738	1.040,434

Ao observar o Quadro B.1, verifica-se que existe variabilidade nos dados recolhidos na ERSAR. Mais uma vez verifica-se uma grande discrepância entre os valores mínimos e máximos dos dados analisados.

Novamente, estimou-se os parâmetros (β) da função custo, utilizando o programa Excel e a função (2) para efetuar as regressões, com um intervalo de confiança de 95%. O Quadro B.2 mostra os valores estimados:

Quadro B. 2 – Valores de β do ano de 2008

Beta	Valor Estimado	Nível de Significância
β_0	330.840,549	0,472
β_1	414.120,232	0,257
β_2	-87.709,827	0,955
β_{11}	648.316,089	0,018
β_{22}	10.882.654,564	0,025
B_{12}	-2.529.213,564	0,022
β_3	1.396,907	0,069
β_4	509,407	0,838

$R^2=0,97$

No Quadro B.2, encontram-se os valores obtidos para beta. Mais uma vez aparecem valores negativos, nomeadamente para os coeficientes β_2 e B_{12} , sendo que o primeiro não apresenta o sinal que seria esperado, ou seja positivo. Este valor de beta (β_2) é o coeficiente que apresenta menor significância estatística.

Mais uma vez, os coeficientes estimados são o resultado de uma amostra pequena (23 dados/entidades gestoras) podendo assim influenciar negativamente a regressão.

De seguida, substituiu-se na equação (2), os valores de betas estimados através da regressão e os valores da média da Rede e Densidade dos Clientes, tendo-se obtido a seguinte expressão:

$$C(v_{ao}, v_{po}, Z_o) = \beta_0 + \beta_1 v_{ao} + \beta_2 v_{po} + \beta_{11} v_{aa} + \beta_{22} v_{pp} + \beta_{12} v_{ap} + \beta_3 Rede_o + \beta_4 Cli_o + \varepsilon_o$$

$$\begin{aligned} C &= 330.840,55 + 414.120,23 \times v_{ao} + (-87.709,83 \times v_{po}) + 648.316,09 \times v_{aa} \\ &\quad + 10.882.654,58 \times v_{pp} + (-2.529.213,56 v_{ap}) + 1.396,91 \times 651,531 + 509,41 \\ &\quad \times 178,282 \\ &= 1.331.838,68 + 414.120,23 \times v_{ao} + (-87.709,83 \times v_{po}) + 648.316,09 \\ &\quad \times v_{aa} + 10.882.654,58 \times v_{pp} + (-2.529.213,56 v_{ap}) \end{aligned}$$

Função Custo do ano 2008

(11)

Na equação (11), pode observar-se que o custo das variáveis que não se encontram diretamente envolvidas com o produto (ou seja volume de água produzida e volume de água perdida) é de 1.331.838,68€.

Seguidamente, para calcular os custos médios, os custos marginais, as economias de escala e economias de gama, tendo em consideração três níveis de produção: pequena, média e grande escala. Utilizou-se o mesmo processo que o ponto 4.2.3.1., ou seja considerando os valores mínimos, máximos e a média dos dados fornecidos pela ERSAR. Assim, a média escala possui o valor da média do ano de 2008, a pequena escala possui o valor de 1.000.000 m³ e grande escala tem valor de 20.000.000 m³.

Assim, para calcular os custos médios, os custos marginais, economias de escala e as economias de gama utilizou-se respetivamente as funções (5), (6), (7) e (8). Para calcular as economias de gama com a função (8) teve-se que efetuar um cálculo utilizando a função (10) (sendo que o valor de $r=0,23$).

O Quadro B.3 mostra os resultados das escalas de produção e os custos necessários para efetuar os cálculos das economias de gama:

Quadro B. 3 – Volumes de Produção e Custos para o ano de 2008

Escala de Produção	Volume de Produção (10 ⁶ m ³)			Custos (€)		
	v _a	v _p	V	C _{va}	C _{vp}	C _{ap}
Pequena	0,813	0,187	1,000	1.882.520	1.506.247	1.671.977
Média	3,443	0,793	4,236	6.599.580	4.686.547	3.046.792
Grande	16,255	3,745	20,000	93.709.011	77.336.756	15.733.615

Observando o Quadro B.3, verifica-se que os custos de água produzida são muito superiores aos custos de água perdida. Verifica-se também, como no ano anterior, que à medida que a escala de produção aumenta, os custos aqui associados também aumentam.

Os resultados dos cálculos dos custos médios e marginais e das economias de escala e de gama encontram-se no Quadro B.4:

Quadro B. 4 – Custos e Economias de Escala e Gama do ano de 2008

Escala de Produção	Custos Médios (€/m³)	Custos Marginais (€/m³)	Economias de Escala	Economias de Gama
Pequena	2,003	0,360	5,561	1,027
Média	1,815	0,490	3,707	2,704
Grande	2,068	1,120	1,847	9,871

Analisando o Quadro B. 4, pode ver-se que os custos médios têm o menor valor na média escala de produção, sendo este maior na grande escala. Já os custos marginais aumentam à medida que a escala de produção aumenta. As economias de escala diminuem à medida que as economias de escala aumenta (tendo mais vantagens económicas na pequena escala) e relativamente às economias de gama acontece exatamente o oposto (ou seja é mais vantajoso assumir os custos de ambos os volumes de água em simultâneo do que em separado).

Deste modo pode concluir-se que neste ano em estudo, as entidades envolvidas com um quantidade média de produção são as possuem o melhor processo na distribuição e abastecimento da água. São estas entidades que possuem os menores custos médios no processo, os seus custos marginais também são baixos (em comparação com a grande escala), e possui boas economias de escala e de gama (obtendo assim vantagens em termos económicos).

Anexo C – Estimação da função custo para o ano de 2009

Mais uma vez, recorreu-se ao programa Excel para efetuar uma análise estatística, sendo que no Quadro C.1 se apresentam estatísticas descritivas sobre os dados usados nas regressões:

Quadro C. 1 – Estatísticas descritivas do ano de 2009

Variável	Média	Variância	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
Custos (€)	4.487.351,217	2,505E13	5.005.237,933	532.864	22.356.980
V. Água Produzida (10⁶m³/ano)	4,312	20,471	4,524	0,362	19,555
V. Água Perdida (10⁶m³/ano)	0,927	0,955	0,977	0,089	3,559
Rede (km)	673,784	151.509,453	389,242	82	1.367
Densid. Cli.	181,728	53.417,263	231,121	15,011	1.050,833

Analisando o Quadro C.1 verifica-se que existe variabilidade nos dados recolhidos na ERSAR. Verifica-se novamente uma grande diferença entre os valores mínimos e máximos.

Seguidamente, para estimar os parâmetros (β) da função custo, foi utilizado o programa Excel e a função (2) para efetuar as regressões, com um intervalo de confiança de 95%. O Quadro C.2 mostra os valores estimados:

Quadro C. 2 – Valores de β do ano de 2009

Beta	Valor Estimado	Nível de Significância
β_0	45.958,407	0,933
β_1	515.962,208	0,149
β_2	-939.658,558	0,580
β_{11}	583.208,916	0,064
β_{22}	11.828.356,71	0,056
B_{12}	-2.518.349,577	0,073
β_3	1.710,365	0,061
β_4	2.190,277	0,473

$R^2=0,97$

No Quadro C.2, pode ver-se os valores obtidos para beta. Mais uma vez, alguns dos coeficientes estimados apresentam valores negativos, nomeadamente β_2 e β_{12} .

O coeficiente β_{22} é o valor estimado com melhor nível de significância, sendo que β_0 , é o que apresenta menor nível de significância.

Seguidamente, substituiu-se na equação (2), os valores de betas estimados através da regressão não linear e os valores da média da Rede e Densidade dos Clientes, tendo-se obtido a seguinte expressão:

$$C(v_{ao}, v_{po}, Z_o) = \beta_0 + \beta_1 v_{ao} + \beta_2 v_{po} + \beta_{11} v_{aa} + \beta_{22} v_{pp} + \beta_{12} v_{ap} + \beta_3 Rede_o + \beta_4 Cli_o + \varepsilon_o$$

$$\begin{aligned} C &= 45.958,41 + 515.962,21 \times v_{ao} + (-939.658,56 \times v_{po}) + 583.208,92 \times v_{aa} \\ &\quad + 11.828.356,71 \times v_{pp} + (-2.518.349,58 \times v_{ap}) + 1.710,37 \times 673,784 \\ &\quad + 2.190,28 \times 181,728 \\ &= 1.596.410,69 + 515.962,21 \times v_{ao} + (-939.658,56 \times v_{po}) + 583.208,92 \\ &\quad \times v_{aa} + 11.828.356,71 \times v_{pp} + (-2.518.349,58 \times v_{ap}) + \end{aligned}$$

Função Custo do ano 2009

(12)

Na equação (12), pode observar-se que o custo das variáveis que não se encontram diretamente envolvidas com o produto (ou seja volume de água produzida e volume de água perdida) é de 1.596.410,69€.

De seguida, para calcular os custos médios, os custos marginais, as economias de escala e economias de gama, tendo em consideração três níveis de produção: pequena, média e grande produção. Utilizou-se novamente o processo do ponto 4.2.3.1., ou seja considerando os valores mínimos, máximos e a média dos dados fornecidos pela ERSAR. Assim, a média escala possui o valor da média do ano de 2009, a pequena escala possui o valor de 1.000.000 m³ e grande escala tem valor de 20.000.000 m³.

Novamente, para calcular os custos médios, os custos marginais, economias de escala e as economias de gama utilizou-se respetivamente as funções (5), (6), (7) e (8). Para calcular as economias de gama com a função (8) teve-se que efetuar um cálculo utilizando a função (10) (sendo que o valor de $r=0,215$).

O Quadro C.3 mostra os resultados das escalas de produção e os custos necessários para efetuar os cálculos das economias de gama:

Quadro C. 3 – Volumes de Produção e Custos para o ano de 2009

Escala de Produção	Volume de Produção (10 ⁶ m ³)			Custos (€)		
	v _a	v _p	V	C _{va}	C _{vp}	C _{ap}
Pequena	0,823	0,177	1,000	2.218.700	1.615.214	1.870.882
Média	3,550	0,763	4,313	7.103.512	4.320.807	3.008.093
Grande	16,463	3,537	20,000	89.122.495	72.268.931	13.146.449

Verifica-se no Quadro C.3 que os custos associados ao volume de água produzida são superiores aos custos associados ao volume de água perdida. Pode verificar-se que a à medida que a escala de produção aumenta os custos aumentam.

Os resultados dos cálculos dos custos médios, custos marginais, economias de escala e economias de gama encontram-se no Quadro C.4:

Quadro C. 4 – Custos e Economias de Escala e Gama do ano de 2009

Escala de Produção	Custos Médios (€/m ³)	Custos Marginais (€/m ³)	Economias de Escala	Economias de Gama
Pequena	1,917	0,290	6,600	1,049
Média	1,934	0,396	4,884	2,798
Grande	2,176	0,896	2,428	11,276

No Quadro C.4 verifica-se que os custos médios aumentam à medida que a escala de produção aumenta. O mesmo acontece com os custos marginais e as economias de gama (é mais vantajoso para as entidades gestoras assumirem os custos de água produzida e água perdida simultaneamente do que em separado). Por sua vez as economias de escala diminuem à medida que a escala de produção aumenta (existe mais vantagens económicas na pequena escala de produção).

Ao contrário dos outros dois anos em estudo, o ano 2009 foi melhor para os produtores de pequena escala, uma vez que foram estes que conseguiram os menores custos médios e marginais, além de obterem boas economias de escala. Contudo, não possuem boas economias de gama (podendo assim ter algumas desvantagens no que concerne aos custos associados à produção e perdas de água).

Anexo D – Estimação da função custo para o ano de 2010

Pela última vez, utilizou-se o programa Excel para efetuar a análise estatística do último ano em estudo. No Quadro D.1 apresentam-se algumas estatísticas descritivas sobre os dados usados nas regressões:

Quadro D. 1 – Estatísticas descritivas do ano de 2010

Variável	Média	Variância	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
Custos (€)	4.390.796,304	2,071E13	4.551.874,402	501.980	20.221.437
V. Água Produzida (10⁶m³/ano)	4,276	20,468	4,524	0,360	19,588
V. Água Perdida (10⁶m³/ano)	0,879	0,887	0,942	0,085	4,220
Rede (km)	695,377	143.706,639	379,086	82	1.360
Densid. Cli.	184,699	54.535,415	233,528	14,879	1.059,843

Observando o Quadro D.1 verifica-se que existe variabilidade nos dados recolhidos. Mais uma vez se constata que existe uma grande diferença entre os valores mínimos e máximos em todas as variáveis.

De seguida estimou-se os parâmetros (β) da função custo, utilizando o programa Excel e a função (2) para efetuar as regressões, com um intervalo de confiança de 95%. O Quadro D.2 mostra os valores estimados:

Quadro D. 2 – Valores de β do ano de 2010

Beta	Valor Estimado	Nível de Significância
β_0	642.374,575	0,314
β_1	1.265.975,354	0,024
β_2	-5.368.028,429	0,043
β_{11}	957.280,722	0,003
β_{22}	32.690.869,23	0,004
B_{12}	-5.524.965,049	0,004
β_3	2.113,823	0,027
β_4	-3.273,212	0,257

$R^2=0,96$

No Quadro D.2, encontram-se os valores estimados para os coeficientes beta. Novamente verifica-se que existem valores estimados com sinal negativo, nomeadamente β_2 , β_{12} e β_4 .

Como no Quadro C.2 (Anexo C) o valor de β_0 é o valor que se apresenta como sendo o menos significativo. Os coeficientes estimados para β_{11} , β_{22} e β_{12} são os que apresentam um nível de significância estatística mais elevado.

De seguida, substituiu-se na equação (2), os valores de betas estimados através da regressão não linear e os valores da média da Rede, Densidade dos Clientes e o Tipo de Gestão, tendo-se obtido a seguinte expressão:

$$C(v_{ao}, v_{po}, Z_o) = \beta_0 + \beta_1 v_{ao} + \beta_2 v_{po} + \beta_{11} v_{aa} + \beta_{22} v_{pp} + \beta_{12} v_{ap} + \beta_3 Rede_o + \beta_4 Cli_o + \varepsilon_o$$

$$\begin{aligned} C &= 642.374,58 + 1.265.975,35 \times v_{ao} + (-5.368.028 \times v_{po}) + 957.280,72 \times v_{aa} \\ &\quad + 32.690.869,23 \times v_{pp} + (-5.524.965,05 \times v_{ap}) + 2.113,82 \times 695,377 \\ &\quad + (-3.273,21 \times 184,699) \\ &= 1.507.718,71 + 1.265.975,35 \times v_{ao} + (-5.368.028 \times v_{po}) + 957.280,72 \\ &\quad \times v_{aa} + 32.690.869,23 \times v_{pp} + (-5.524.965,05 \times v_{ap}) \end{aligned}$$

Função Custo do ano de 2010 (13)

Na equação (13), pode observar-se que o custo das variáveis que não se encontram diretamente envolvidas com o produto (ou seja volume de água produzida e volume de água perdida) é de 1.507.718,23€.

Seguidamente, para calcular os custos médios, os custos marginais, as economias de escala e economias de gama, tendo em consideração três níveis de produção: pequena, média e grande escala. Utilizou-se o mesmo processo que o ponto 4.2.3.1., ou seja considerando os valores mínimos, máximos e a média dos dados fornecidos pela ERSAR. Assim, para a média escala de produção considerou-se o valor médio do ano de 2010, a pequena escala corresponde a um valor de 1.000.000 m³ e grande escala tem valor de 20.000.000 m³.

Assim, para calcular os custos médios, os custos marginais, economias de escala e as economias de gama utilizou-se respetivamente as funções (5), (6), (7) e (8). Para calcular as economias de gama com a função (8) teve-se que efetuar um cálculo utilizando a função (10) (sendo que o valor de $r=0,205$).

O Quadro D.3I mostra os resultados das escalas de produção e os custos necessários para efetuar os cálculos das economias de gama:

Quadro D. 3 – Volumes de Produção e Custos para o ano de 2010

Escala de Produção	Volume de Produção (10 ⁶ m ³)			Custos (€)		
	v _a	v _p	V	C _{va}	C _{vp}	C _{ap}
Pequena	0,829	0,171	1,000	2.886.878	1.067.667	1.664.892
Média	3,546	0,730	4,276	12.016.146	6.293.321	2.505.832
Grande	16,587	3,413	20,000	154.194.697	173.583.797	13.497.177

No Quadro D.3 verifica-se que os custos associados às perdas de água são menores que os custos associados à produção de água, com a exceção da grande escala de produção que mostra que os custos das perdas de água são superiores aos custos da produção de água. Também se observa que os custos aumentam à medida que a escala aumenta.

Os resultados dos cálculos dos custos médios, custos marginais, economias de escala e as economias de gama encontram-se no Quadro D.4:

Quadro D. 4 – Custos e Economias de Escala e Gama do ano de 2010

Escala de Produção	Custos Médios (€/m³)	Custos Marginais (€/m³)	Economias de Escala	Economias de Gama
Pequena	2,307	0,180	12,786	1,375
Média	1,891	0,333	5,680	6,307
Grande	2,139	1,065	2,009	23,285

Observando o Quadro D.4, verifica-se que o comportamento dos custos médios varia consoante a escala de produção, sendo que a pequena escala possui o maior valor. Os custos marginais aumentam à medida que a escala aumenta. O mesmo acontece com as economias de gama, ou seja é mais vantajoso para as entidades gestoras assumirem os custos de água produzida e água perdida simultaneamente do que em separado em especial as entidades gestoras de grande produção. Já as economias de escala é o contrário, ou seja os valores diminuem à medida que a escala aumenta, mostrando mais vantagens na produção de água de pequena escala.

Aqui, pode concluir-se que os produtores de média escala possuem o melhor funcionamento no processo de distribuição de água, tendo os menores valores no custo médio, baixos custos marginais e boas economias de escala e gama (tendo assim vantagens a nível económico).